

90

ANOS DE
METROLOGIA
NO IPT

90

ANOS DE
METROLOGIA
NO IPT

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Tarcísio de Freitas

SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Vahan Agopyan

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT

Liedi Légi Bariani Bernucci
Diretora-Presidente

Flávia G. Motta
Diretora Financeira e Administrativa

Adriano Marim de Oliveira
Diretor de Operações

Fabício Araujo Mirandola
Diretor de Estratégia e Relações Institucionais

Claudia Caparelli
Diretora de Novos Negócios, Inovação e IPT Open

90

ANOS DE METROLOGIA NO IPT

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
do Estado de São Paulo S.A.

Unidade de Tecnologias
Regulatórias e Metrológicas

São Paulo, 2024

©2024 - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.- IPT

Av. Professor Almeida Prado 532 - Butantã
CEP: 05508-901 - São Paulo/SP
Telefone: (11) 3767-4000
E-mail: ipt@ipt.br
www.ipt.br

Coordenação

Maria Luiza Otero D'Almeida Lamardo

Autores

Nilson Massami Taira – Diretor Técnico da Unidade de Tecnologia Regulatórias e Metrológicas (TRM)
Maria Luiza Otero D'Almeida Lamardo – pesquisadora da TRM

Laboratório de Metrologia Mecânica (LMM)

Manuel Antonio P. Castanho – Gerente Técnico do LMM
Douglas Mamoru Yamanaka
Marcelo Tadao Saita

Laboratório de Metrologia Elétrica (LME)

Tomie Yokoji – Gerente Técnica do LME
Fabrício Gonçalves Torres

Laboratório de Referências Metrológicas (LRM)

Ricardo Rezende Zucchini – Gerente Técnico do LRM
Patrícia Hama
Patrícia Mayumi Hinata

Laboratório de Vazão (LV)

Rui Gomez Teixeira de Almeida - Gerente Técnico do LV
Kazuto Kawakita
Olga Satomi Yoshida

Apoio Geral

Luis Felipe Greco Souza - Estagiário
(aluno de graduação do curso de História da USP)

Assessoria de Comunicação Corporativa (ACC)

Augusto Max Colin - Coordenação
Luiz Gustavo Silvano - Direção de Arte e Diagramação

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Taira, Nilson Massami

90 anos de metrologia no IPT [livro eletrônico] / Nilson Massami Taira, Maria Luiza Otero D'Almeida Lamardo ; coordenação Maria Luiza Otero D'Almeida Lamardo. -- São Paulo : Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2023. -- (IPT Publicação ; 3053)
PDF

ISBN 978-65-5702-020-3

1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - História 2. Metrologia I. Lamardo, Maria Luiza Otero D'Almeida. II. Título. III. Série.

23-187214

CDD-607.281

Índices para catálogo sistemático:

1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas : São Paulo :
Estado : História 607.281
Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

APRESENTAÇÃO

A iniciativa de ter uma publicação sobre os 90 anos de Metrologia no IPT, contados desde a criação da Seção de Metrologia em 1934, surgiu da importância de preservar memórias e de gerar um registro histórico dos feitos do Instituto sobre esse tema, compartilhando informações e imagens disponíveis em seus documentos.

Embora esse registro seja um relato breve, permite conhecer legados de gerações passadas e constatar a forma dinâmica de atuação do IPT, atento às demandas do momento e aos avanços tecnológicos, sempre em busca pelas melhores tecnologias e infraestruturas laboratoriais.

Esta publicação, uma viagem no tempo, não representa toda a atuação em metrologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas nos seus 124 anos de existência. É um recorte, que considera a criação da Seção de Metrologia, em 1934, sua posterior inserção na Divisão de Engenharia Mecânica e os desdobramentos dessa Divisão até a data desta publicação, onde a Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metroológicas detém grande parte da herança desse período.

Nesta publicação consta, também, um pequeno relato sobre a Metrologia no Brasil e considerações sobre a Metrologia do futuro.

Nosso reconhecimento a todos que ao longo dos 90 anos mantiveram atividades em metrologia, trouxeram inovações e repassaram seus conhecimentos e experiências, contribuindo deste modo para um conhecimento acumulado sobre o tema no Instituto, que tem sido de grande valor.

Nilson Massami Taira

Diretor Técnico

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metroológicas

Adriano Marim de Oliveira

Diretor de Operações

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

PREFÁCIO

O Gabinete de Resistência dos Materiais, fundado em 1899 pelo visionário professor Paula Souza, representou a união do exercício experimental à teoria para apoiar não somente o ensino de engenharia da Escola Politécnica, mas a serviço do desenvolvimento tecnológico do Estado e do recém criado parque industrial paulista, buscando as melhores práticas dos processos produtivos. O então Gabinete foi ampliado e transformado no Laboratório de Ensaios de Materiais em 1931 e, em abril de 1934, cria-se, a partir deste Laboratório, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), entidade autônoma. Decretada sua criação, coube ao IPT realizar pesquisas de caráter experimental, com soluções para os poderes públicos, indústrias e empresas, elaborando padrões e normas para fornecimento de materiais, e preparando recursos humanos para o desenvolvimento do país.

Desde seu estabelecimento, em 1934, a Seção de Metrologia do IPT projetou e realizou considerável número de padrões e aparelhos, cobrindo vasta gama de atuação já no início de seu funcionamento, como medidas de extensões de décimo de micron a testes de resistência de materiais com prensa de 70 toneladas de capacidade. Pioneiramente no Brasil, ainda em 1934, logrou adquirir padrões de um metro e de um quilograma de acordo com as referências internacionais, conferidas pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas. A Seção de Metrologia do IPT tem, em sua pujante história de nove décadas, numerosas atividades de concepção e de apoio à criação de normas seguindo padrões internacionais, ações de metrologia oficial para a fiscalização técnica de contratos do Governo com terceiros, vasta gama de serviços de metrologia técnica de fomento às indústrias para a produção de produtos confiáveis e de alta qualidade, serviços às empresas para a operação de diferentes sistemas e dispositivos, atuações em pesquisa científica, tecnológica e de inovação para vários setores produtivos e governamentais, e ainda atua na especialização de técnicos e formação de recursos humanos para o desenvolvimento do país.

Avanços tecnológicos que levam as Instituições a uma maior eficiência produtiva e de operação são essenciais para a competitividade e o crescimento da economia brasileira, promovendo o bem-estar social. A Metrologia garante confiabilidade não somente na geração e controle de produtos, mas na análise dos sistemas para aperfeiçoamentos e tomada de decisões em diversas áreas. A Seção de Metrologia do IPT demonstra nas atividades de seus 90 anos constante evolução e prima pela competência técnica e pela qualidade com total isenção em seus procedimentos, sempre apoiando a melhoria de processos para enfrentamento dos desafios colocados pela crescente complexidade das tecnologias emergentes.

Liedi Légi Bariani Bernucci

Diretora-presidente

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Diretor de Operações do IPT, Adriano Marim de Oliveira, a quem a Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas está diretamente subordinada, pelo incentivo e apoio, sem o qual não seria possível realizar esse trabalho. Também agradecemos a presidente do IPT Liedi Légi Bariani Bernucci, que tão gentilmente aceitou prefaciá-la esta publicação.

Agradecemos a Mirian Cruxên Barros de Oliveira, responsável pelo Setor de Memória Histórica do IPT e seu estagiário Luan Lucas Martins, pela disponibilização de imagens, documentos e sugestões valiosas.

Agradecemos a Rosângela Zanforlin de Almeida, responsável pela GITEB- Gerência da Gestão de Informação Tecnológica e Bibliográfica e sua equipe, Maria Solange de Oliveira Fierro, Maria Darci Cornellas Narciso, Angela Aparecida Budoia Braga, Ana Lucia Paranhos de Souza, Andreza Aparecida Gouveia Milham, Marli Araujo de Lima, pela ajuda na localização de documentos, essencial para a elaboração desta publicação.

Agradecemos a Elvira Sanches Pinto Gantzias e Adálda Maria Sandoli pela ajuda com informações sobre organogramas e presidentes do IPT.

Agradecemos a Fabrício Araujo Mirandola, Diretor da DERI – Diretoria Estratégica e Relações Institucionais, por liberar sua equipe de Assessoria de Comunicação Corporativa, especialmente Augusto Max Colin e Luiz Gustavo Silvano, pelas fotos, tratamento das imagens e apoio à diagramação da publicação.

Agradecemos a Cristiane Alves de Souza, que trabalhou no IPT no setor de Memória Histórica, pela ajuda na seleção de documentos.

Agradecemos a Walter Link, Chefe do Agrupamento de Metrologia e do IPT, de 1989 a 1999, cujas informações nos permitiram localizar documentos importantes.

Agradecemos a Elcio de Sousa, Diretor da Escola e Faculdade SENAI Theobaldo De Nigris, localizada na Mooca, São Paulo, e sua equipe, principalmente a Anselmo da Silva Cuesta, Coordenador de Atividades Técnicas, a Ana Cristina Pedrozo Oliveira, a Gezivaldo Carvalho dos Santos e a Bruno Beverari, Instrutores de Formação Profissional, pelo apoio em relação às imagens e pela impressão de exemplares.

Por fim, agradecemos a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram a tornar o projeto desta publicação uma realidade.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 METROLOGIA NO BRASIL	17
3 METROLOGIA NO IPT	27
3.1 A FORMAÇÃO DO IPT (1899 - 1934)	27
3.2 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT NO PERÍODO DE 1934 A 1950	32
3.3 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT NO PERÍODO DE 1951 A 1970	45
3.4 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT NO PERÍODO DE 1971 A 2000	54
3.5 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT NO PERÍODO DE 2001 A 2023	64
3.6 METROLOGIA NO IPT E SEUS PROTAGONISTAS	90
4 METROLOGIA DO FUTURO	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

1 INTRODUÇÃO

O tema central desta publicação são os 90 anos de Metrologia no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e para que o significado e a importância desse feito sejam entendidos em sua plenitude, é bom lembrar alguns conceitos importantes.

A Metrologia é definida no Vocabulário Internacional de Metrologia - VIM⁽¹⁾ como a ciência da medição e suas aplicações. Ela engloba todos os aspectos teóricos e práticos da medição qualquer que seja a incerteza de medição e o campo de aplicação.

Por sua vez, medição é o processo de obtenção experimental de um ou mais valores que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma grandeza, que é a propriedade de um fenômeno de um corpo ou de uma substância que pode ser expressa quantitativamente sob a forma de um número e de uma referência. Já, a referência pode ser uma unidade de medida, um procedimento, um material de referência ou uma combinação destes.

Com base nesses fundamentos, o Gabinete de Resistência de Materiais da Escola Politécnica, fundado em 1899, e que passou a ser o Laboratório de Ensaios de Materiais em 1931 e este, em 1934, a ser o Instituto de Pesquisas Tecnológicas executavam ensaios de desempenho de materiais, ou seja, já praticavam a metrologia na sua forma aplicada.

No entanto, foi em 1934 que, de fato, foi criada no IPT a Seção de Metrologia com foco central na ciência e nas artes e ofícios da medição, e é o período contado a partir dessa data até o início de 2024, ao qual esta publicação se refere, daí a razão do nome "90 anos de Metrologia no IPT".

A consciência do que é Metrologia e de sua importância tem sido o elemento impulsionador de seu caminho no IPT nesses 90 anos. Já em 1936, o engenheiro João Luis Meiller, chefe da recém fundada Seção de Metrologia no IPT dizia:

"Se existe alguma ciência que mereça, mais que muitas outras, o nome de fundamental é a ciência de medir ou Metrologia. Suas aplicações estão de tal modo espalhadas em torno de nós e por tal forma imiscuídas em todas as nossas ações, que chegam a passar-nos despercebidas." ^(2,p9)

As atividades metrológicas do IPT tem sido suporte para processos e serviços relacionados à metrologia legal, científica e industrial.

A metrologia legal é aquela relacionada às atividades resultantes de exigências obrigatórias desenvolvidas por organismos competentes e que tem como objetivo principal proteger o consumidor, tra-

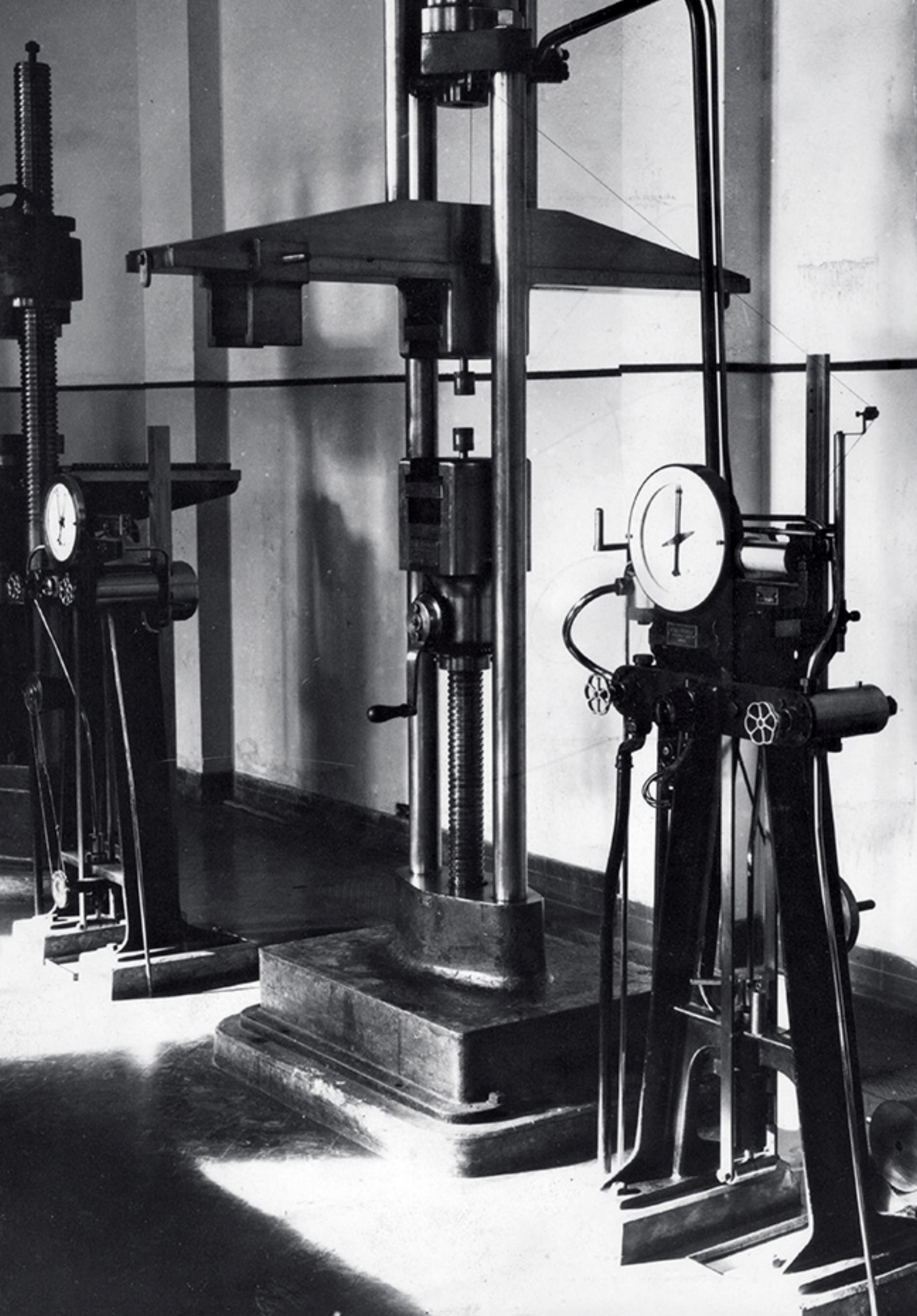
tando das unidades de medida, métodos e instrumentos de medição de acordo com as experiências técnicas e legais obrigatórias⁽³⁾.

As metrologias científica e industrial abrangem todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, tanto em pesquisas científicas como em processos industriais. É uma ferramenta fundamental no crescimento e na inovação tecnológica, promovendo a competitividade e criando um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e industrial em todo o país⁽⁴⁾.

Nesta publicação é apresentado um breve resumo da Metrologia no Brasil, considerando desde o período colonial até a data de finalização desta obra, em fins de 2023. Também, é apresentada a formação do IPT a partir do Gabinete de Resistência dos Materiais e, de forma resumida e dividida em períodos (1934 - 1950, 1951 - 1970, 1971 - 2000, 2001 - 2023), os principais aspectos das atividades metrológicas do IPT nos seus praticamente noventa anos, ou seja, de abril de 1934, quando da criação da Seção de Metrologia até final de 2023.

As informações trazidas neste documento representam um recorte da atuação do IPT em metrologia. Considera a Seção de Metrologia e sua posterior inserção na Divisão de Engenharia Mecânica e os desdobramentos dessa Divisão até a data em que essa publicação foi finalizada. Vale enfatizar que esse documento não representa toda a atuação do IPT em metrologia, nos seus 124 anos de existência, pois diversas áreas não foram aqui consideradas.

O documento "90 anos de Metrologia no IPT" traz, de forma resumida, informações extraídas, principalmente, dos Relatórios Anuais de Atividades do IPT. Por meio dessas informações é possível perceber que a Metrologia tem se constituído em uma das vertentes mais relevantes de atuação do Instituto e não se manteria perene por tanto tempo se o IPT não cumprisse com determinação os seus valores de integridade ética, probidade, isenção, competência técnica e qualidade em seus procedimentos de busca contínua por melhorias.



2 METROLOGIA NO BRASIL: UM BREVE RESUMO

O Brasil do período colonial tinha seus pesos e medidas regulados pela legislação portuguesa e, em particular, pelas Ordenações de D. Manuel, pelo Código Filipino e por sucessivos avisos, portarias e editais que se multiplicaram a partir do fim do século XVIII, chegando às vésperas da independência com o antigo sistema português ainda em uso quase exclusivo, embora já nessa ocasião Portugal tivesse adotado as unidades do sistema métrico decimal francês, apenas trocando-lhes as denominações^(1,p1).

Vale ressaltar que os estudos preliminares que resultaram no estabelecimento do sistema métrico decimal são de fins do século XVIII, cabendo à França a iniciativa da ideia de relacionar medidas a grandezas invariáveis e de caráter universal, pois, até então, a situação reinante no que concerne a pesos e medidas era em toda parte um verdadeiro caos, coexistindo inúmeros "sistemas" de unidades precariamente definidas e limitadas a usos regionais. Pode-se imaginar as dificuldades que esse caos trazia nas transações comerciais entre países e mesmo internamente a cada país.

Em 17 de outubro de 1812, um decreto real constitui uma Comissão para o exame dos "forais e melhoramentos da agricultura", Comissão essa cujos trabalhos redundaram, em 22 de agosto de 1814, na aprovação pelo rei de Portugal de um Plano de Reforma, que consistia em adotar o sistema métrico decimal francês, conservando, entretanto, a nomenclatura das antigas medidas usuais portuguesas. Pouco depois, um aviso ordenava que fossem indicados pela Comissão os meios mais oportunos de estender a reforma ao Brasil e às outras Colônias^(1,p1).

Com o advento da independência do Brasil, por um largo período o sistema legal não se acha claramente definido, havendo apenas referências esparsas, numa série de leis e decretos, entre outros a "padrão" ou "padrões", "aferições" e "aferidos". Entretanto, é de se presumir que o sistema em vigor fosse, ainda, o antigo sistema português, com o atraso e as dificuldades de comunicação e de difusão próprias da época. Também é fácil imaginar a confusão e absoluta falta de uniformidade que deviam reinar em matéria de pesos e medidas^(1,p1). A partir de 1828^(2,p34) surgem as primeiras leis e decretos com o objetivo de regulamentar o sistema de pesos e medidas. Em 8 de janeiro de 1833^(1,p2) um Decreto cria uma comissão incumbida de estudar um plano de melhoramento do sistema de pesos e medidas.

Em 20 de junho de 1862 era, pela primeira vez, adotado integralmente no Brasil o sistema métrico decimal, com prazo de dez anos para o abandono definitivo do antigo sistema (Lei nº 1157). Dez anos mais tarde, em 18 de setembro de 1872, um decreto aprovava e punha em vigor Instruções provisórias para a execução da Lei de 1862 e em 11 de dezembro do mesmo ano o Decreto nº 5169 expedia o Regulamento da mesma Lei^(1,p2).

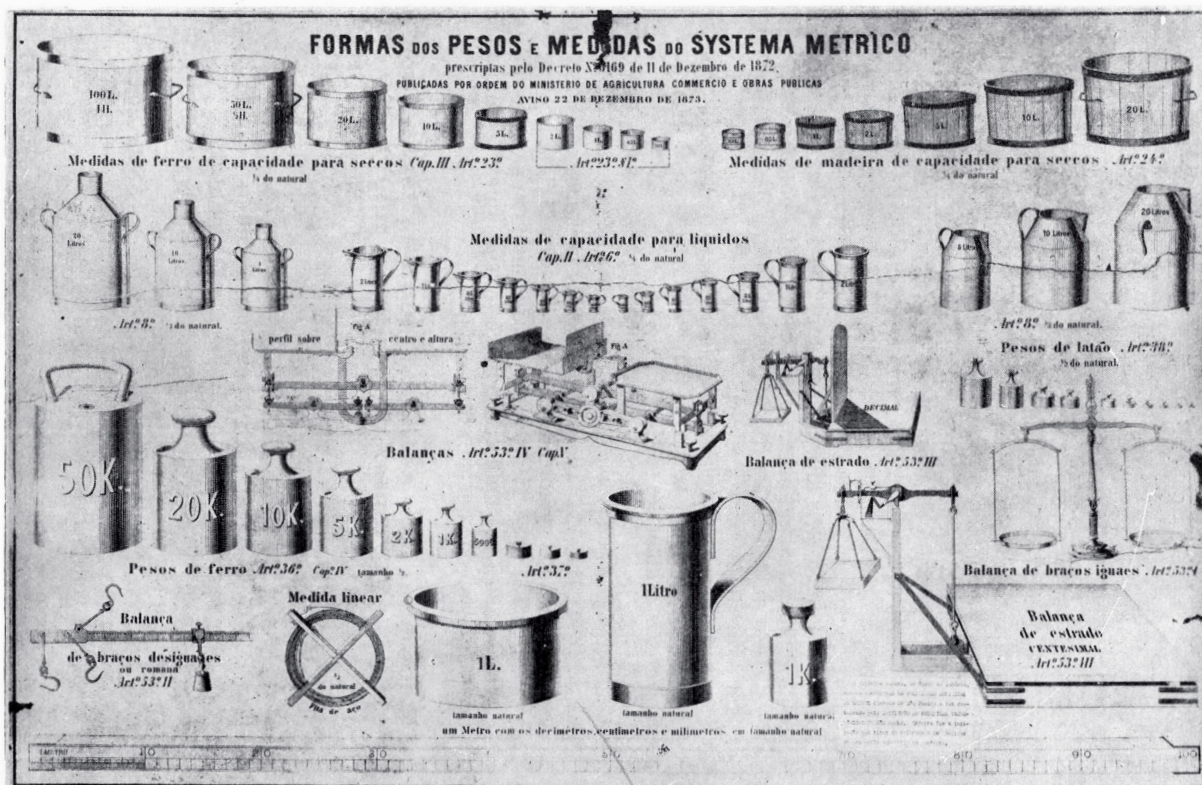
O Regulamento de 1872 tinha caráter técnico, definindo padrões de aferição e suas características e os níveis de tolerância com erros. Ele estipulava basicamente o prazo de um ano para adoção das novas medidas, após o que as mercadorias para consumo teriam que ter suas quantidades expressas em metros, litros e quilogramas. Criava o cargo de aferidor para a calibração dos equipamentos e definia a escala de prisões e multas para o uso indevido de pesos e medidas. As taxas de calibração arrecadadas descontadas as comissões dos aferidores eram destinadas aos cofres municipais, inclusive para a aquisição junto ao governo central, dos padrões de pesos e medidas^(3,p57).

O Regulamento Imperial de 1872, apresentava rigor extremado quanto às tolerâncias das medições, pelos recursos institucionais da época, o que pode ter influenciado sua implementação efetiva, mas não se pode negar a sofisticação científica desse regulamento^(3, p57-60). Por exemplo, para balanças a tolerância variava de acordo com seu tipo (braços iguais ou desiguais) e uso, ou seja, geral ou para medicina^(3, p60).

A Lei nº 1157 e seu Regulamento, obra notável para a época, permaneceu em pleno vigor, pelo menos teoricamente, durante mais de 65 anos. A expedição desses dispositivos sucedeu um período inicial de grande entusiasmo, devido, em grande parte, ao influxo pessoal de D. Pedro II^(1, p3). No entanto, o caminho da implantação do sistema métrico no Brasil, que rompia tradições seculares nas transações comerciais, não ocorreu de forma tranquila. Houve revoltas espontâneas em centros urbanos e em áreas rurais com a destruição de padrões de medidas oficiais. Também, o processo seria acusado em muitas circunstâncias de encobrir tentativas de aumento na tributação sobre o consumo^(3, p64).

A promulgação da lei de 1862 levou à necessidade de haver padrões públicos de medir, que são peças constituídas com alto grau de perfeição, destinadas a materializar a unidade de uma grandeza. Os padrões públicos, como o nome indica, são aqueles aos quais é atribuída a validade legal e são reconhecidos pelos poderes competentes da Nação. Entre os padrões há vários graus de importância hierárquica, que na época iam desde os protótipos internacionais da mais alta categoria até as suas diversas cópias, sendo que as cópias secundárias eram reservadas aos departamentos públicos incumbidos de fiscalizar seu uso^(4, p1).

Figura 2.1. Quadro Mural de 1873, de 1,0 m por 0,7 m, distribuído às províncias. Indica as medidas e as balanças que eram de uso permitido no comércio (Ref.4, Anexo III).



Em maio de 1875 é firmada a Convenção do Metro, prevendo a criação de uma agência internacional, o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM), cuja consolidação, feita pela entrega dos trinta padrões do metro e do quilograma aos países signatários da Convenção do Metro, entre 1875 e 1889, representou o ponto final do processo de organização do sistema métrico^(3,p67).

A Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) reuniu-se pela primeira vez em 1889, sendo composta por delegações diplomáticas dos países signatários da Convenção do Metro com poderes para apreciar: o relatório do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM); a indicação do diretor; e a posição administrativa e financeira do BIPM. Por sua vez, o BIPM passou a contar com uma equipe científica, laboratórios e uma secretaria para manutenção dos protótipos internacionais do quilograma e do metro, além de aferir os padrões por solicitação dos países^(3,p67).

O Brasil, embora presente na Convenção do Metro não a ratificou, mas mantinha representantes e teve direito aos novos padrões do BIPM que em 1880 estavam prontos para o embarque para o Brasil^(3,p67).

A não ratificação da Convenção do Metro por parte do Brasil e a não criação de uma instituição para a guarda e conservação dos padrões tiveram reflexos negativos. Também a complexidade do envolvimento do Imperador D Pedro II e do círculo de cientistas ligados a ele na implantação do sistema métrico não apresentaram desdobramentos nas primeiras décadas da República, havendo uma redução das atividades de fiscalização nos municípios mais importantes^(3,p68), sendo a "taxa de aferição" cada vez mais desvirtuada de suas verdadeiras finalidades e tomando, aos poucos, a feição de um mero imposto, não correspondendo mais a serviços prestados^(1,p11). Quanto aos padrões, então recebidos, levam destinos obscuros^(1,p11).

A nova adesão do Brasil à Convenção do Metro ocorreu em 6 de outubro de 1921 com sua participação na sexta Conferência Geral^(4,p4), mas em seguida abandonou o organismo internacional. Porém, com essa participação se inicia a apresentação de alguns projetos de reorganização da legislação metrológica, mas as condições eram precárias e a condução das atividades metrológicas fica a nível de município, que regulamenta sobre o emprego de pesos e medidas no abastecimento e nas transações comerciais^(3,p81).

Em novembro de 1933 ocorre a primeira manifestação federal, visando modificar a legislação metrológica em vigor. O Ministério da Indústria e Comércio (MIC) propunha um texto, que foi publicado no Diário Oficial no mesmo ano, que tinha como propósito servir como base de debates. Esse texto não propunha a revogação da legislação imperial de 1862, mas ampliava algumas condições para sua execução, por exemplo, medidas elétricas e de luminosidade eram incluídas, atribuía aos estados e municipalidades o exercício da metrologia legal (fiscalização e medidas de instrumentos) e previa a criação do Instituto Nacional de Padrões e da Comissão de Metrologia que funcionaria como comissão consultiva e entidade fiscalizadora do Instituto^(3,p104).

O Decreto de Lei nº592 de 10 de julho de 1938, que constituía mais um elemento da reforma administrativa iniciada pelo Presidente Vargas em 1936, estabelecia para o tema em questão, como sistema legal de medidas no Brasil aquele definido pelas Conferências Gerais de Pesos e Medidas e

definia três níveis de padrões de pesos e medidas: padrões primários nacionais, padrões secundários (nacionais e estaduais criados a partir dos padrões primários) e padrões terciários (nacionais, estaduais e municipais, calibrados pelos padrões). Ainda, o Decreto regia que os órgãos executivos da política metrológica seriam: o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), que teve seu escopo redefinido para atender a amplitude metrológica exigida pelo Decreto; a Comissão de Metrologia (garantia o inter-relacionamento com os demais órgãos governamentais e com o setor privado); e o Observatório Nacional do Rio de Janeiro^(3,p110). Colaboradores eram previstos para esse núcleo, sob certas condições, sendo eles órgãos metrológicos estaduais e municipais, fabricantes nacionais de instrumentos de medição e empresas de serviços de utilidade pública^(3,p114).

A regulamentação do Decreto-lei nº592 foi fruto dos trabalhos da Comissão de Metrologia, composta por Paulo Sá e Bernardo Gross, do INT, Dulcídio Pereira e Oliveira Castro, ambos professores da Universidade do Brasil, João Luiz Meiller, chefe da Seção de Metrologia do IPT e comandante Domingos Fernandes Costa, do Observatório Nacional^(3,p122).

A Resolução nº1 de 29 de novembro de 1939 determinou como parceiros internacionais do Instituto Nacional de Tecnologia: o Bureau International des Poids et Mesures (Sèvres, França), o National Bureau of Standards (Washington, EUA), o Physikalische Technische Reichsanstalt (Berlim, Alemanha), o National Physical Laboratory (Londres, Inglaterra), o Conservatoire National des Arts e Métiers (Paris, França), e o Laboratoire Central d'Electricité (Paris, França). A Comissão de Metrologia, por meio da Resolução de 4 de novembro de 1939 criou três comissões permanentes, sendo uma delas responsável por estudar a adesão do Brasil ao BIPM^(3,p121).

Decretos, resoluções e portarias surgiram após o Decreto-lei nº592 e sua regulamentação, com objetivos diversos. Por exemplo, o Decreto de 1942 que dispunha a organização no INT de um curso de formação de metrologistas e a Resolução nº 23 de 27 de junho de 1946 que estabelecia níveis distintos para os cursos de formação de fiscais, aferidores e auxiliares metrológicos^(3,p127)

Em janeiro de 1947 é criada a Divisão de Metrologia na estrutura do INT, mas que continuava sem dispor de padrões primários, calibrados pelo BIPM, contando apenas com a coleção de padrões oferecida pelo Bureau of Standards norte americano durante a Segunda Guerra Mundial. No Brasil, apenas o IPT dispunha de um metro e de um quilograma padrão de acordo com os padrões internacionais, conferidos pelo BIPM e adquiridos em 1934^(3,p133).

O pedido de reintegração do Brasil à Convenção do Metro foi apresentado na sessão de 9 de outubro de 1952, pois apesar de signatário da Convenção, a não ratificação e o abandono dos pagamentos retiraram do país o status de coproprietários dos bens do BIPM. Com a efetivação do pagamento da contribuição, o Brasil tem sua adesão efetivada em 1954⁽⁵⁾.

Como o INT não conseguia atender todas as demandas do Brasil, foi criado o mecanismo de delegação de atribuições a organismos estaduais, sendo que muitos desses organismos levavam concomitantemente atividades científicas e fiscalizatórias. Até meados da década de 1950, apenas oito estados dispunham de delegação de atribuições^(3,135)

1938 - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em São Paulo;

1947 - Instituto de Tecnologia Industrial, Minas Gerais;

1947 - Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Paraná;

1948 - Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco;

1948 - Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul;

1949 - Oficina de Aferição da Prefeitura do Distrito Federal
(lembrando que nessa época o Rio de Janeiro era o Distrito Federal);

1952 - Instituto de Tecnologia do Estado da Bahia;

1953 - Secretaria da Fazenda do Estado de Santa Catarina.

Em 1961 foi criado um novo órgão, o Instituto Nacional de Pesos e Medidas, INPM, cujo regimento seria estabelecido por meio do Decreto nº 53 de 1962. Este órgão tinha como função promover a execução da legislação metrológica 592^(3,p141). A Comissão de Metrologia e a Divisão de Metrologia do INT foram extintas, sendo suas funções metrológicas assumidas pelo INPM, assim como todo o material metrológico existente no país com exceção dos equipamentos pertencentes ao Observatório Nacional.

No período de 1963 a 1966, o INPM priorizou gastos com a expansão e consolidação das atividades relacionadas à metrologia legal, representando um esforço do Estado brasileiro no controle metrológico das transações comerciais, assim como na formação de metrologistas por meio de cursos.

Convenções Nacionais de Pesos e Medidas foram realizadas após a criação do INPM, tendo como objetivo implantar as novas legislações, sendo os participantes preferenciais os representantes do INPM de órgãos metrológicos estaduais e municipais, levando a um desenvolvimento harmônico desses órgãos. A primeira Convenção foi realizada no Rio de Janeiro em 1962. Após essa data sete conferências se seguiram até 1971 em cidades distintas^(3,p143).

Entre 1963 e 1973, o INPM emitiu um conjunto de 39 portarias, voltadas à metrologia legal. Abrangiam áreas diversas, como, entre várias, a do comércio do petróleo e derivados, a de normas para o emprego do quadro legal de medidas, a de especificação para instrumentos de medida, e a de procedimentos de fiscalização^(3,p146).

Em 1967 foi revisado o marco legal de funcionamento do INPM por meio do decreto de 28 de fevereiro de 1967, onde suas atribuições não foram ampliadas de forma significativa em relação ao decreto de sua fundação. O decreto indicava: o uso exclusivo no país do recém-criado Sistema Internacional de Unidades (1960); a criação do Sistema Nacional de Metrologia, cujo órgão central seria o INPM, onde as funções delegadas seriam exercidas pelos órgãos metrológicos dos governos

estaduais ou municipais. Ainda, o decreto renovava a preocupação de se alinhar com órgãos internacionais, determinando a atribuição expressa de colaborar com o BIPM (Bureau Internacional de Pesos e Medidas) e com a OILM (Organização Internacional de Metrologia Legal), sendo prevista a adesão do país a este último, e a obediência do país às determinações da Conferências Gerais de Pesos e Medidas, assim como a participação de técnicos brasileiros nessas conferências^(3,p146).

O decreto de 1967 colocava o aspecto metrológico científico no projeto de cooperação, restabelecendo os vínculos com organizações internacionais. Quanto ao aspecto metrológico legal a pretensão era reproduzir em escala estadual e sob completo controle central, a organização do INPM. Deste modo, foi iniciado o processo de criação dos órgãos metrológicos estaduais os chamados Institutos de Pesos e Medidas (IPEM), constituídos como órgãos da administração estadual com autonomia gerencial e padrões técnicos de funcionamento e financiados tanto com recursos federais como estaduais, porém deveriam ter seu comportamento administrativo fiscalizados pelo INPM^(3, p148).

O decreto de 1967 tinha como propósito principal corrigir deficiências gerenciais na organização da metrologia legal estabelecida quando da criação do INPM. Entretanto o desenvolvimento industrial por que passava o país, o estímulo à exportação e à defesa do consumidor, ressalta a atuação limitada do INPM.

Surge daí a necessidade de uma estruturação definitiva da metrologia científica no país com a criação de um laboratório de alto nível, com capacidade efetiva de realizar pesquisas científicas, manter os padrões de medida e propiciar infraestrutura para treinamento de pessoal. Assim, em 1973 é criado o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro.

A Lei de nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973 cria o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), sendo a cúpula desse novo sistema o Conselho Nacional de Metrologia (Conmetro). Começa assim, na década de 1970, o desenho do arcabouço do sistema metrológico brasileiro, que identifica atualmente uma estrutura básica com quatro componentes principais⁽⁶⁾:

- sistema de controle metrológico de caráter compulsório, em áreas sujeitas à regulamentação do Estado - a metrologia legal;
- laboratórios de calibração e de ensaios, sejam estas entidades privadas ou públicas, de elevada capilaridade, estabelecidos em função das necessidades do mercado, no que se refere aos serviços requisitados pelos diversos setores da economia, das demandas sociais e do Estado. Em qualquer dos casos, eles devem operar dentro de regras que assegurem sua credibilidade, sua qualidade e garantam as condições de disponibilidade, de concorrência e os direitos do cliente final;
- instituto metrológico nacional, de direito público (em alguns poucos países é uma instituição privada, mas com controle e subvenção do Estado), que se responsabiliza pelos padrões metrológicos nacionais e pela gestão e operação das funções estratégicas inerentes ao topo da cadeia de rastreabilidade no País. Nota: no Brasil, é o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro),

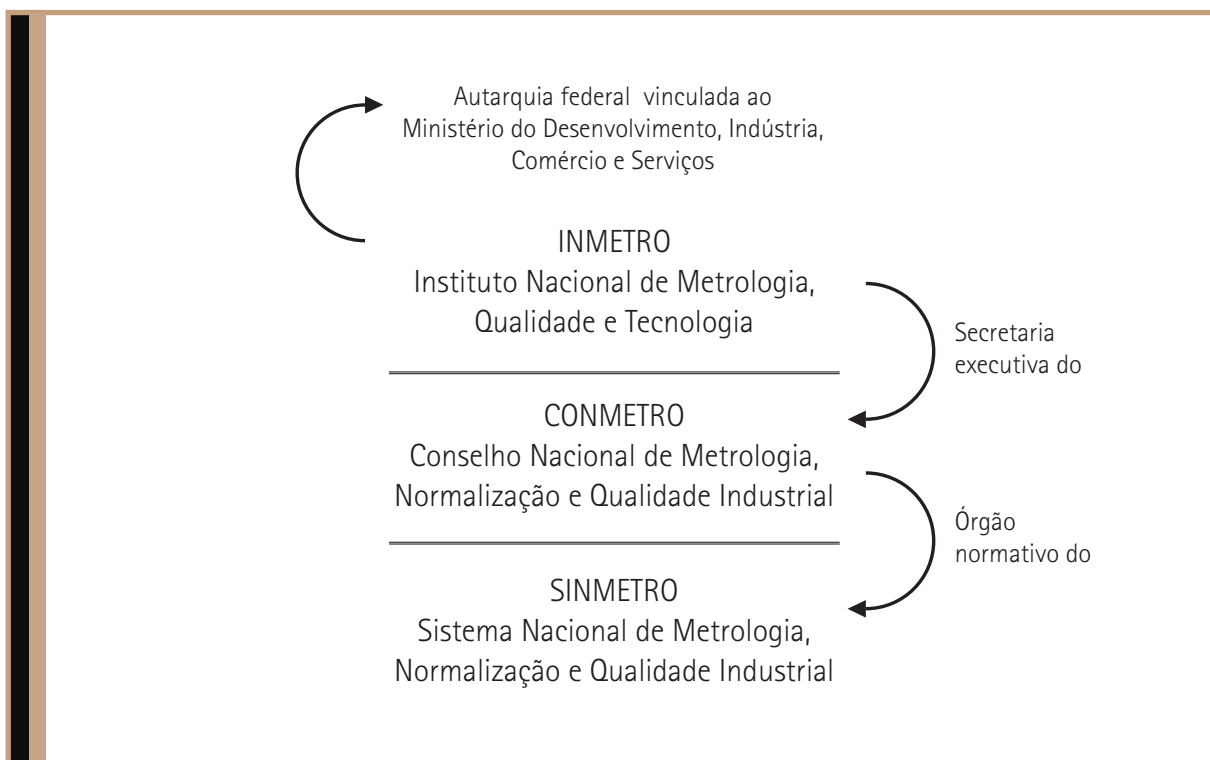
vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Foi criado para ser o órgão executivo das políticas e diretrizes traçadas pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), colegiado interministerial ligado ao Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

- forte articulação internacional por intermédio dos organismos internacionais e regionais, como o Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), nas Américas, do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) e do Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM).

Em 03 de agosto de 2011, por meio da Medida Provisória nº 541, publicada no Diário Oficial, o Governo Federal alterou o nome do Instituto passando de Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial para Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, mantendo o acrônimo Inmetro.

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia⁷ é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. O Instituto atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro)

Figura 2.2 Ilustração da relação do Inmetro com o Conmetro e Sinmetro (TRM/IPT, 2023)



Dentre as competências e atribuições do Inmetro destacam-se⁽⁷⁾:

- Executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade;
- Verificar e fiscalizar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos;
- Manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando a sua aceitação universal e a sua utilização com vistas à qualidade de bens e serviços;
- Fortalecer a participação do País nas atividades internacionais relacionadas com Metrologia e Avaliação da Conformidade, promovendo o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais;
- Prestar suporte técnico e administrativo ao Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro) e aos seus comitês assessores, atuando como sua secretaria executiva;
- Estimular a utilização das técnicas de gestão da qualidade nas empresas brasileiras;
- Planejar e executar as atividades de Acreditação de Laboratórios de Calibração e de Ensaios, de provedores de ensaios de proficiência, de Organismos de Avaliação da Conformidade e de outros necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no País;
- Coordenar, no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), a atividade de Avaliação da Conformidade, voluntária e compulsória de produtos, serviços, processos e pessoas;
- Planejar e executar as atividades de pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico em Metrologia e Avaliação da Conformidade; e
- Desenvolver atividades de prestação de serviços e transferência de tecnologia e cooperação técnica, quando voltadas à inovação e à pesquisa científica e tecnológica em Metrologia e Avaliação da Conformidade.

O Conmetro, como mostra a Figura 2.2, é um colegiado interministerial que exerce a função de órgão normativo do Sinmetro e que tem o Inmetro como sua secretaria executiva e apresenta como competências⁽⁸⁾:

- Formular, coordenar e supervisionar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação da qualidade de produtos, serviços e pessoal, prevendo mecanismos de consulta que harmonizem os interesses públicos, das empresas industriais e dos consumidores;
- Assegurar a uniformidade e a racionalização das unidades de medida utilizadas em todo o território nacional;
- Estimular as atividades de normalização voluntária no País;
- Estabelecer regulamentos técnicos referentes a materiais e produtos industriais;
- Fixar critérios e procedimentos para certificação da qualidade de materiais e produtos industriais;
- Fixar critérios e procedimentos para aplicação das penalidades nos casos de infração a dispositivo da legislação referente à metrologia, à normalização industrial, à certificação da qualidade de produtos industriais e aos atos normativos dela decorrentes;
- Coordenar a participação nacional nas atividades internacionais de metrologia, normalização e certificação da qualidade.

O Decreto nº 9043 de 3 de maio de 2017, dispôs sobre a composição e o funcionamento do Conmetro, sendo que para auxiliar em suas atividades o Conmetro possui Comitês Assessores e órgãos de assessoramento, que são abertos à sociedade, pela participação de entidades representativas das áreas acadêmica, indústria, comércio e outras atividades interessadas na questão da metrologia, da normalização e da qualidade no Brasil. São eles⁽⁸⁾:

- Comitê Brasileiro de Normalização (CBN)
- Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade (CBAC)
- Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM)
- Comitê do Codex Alimentarius do Brasil (CCAB)
- Comitê Brasileiro de Coordenação de Barreiras Técnicas ao Comércio (CBTC)
- Comitê Brasileiro de Regulamentação (CBR)
- Comissão Permanente dos Consumidores (CPCon)
- Comitê Gestor do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida

O Sinmetro⁽⁹⁾ é um sistema brasileiro, constituído por entidades públicas e privadas, que exercem atividades relacionadas com metrologia, normalização, qualidade industrial e certificação da conformidade. A estrutura do Sinmetro visa atender às necessidades da indústria, do comércio, do governo e do consumidor, com uma infraestrutura de serviços tecnológicos capaz de avaliar e certificar a qualidade de produtos, processos e serviços por meio de organismos de certificação, rede de laboratórios de ensaio e de calibração, organismos de treinamento, organismos de ensaios de proficiência e organismos de inspeção, todos acreditados pelo Inmetro.

As principais organizações que compõem o Sinmetro são⁽⁹⁾:

- Conmetro e seus Comitês Técnicos
- Inmetro
- Organismos de Certificação Acreditados (Sistemas da Qualidade, Sistemas de Gestão Ambiental, Produtos e Pessoal)
- Organismos de Inspeção Acreditados
- Organismos de Treinamento Acreditados
- Organismo Provedor de Ensaio de Proficiência Credenciado
- Laboratórios acreditados – Calibrações e Ensaios (RBC/RBLE)
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
- Institutos Estaduais de Pesos e Medidas (IPEM)
- Redes Metrológicas Estaduais

Considerando desde a época colonial do Brasil até os dias de hoje, o caminho da Metrologia no País foi longo, com muitos percalços, decretos, resoluções, leis e portarias. Por conta disso, atualmente o Brasil possui um sistema metrológico complexo e, evidentemente, há ainda muito a desenvolver, estruturar e organizar. Não obstante, é notório que esse sistema já vem atendendo, de forma certa, às necessidades do País, em metrologia legal, científica e industrial e que está alinhado com as orientações dos órgãos internacionais da área.

3 METROLOGIA NO IPT

3.1 A FORMAÇÃO DO IPT (1899-1934)

No final do século XIX e nas primeiras décadas do século XX imperava no Brasil essencialmente a metrologia legal. No campo técnico-científico as atividades se restringiam às iniciativas pessoais de professores e engenheiros. As primeiras tentativas de padronização e realização de ensaios, no caso em materiais de construção civil, foram conduzidas pelo Gabinete de Resistência de Materiais da Escola Politécnica de São Paulo, coordenadas por Antônio Francisco de Paula Souza em 1899^(1,p34). O Gabinete, situado no bairro do Bom Retiro em São Paulo, ficou sob sua direção até 1903, quando passou a ser chefiado por Wilhelm Fischer e depois, sucessivamente, por Hypolyto Gustavo Pujol e Oscar Machado de Almeida.

Figura 3.1.1. Imagem do edifício “Laboratórios” construído em 1895-1898 para abrigar os laboratórios e administração da Escola Politécnica e pavilhões anexos das Oficinas e do Gabinete de Resistência de Materiais^(1, p.32).



Figura 3.1.2. Antônio Francisco de Paula Souza, Diretor da Escola Politécnica de São Paulo desde seu início até 1917. Organizou o Gabinete de Resistência de Materiais e manteve sob sua direção até 1903.^(1, p.4)



Figura 3.1.3. Wilhelm Fisher Chefe do Gabinete de Resistência de Materiais de 1903 a 1906.^(1, p.6)



Figura 3.1.4. Hypolyto Gustavo Pujol, dirigiu o Gabinete de Resistência de Materiais de 1906 a 1917 tendo-o reorganizado e ampliado.^(1, p.6)



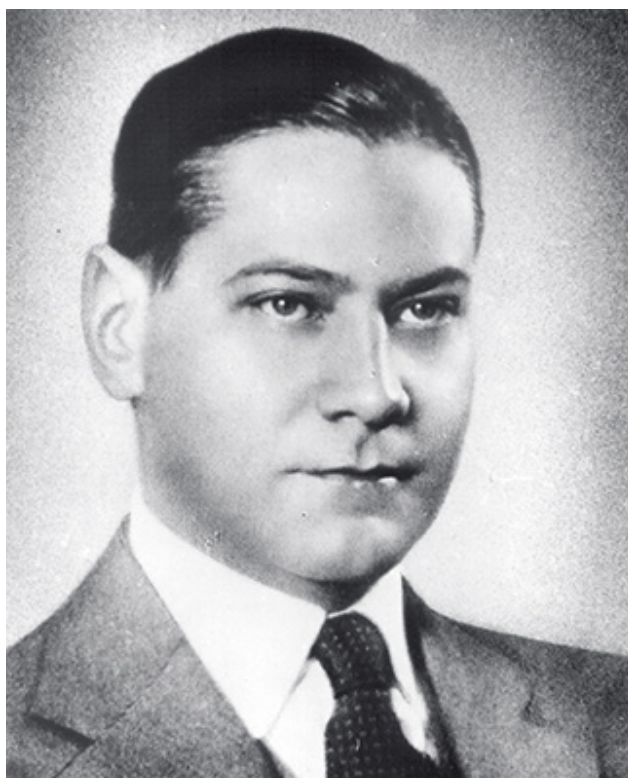
Figura 3.1.5. Oscar Machado de Almeida, chefiou o Gabinete de Resistência de Materiais de 1917 a 1926, promovendo o aumento do seu movimento.^(1, p.6)



O Gabinete de Resistência de Materiais era essencialmente voltado ao ensino acadêmico, mas o surto de progresso nos anos iniciais do século XX e o franco desenvolvimento da indústria nacional demandaram por laboratórios com escopos de atividades mais amplos, incluindo pesquisas e experiências práticas, assim como provas de fabricação ao serviço para fabricantes e agricultores.

Nessa ocasião, regressava da Europa o engenheiro Ary Frederico Torres que havia permanecido por aproximadamente um ano no Laboratório de Ensino de Materiais de Zurich e visitado as melhores instalações congêneres da Europa. Ary Torres apresentou à Congregação da Escola Politécnica um projeto de remodelagem do Gabinete de Resistência de Materiais, que foi aceito e ele escolhido para preencher o novo cargo de Diretor desse Gabinete, tomando posse em 5 de abril de 1926^(1,p54).

Figura 3.1.6. Ary Frederico Torres. Diretor do Gabinete de Resistência de Materiais a partir de 1926.^(1,p.8)



Em janeiro de 1927, o Decreto nº4167 do Governador do Estado de São Paulo, Carlos de Campos, consignava e dava força legal a pontos sugeridos pelo engenheiro Ary Torres, como o de trabalho por tempo integral e de permitir a cobrança e a utilização direta das taxas de análise e ensaios de materiais^(1,p55).

Para ampliação do Gabinete em suas instalações, aparelhagem e biblioteca, foram obtidos recursos de empresas, tais Como Companhia Paulista de Estradas de Ferro, Companhia Mogiana de Estradas de Ferro e Companhia de Ferro Sorocabanas^(1,p60).

Figura 3.1.7. Entrada principal do edifício do Laboratório de Ensaios de Materiais, com 1110 m² de área construída, dos quais 400 m² com porões utilizáveis e biblioteca contendo publicações especializadas^(1, p.59).



Sob a direção de Ary Frederico Torres, o Gabinete se transforma em 1931 no Laboratório de Ensaios de Materiais (LEM)^(1,p60).

Em fins de 1933, com realizações ultrapassando as previsões, com as suas atividades, além de didática, já de caráter nitidamente industrial, e com o prestígio que já desfrutava tinha o Laboratório de Ensaios de Materiais credenciais para pleitear ampliação de seu campo de trabalho, na certeza de sua oportunidade para São Paulo, cujas indústrias retomavam seu ritmo de progresso, após os abalos econômicos e políticos dos anos anteriores^(1, p71).

Chegara a ocasião de ampliar o laboratório atuando em outros setores, além dos de materiais de construção civil e de criar um laboratório industrial eficiente, dinâmico, com mais recursos e autonomia e com maior participação das classes produtoras interessadas.

Pelo decreto N°6375 de abril de 1934, o então Interventor Federal Armando Salles Oliveira transforma o Laboratório de Ensaios de Materiais em Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), financeira e administrativamente autônomo e apenas com sede anexa à mesma Escola Politécnica^(1,p71).

Ao recém criado IPT foi atribuída as seguintes finalidades^(1,p72):

- a) Realizar pesquisas de caráter experimental, que possam interessar às indústrias e às construções, relativas aos problemas para cuja solução lhe solicitem o concurso de poderes públicos, os centros industriais e as empresas particulares, dentro do programa de ação anualmente estabelecido;

- b) Desempenhar a função de laboratório estadual de ensaio de materiais e de metrologia;
- c) Colaborar na elaboração de padrões e normas para fornecimento de materiais às repartições do Estado contribuindo com os dados experimentais necessários;
- d) Ministras as aulas de laboratório de ensaio de materiais dos diferentes cursos da Escola Politécnica de acordo com o regulamento e regimento interno da mesma Escola;
- e) Proporcionar, na medida do possível, por meio de cursos e estágios, oportunidade aos diplomados pela Escola Politécnica de São Paulo para o aperfeiçoamento de seu preparo técnico em determinados ramos da indústria.

Tratava-se o IPT de um órgão oficial de caráter técnico, que gozava de liberdade ampla e irrestrita, subordinado diretamente ao Secretário da Educação e Saúde Pública para alguns fins e à Escola Politécnica de São Paulo, para outros.

O Diretor do IPT era escolhido pela Congregação da Escola Politécnica e contratado pelo governo, cabendo a ele a administração do Instituto, mas havia um controle exercido por um Conselho.

O Conselho era nomeado pelo Governo, renovável pela metade de 2 em 2 anos, e composto por oito membros: quatro professores da Congregação da Politécnica, por ela designados; dois industriais e dois engenheiros escolhidos em listas tríplexes fornecidas pelas respectivas associações de classe. As funções dos membros do Conselho eram consideradas relevantes e não eram remuneradas^(1,p72).

Figura 3.1.8. Pessoal do Instituto de Pesquisas Tecnológicas^(1, p.73).



3.2 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT NO PERÍODO DE 1934 A 1950

O decreto N°6375 de abril de 1934 que cria o IPT, também cria a Seção de Metrologia, destacando para a chefia o engenheiro João Luis Meiller. A essa Seção também foi atribuída a função oficial de laboratório estadual de metrologia, devendo, assim, ser um dos elos estaduais entre o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) e as aferições municipais^(1,p82).

Para exercer sua missão metrológica, a Seção de Metrologia recorreu diretamente ao Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM), adquirindo na Europa um quilograma padrão e um metro-padrão de alta precisão, de cuja verificação rigorosa se incumbiu o BIPM. Além disso, uma aparelhagem moderna de grande perfeição, fornecida por empresas de renome mundial dá a essa Seção a possibilidade de realizar as medidas e verificações exigidas para as funções a que foi atribuída e, eventualmente, para outras futuras, com toda a segurança e com uma precisão até superior à que seria necessária^(2,p14).

Figura 3.2.1. Metro-padrão adquirido pelo IPT na década de 1930 e certificado pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas (Acervo IPT).

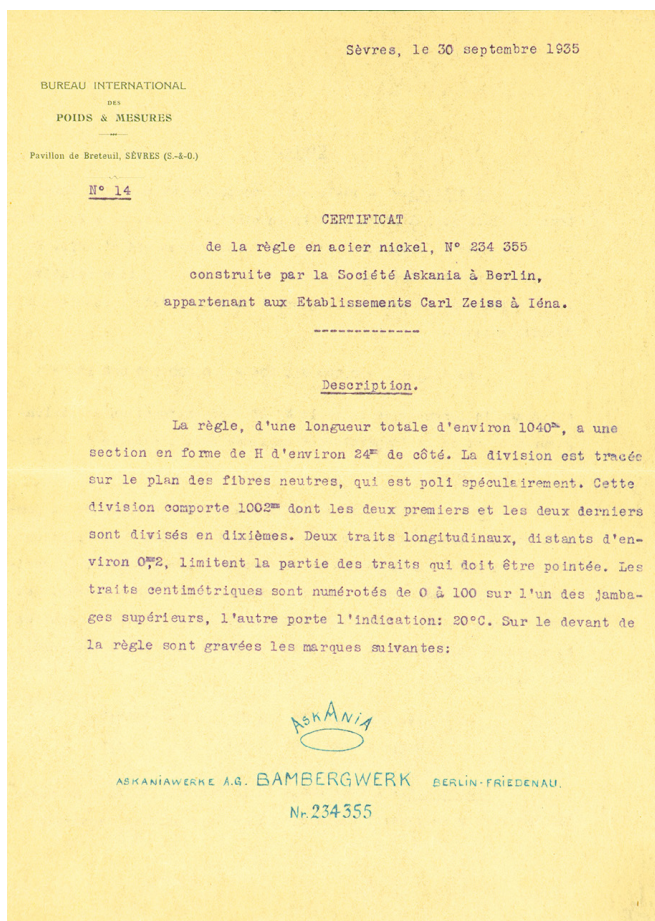
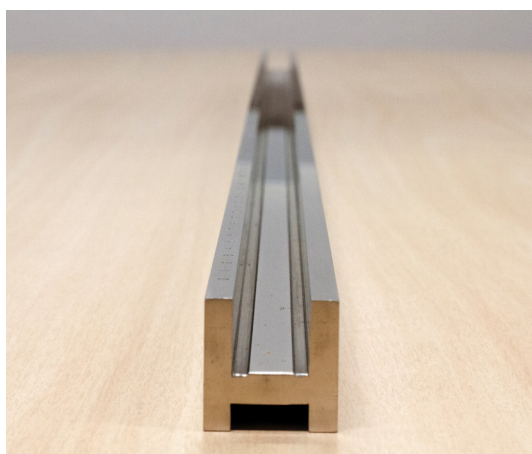


Figura 3.2. Quilograma padrão, adquirido pelo IPT na década de 1930 e certificado pelo Bureau International de Pesos e Medidas (Acervo IPT).



BUREAU INTERNATIONAL
des
POIDS & MESURES
Pavillon de Breteuil, SEVRES (8-4-6)
N° 23

Le 6 novembre 1937.

CERTIFICAT
d'un kilogramme en laiton doré
appartenant à
l'Institut de Pesquisas Technologicas
do Estado de São Paulo
(Addition au certificat du 18 mars 1935)

Le kilogramme a été comparé à l'aide de la balance Bunge, aux deux kilogrammes prototypes n°s 9 et 21, en platine iridié, appartenant au Bureau international. Il a été fait trois comparaisons entièrement indépendantes, la première avant les pesées hydrostatiques qui ont servi à déterminer le volume du kilogramme en laiton, les deux autres, après.

Ces comparaisons ont donné les valeurs suivantes:

999 997,46 mg	avant
999 995,89	} après
999 995,87	

qui indiquent une diminution notable de la masse du kilogramme pendant son séjour dans l'eau. On a finalement adopté pour la valeur de la masse du kilogramme, la moyenne suivante des deux dernières comparaisons:

Masse du kilogramme = 999 995,88 mg .

Ce résultat peut être considéré comme exact à deux ou trois unités près du dernier chiffre inscrit.

La densité moyenne du kilogramme a été déterminée par des pesées hydrostatiques exécutées à l'aide de la balance Rueprecht n° 6 du Bureau international. La valeur du volume définitif, réduite à 0°, en admettant pour la dilatation cubique du laiton le coefficient

$56,4 \cdot 10^{-6}$,

a été trouvée égale à

119,375 7 ml .

Ce résultat correspond à une densité à 0°, de 8,376 9.

Toutes les comparaisons ont été exécutées en septembre/octobre 1937 par M. A. Bonhore, Adjoint du Bureau international.

Le Directeur du Bureau,
A. Pérard
A. Pérard.

Assim, em 1936 a Seção de Metrologia do IPT, já dispunha de aparelhagens que permitiam a verificação precisa e a eventual retificação ou padronização dos aparelhos de grandezas indicadas no Quadro 1, a execução de medidas de precisão de qualquer das grandezas indicadas no Quadro 1, estudos de qualquer assunto metrológico de interesse prático, como, entre vários, a padronização ou a normalização de dimensões e formas de produtos e o projeto de aparelhos para executar medidas de interesse da indústria^(2,p17).

Quadro 3.2.1 – Aparelhagens da Seção de Metrologia do IPT em julho de 1936^(2, p.15)

Grandeza	Tipo de aparelho
Para dimensões lineares	Escalas graduadas, trenas, calibres fixos de qualquer tipo. Paquímetro e palmers (micrômetros)
Para volumes	Medidas de diversos tipos, recipientes e vasos graduados, barris, pipas, reservatórios, vagões-cisternas, medidores de fluidos (água, gasolina, etc.)
Para massas	Pesos e balanças de qualquer tipo
Para densidade	Densímetros, alcoômetros e aerômetros
Para forças	Dinamômetros e "crushers"
Para pressões, tiragens e vácuos	Barômetros, manômetros, indicadores de tiragem e vacuômetros
Para temperaturas	Termômetros e pirômetros
Para umidade	Higrômetros e psicrômetros
Para tempos	Conta-segundos

Figura 3.2.3. Vista Parcial de bancada do Laboratório da Seção de Metrologia que tinha entre suas atribuições a de órgão estadual de pesos e medidas, ano 1936 (Acervo do IPT).

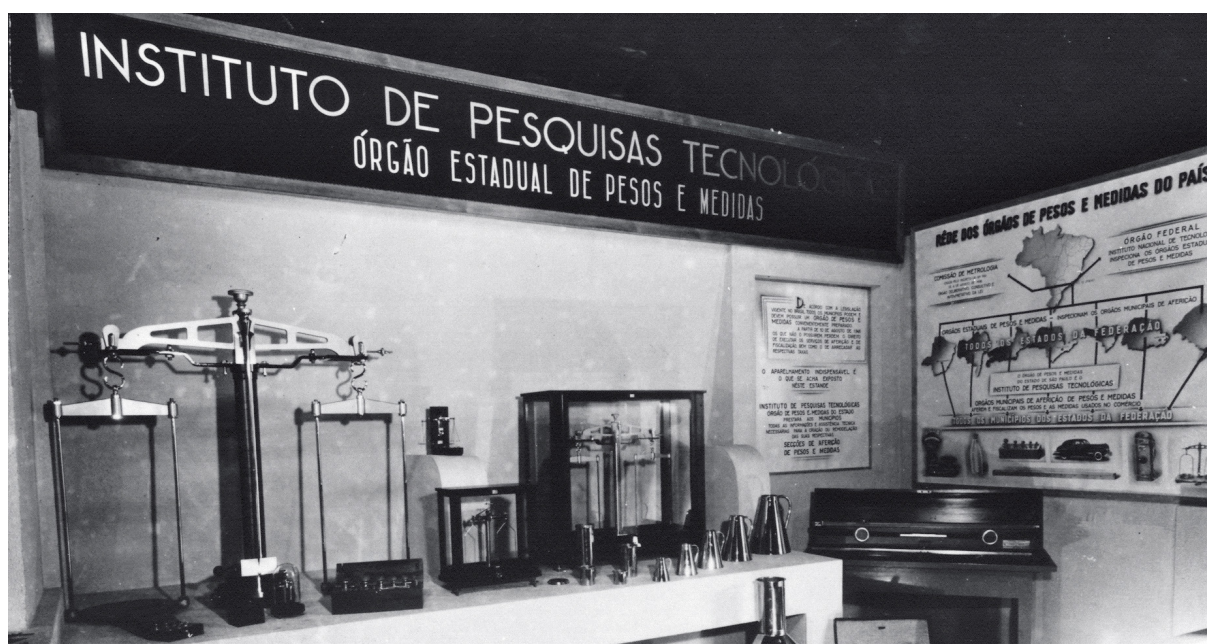


Figura 3.2.4. Vista parcial da sala de medidas de alta precisão do IPT . Da esquerda para a direita: Balança Ruetrecht para pesar até 5 kg, sensível ao décimo de mg; Barômetro, para a correção de pesagens; Balança range, para pesar até 200 gramas, sensível ao centésimo de mg; Posto de observação da balança Ruetrecht^(2, p.16).

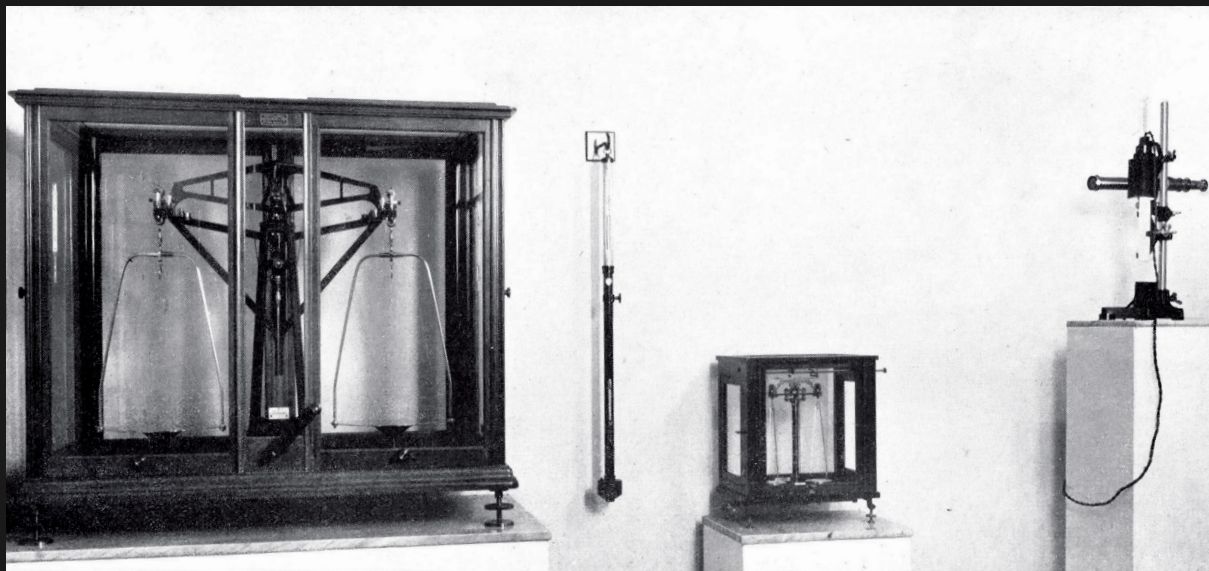


Figura 3.2.5. Imagem de comparador transversal do IPT, para medir até 1,30 m ao décimo de micron, estando instalado para a respectiva comparação, pertencente ao IPT e outro em latão, da seção retangular, pertencente a prefeitura de São Paulo^(2, p.31).

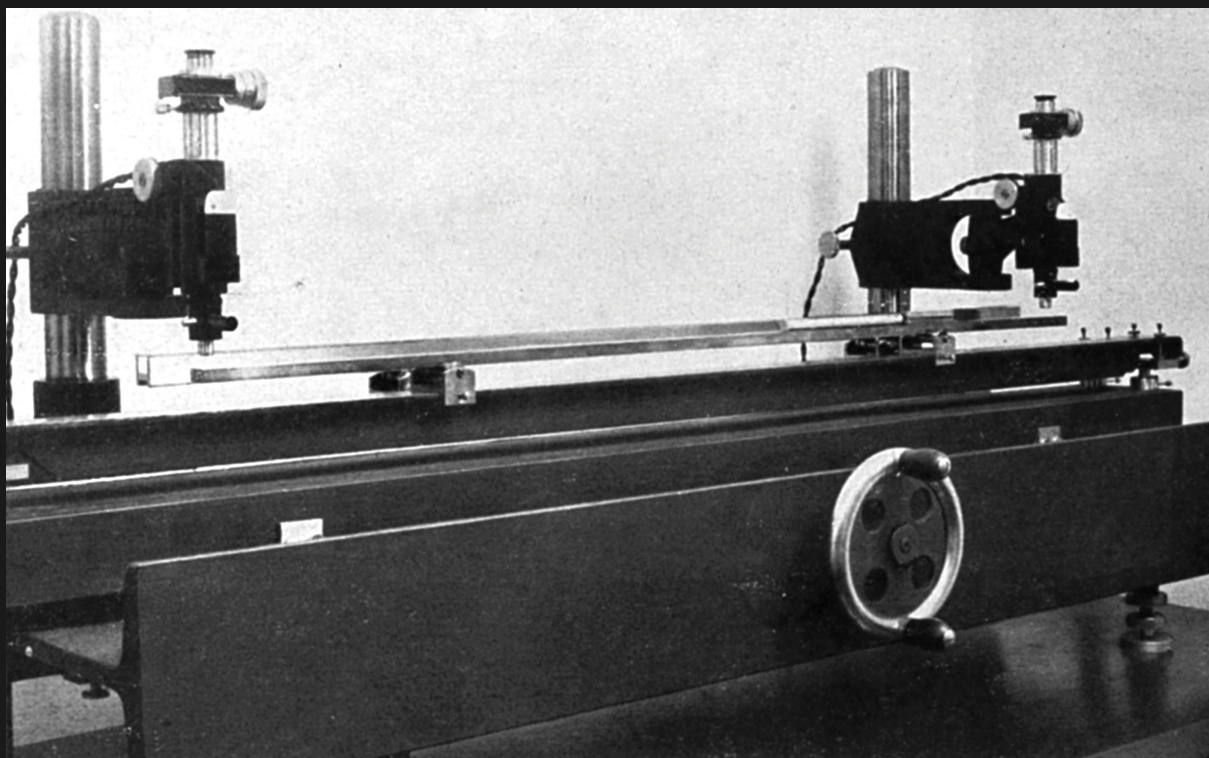


Figura 3.2.6. Imagem de termômetro sensível a 0,01°C utilizado no comparador. O contato térmico com o padrão é conseguido por intermédio de uma peça de chumbo na qual o bulbo repousa envolvido em uma folha de estanho, ao mesmo tempo que uma tampa de madeira o protege contra a radiação^(2, p.32).

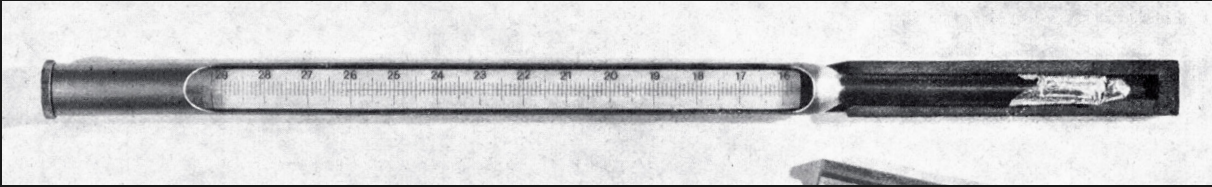


Figura 3.2.7. Imagem de padrões de comprimento de topos, representado por blocos padrão, cujo comprimento L é exato, a 20°C, com precisão da ordem $\pm (0,1\mu + L/500\ 000)$. Os blocos aderem fortemente entre si por simples contato, permitindo realizar padrões compostos de comprimento qualquer, como se vê, por exemplo, à direita da imagem^(2, p.35).

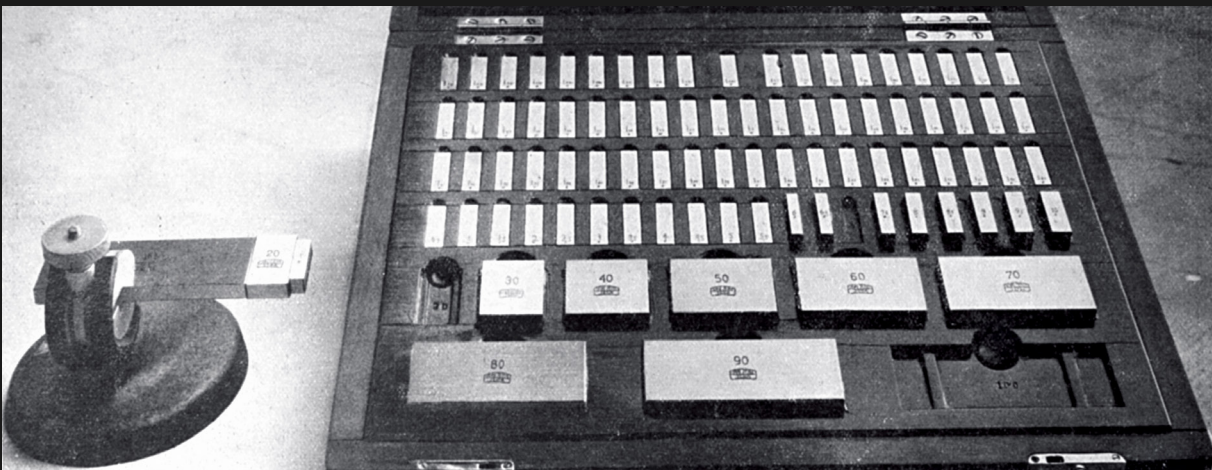


Figura 3.2.8. Imagens de alguns dos instrumentos para medidas de precisão da Seção de Metrologia do IPT. Da direita para a esquerda: Optímetro Zeiss, sensível no décimo de micron; Indicador de espessura Palmer; e microscópio de medição, sensível ao micron^(2, p.36).

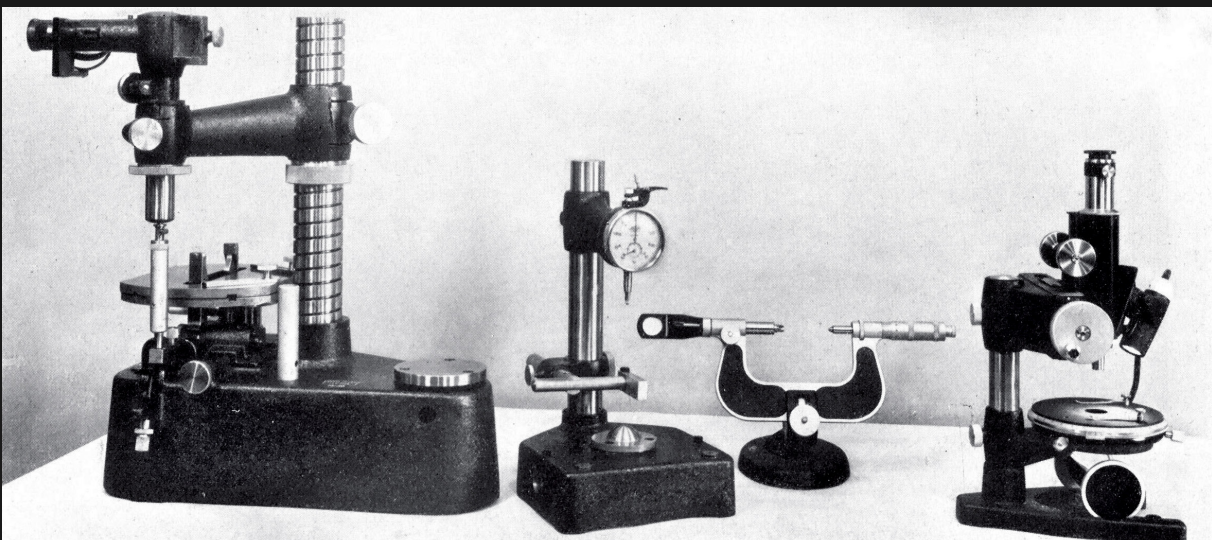
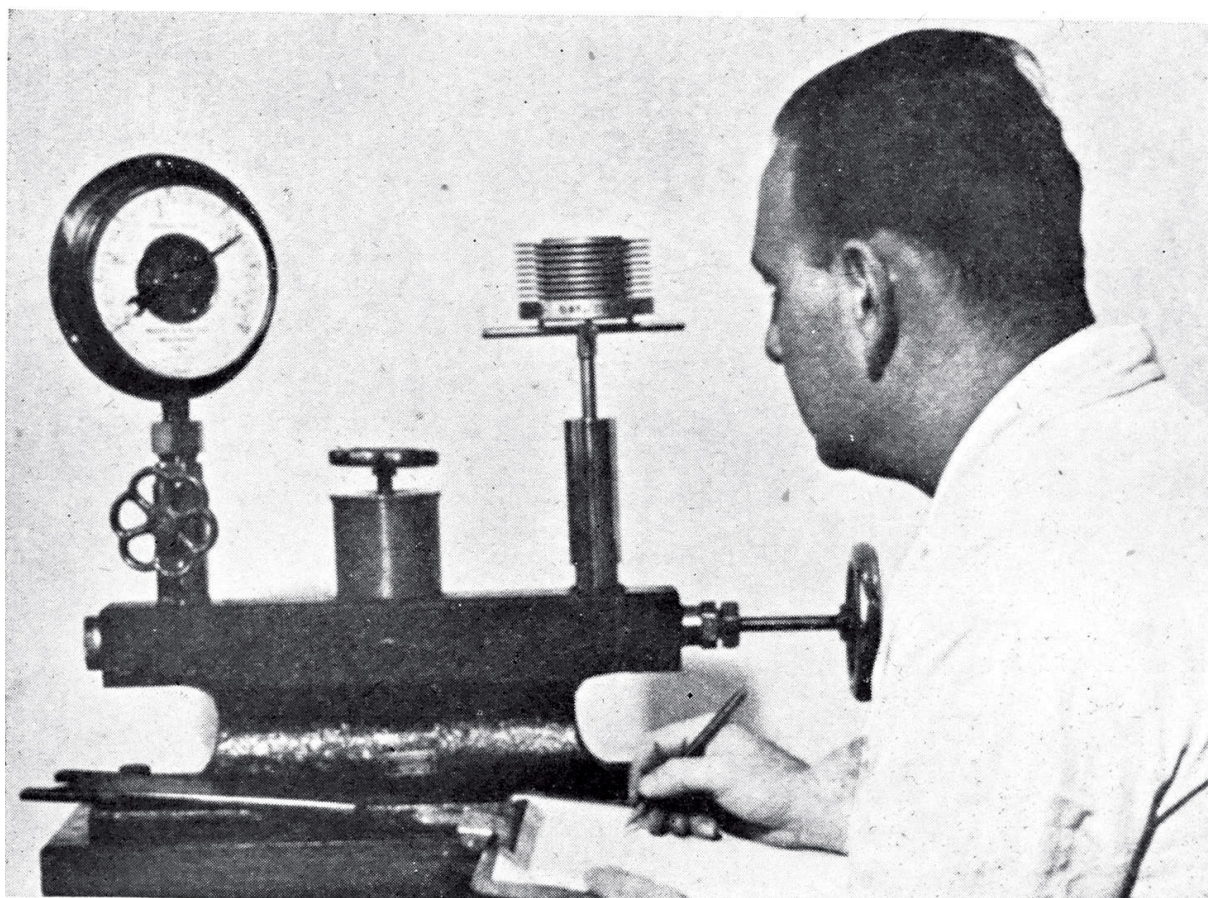


Figura 3.2.9. Imagem da aferição de manômetro^(2, p.104).

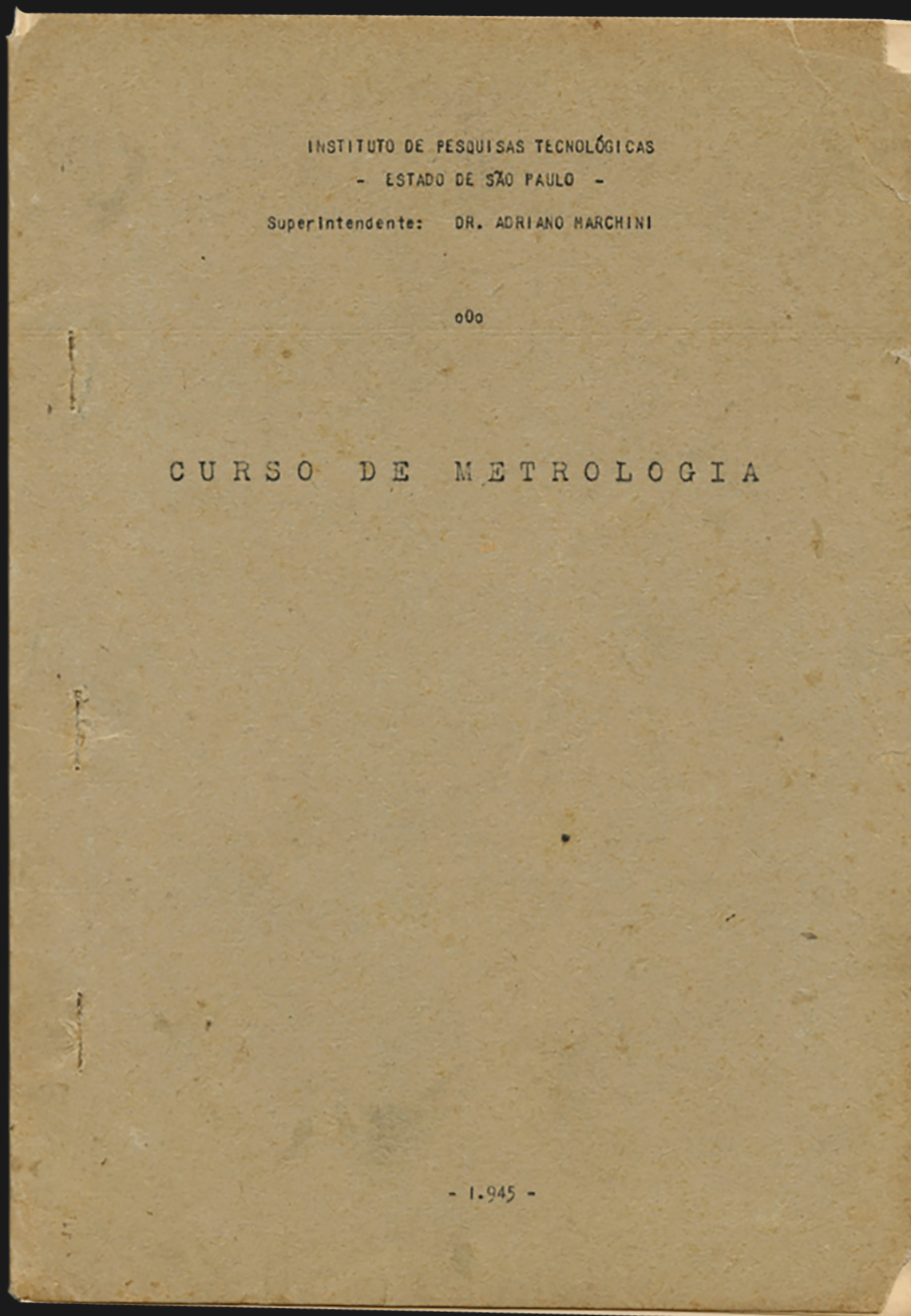


Em 1941, já era sensível o aumento de trabalhos na Seção de Metrologia, cujo representante participava das reuniões da Comissão de Metrologia, criada pelo Decreto-lei 592, editado pelo Presidente da República. Essa Comissão discutia resoluções importantes, referentes à disseminação, aplicação e interpretação das novas disposições legais sobre pesos e medidas^(3,p25).

A Seção de Metrologia, além da colaboração com as demais seções do Instituto, sobretudo no trabalho de aferição de máquinas de ensaio, ampliava seu escopo de atuação em subseções, como por exemplo a de verificação de aparelhos de bordo de asas de aviões e a de uma oficina mecânica de precisão, destinada a reparos de instrumentos defeituosos^(3,p25; 4, p23).

O ensino de Metrologia também estava entre as atividades da Seção de Metrologia do IPT. Em 1944^(5, p26) a Seção preparou e organizou um curso para Metrologistas. Em 1945 ocorreu o primeiro Curso de Metrologia de São Paulo, destinado à preparação de pessoal habilitado a ocupar cargos técnicos nas repartições de pesos e medidas do País^(6,p30). O curso foi organizado nos moldes estipulados por lei e compreendia noções de matemática, de física, de legislação e de desenho técnico, além de exercícios práticos de aferição, de medidas e de instrumentos. Estágios em oficinas mecânicas e visitas a fábricas de balanças também faziam parte do curso^(6,p31).

Figura 3.2.10. Imagem da capa da apostila do Curso de Metrologia, 1945 (Acervo IPT).



INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

- ESTADO DE SÃO PAULO -

SuperIntendente: DR. ADRIANO MARCHINI

ooo

CURSO DE METROLOGIA

- 1.945 -

A Seção de Metrologia do IPT foi encarregada pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT) de elaborar projetos de normas e instruções indispensáveis à aplicação da lei de metrologia brasileira, a serem aprovados pelo Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio^(6,p30). Em 1946 os projetos de norma encaminhados para aprovação^(7 p26) foram referentes à:

- Medição de comprimento;
- Medidas de comprimento;
- Medidas de comprimento de tipo aprovado;
- Medição de volume;
- Medidas de volume;
- Medidas de volume de tipo aprovado;
- Medidas de capacidade;
- Medidas de capacidade para secos de tipo aprovado;
- Frascos graduados de vidro;
- Alterações da Portaria Ministerial já publicada e referente às balanças e pesos.

Desde 1938, o IPT possuía delegação de atribuições metrológicas a título precário, concedida pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT), que o habilitava a ocupar posição oficial na rede de órgãos executores da legislação metrológica do País. Essa atribuição passou a ser efetiva a partir da Portaria n°46 emitida pelo INT em 10 de dezembro de 1949, sendo assinado no dia 12 de dezembro do mesmo ano o termo de acordo entre o INT e IPT, referendado na forma de lei pelo Ministro da Indústria e Comércio da época^(10,p37). Cabe ressaltar que o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) era um dos órgãos executivos da política metrológica do país, tendo sido alçado a essa posição pelo decreto de Lei n°592 de 10 de julho de 1938.

A década de 1940 foi especialmente profícua para a Seção de Metrologia do IPT, que projetou e realizou número apreciável de padrões e aparelhos. Merece menção a máquina de 70 toneladas de capacidade para ensaiar grandes tubos de concreto a compressão diametral^(9,p27). Além disso, para órgãos metrológicos estaduais e municipais, foram executados e aferidos dezenas de quilogramas padrão, metros padrão e de comparadores. O Quadro que segue mostra as principais entidades atendidas no ano de 1945^(9, p27).

Figura 3.2.11. Imagem de equipamento para compressão diametral de tubos de grandes dimensões, projetado e construído pelo IPT^(1, p.123).



Quadro 3.2.2. Entidades atendidas em 1945 e aparelhos executados e aferidos para elas pela Seção de Metrologia do IPT^(9, p.27).

Órgão metrológico	Aparelhos executados e aferidos
Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul	Um comparador tipo B Um metro padrão secundário Várias coleções de pesos padrão
Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais	Dois anéis dinamométricos
Prefeitura de Ribeirão Preto	Um comparador tipo C Um metro padrão terciário Um quilograma padrão terciário Várias coleções de pesos padrão
Prefeitura de Mogi das Cruzes	Um comparador tipo C Um metro padrão terciário Um quilograma padrão terciário Várias coleções de pesos padrão
Prefeitura de Santo André	Um comparador tipo C Um metro padrão terciário Um quilograma padrão terciário Várias coleções de pesos padrão
Prefeitura de Guarulhos	Um comparador tipo C Um metro padrão terciário Um quilograma padrão terciário Várias coleções de pesos padrão
Prefeitura de Santos	Um comparador tipo C Um metro padrão terciário
Prefeitura de Curitiba	Um comparador tipo C Um quilograma padrão terciário Várias coleções de pesos padrão
Escola de Engenharia de Juiz de Fora	Um metro padrão secundário Um quilograma padrão secundário
Instituto de Eletrotécnica	Um metro padrão terciário

A estrutura simples e flexível do IPT dos primeiros anos de sua existência tornava-se a cada dia mais complexa, devido ao aumento do pessoal e de atividades, e passou a apresentar dificuldades no campo administrativo o que remeteu à necessidade de dar ao Instituto uma nova estrutura, com feições autárquicas mais definidas.

O Decreto-Lei N°13979, de 16 de maio de 1944, promulgado pelo interventor Fernando Costa erigiu o IPT à condição de autarquia, com personalidade jurídica, patrimônio próprio e sede no foro de São Paulo. Foram

mantidos em toda sua plenitude os vínculos culturais e didáticos que o ligavam à Universidade e à Escola Politécnica e foi atribuída ao IPT a dupla tutela: da Congregação da Escola Politécnica, no concernente às suas finalidades e da Secretaria da Fazenda, relativamente às suas atividades econômicas-financeiras^(2, p76).

Nessa nova estrutura, o "Conselho" passou a ser denominado "Conselho Administrativo" e foi acrescido por um membro da Secretaria da Fazenda. Tal Conselho passou a ter a função de supervisor e orientador supremo do IPT e seus membros a ter remuneração.

A chefia do IPT seria exercida por um Superintendente, escolhido pelo Governo Estadual, com base em uma lista tríplex indicada pelo Conselho Administrativo^(1, p77). As finalidades do IPT foram ampliadas e discriminadas de modo mais completo, nelas incluindo ou salientando as ações de fomento às indústrias, os estudos em escala semi-industrial, as determinações experimentais visando a fiscalização técnica de contratos do Governo com terceiros, a atuação metrológica oficial, a especialização de técnicos e, por fim, a pesquisa científica e cultural^(1, p77).

Em 1950 o IPT apresentava a estrutura organizacional mostrada na Figura 3.2.12, onde a Seção de Metrologia está destacada em um círculo vermelho, sendo uma das atividades fins do Instituto. Também nesta data era superintendente titular do IPT Adriano José Marchini e Superintendente substituto Francisco João Humberto Maffei.

Figura 3.2.12. Organograma do IPT em 1950^(1, p.76).

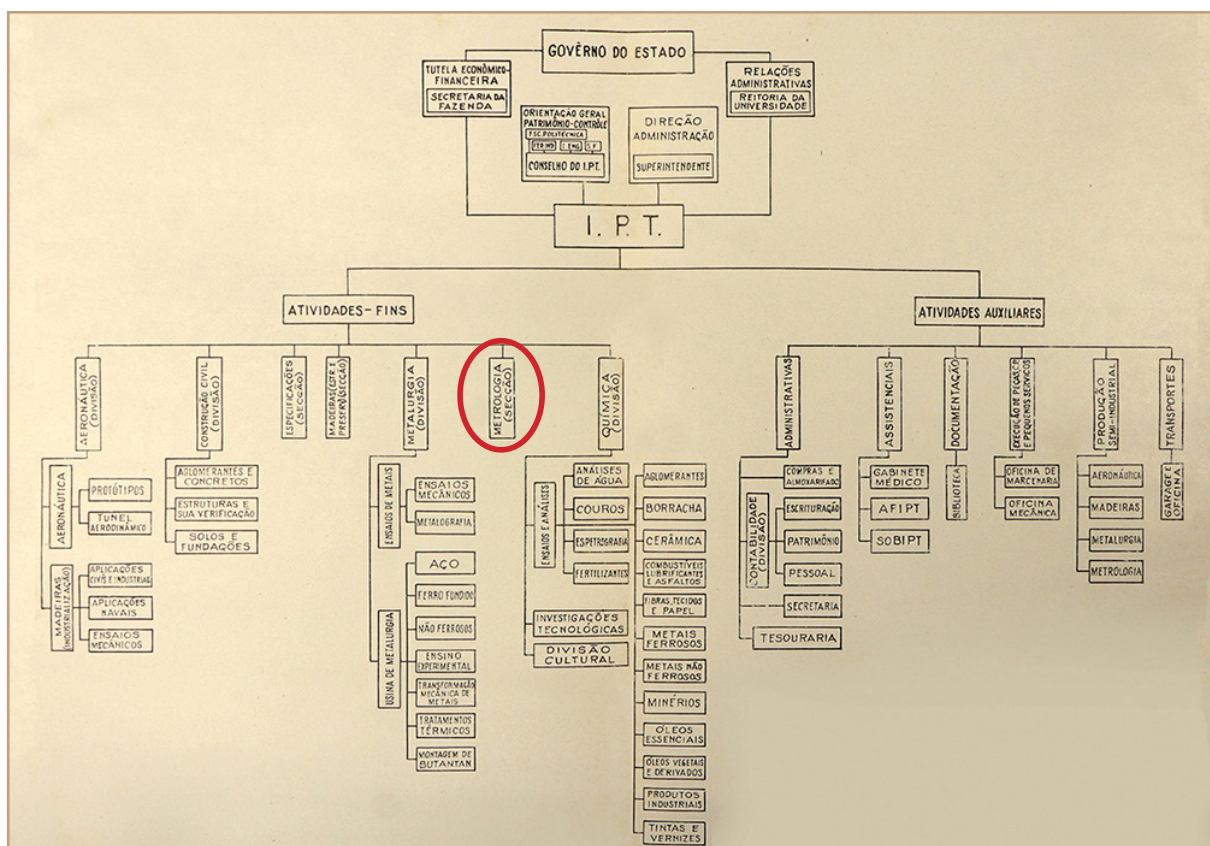


Figura 3.2.13. Adriano José Marchini. Superintendente com gestão iniciada em 1939, destacada pela transformação do Instituto em autarquia e pelo espaço e recursos assegurados para sua expansão na cidade Universitária^(1, p.9).



Figura 3.2.14. Francisco João Humberto Maffei Superintendente substituto desde 10/03/1949. Organizou e chefiou o setor de química do IPT. Professor catedrático de Físico-química e Eletro-química da Escola Politécnica^(12, p.10).



O Decreto-Lei N°13979, de 16 de maio de 1944 rege que o IPT deve submeter anualmente ao Conselho de Administração um relatório das atividades desenvolvidas pelo Instituto. O Conselho de Administração por sua vez deve emitir um parecer sobre esse relatório. Ao longo dos anos seguintes, esses relatórios vêm a se constituir em documentos valiosos para o acompanhamento do crescimento e da história do IPT^(1, p.74).

Outra questão que surgiu na década de 1940 é que dispendo de uma gleba de aproximadamente 8000 m² então entre a Rua Três Rios, hoje Praça Coronel Fernando Prestes, e a Rua dos Bandeirantes, na cidade de São Paulo, necessitava o IPT de novas áreas para expandir. Na sede em que se encontrava, o IPT tinha de um lado a Escola Politécnica e de outro o Instituto de Eletrotécnica. Assim, encontravam-se as três entidades sufocadas em um quarteirão sem possibilidade de expansão. Em véspera de receber fornos, martelos de forja, laminadores e outras aparelhagens pesadas para a Usina de Metalurgia, via-se a instituição impossibilitada de providenciar a imediata montagem daquele material^(1, p.88).

Foi aventada a hipótese, então concretizada, de transferência das instalações do IPT para uma ampla gleba do Estado, no distrito do Butantã, dentro dos planos do Governo quanto à futura Cidade Universitária. Tratava-se de um terreno com área superior a 100 alqueires e que no sentido tecnológico satisfaziam aos fins visados: planos de fácil acesso, possuindo energia elétrica de alta tensão, água industrial, água potável e possibilidade de fácil ligação ferroviária em ambas bitolas correntes. Da gleba é reservado ao IPT 240.000 m². Essa área foi demarcada ao lado das futuras instalações da Escola Politécnica e do Instituto de Eletrotécnica. Começa, assim, em meados de 1944 o início da transferência do IPT para a campus da Cidade Universitária, onde hoje se situa^(1,p88).

Figura 3.2.15. Imagem do Pavilhão da Usina de Metalurgia na Cidade Universitária, no Distrito do Butantã^(1, p.89).



3.3 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT NO PERÍODO DE 1951 A 1970

O IPT inicia o período de 1951 a 1970 com a estrutura mostrada no item anterior, e submete anualmente, como já mencionado, um Relatório de Atividades para o Conselho de Administração, o qual emite seu parecer sobre o mesmo.

A título de ilustração, a figuras que seguem mostram a capa do Relatório de Atividades de 1951 e imagens da composição do Conselho de Administração, de texto do superintendente endereçando o relatório ao Conselho de Administração e do parecer dado por três de seus membros.

Figura 3.3.1. Capa do Relatório de Atividades desenvolvidas no IPT no ano de 1951^(1, capa).

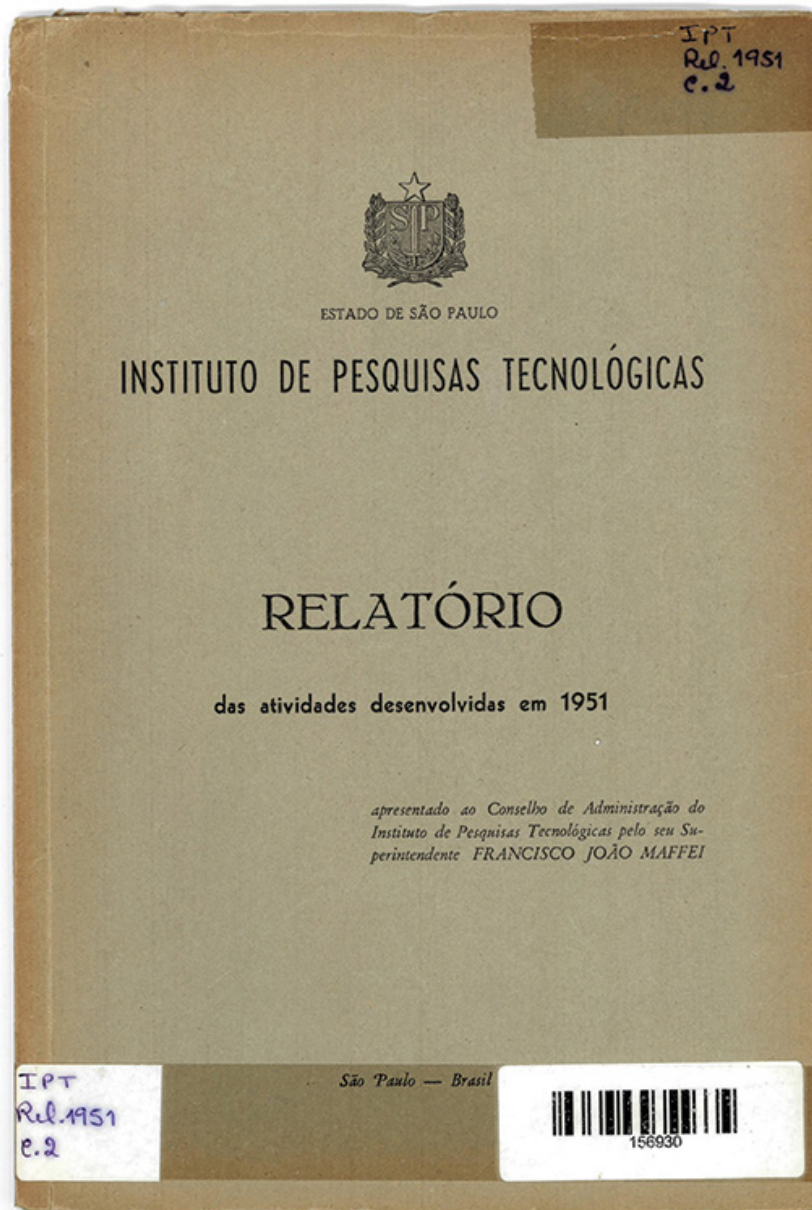


Figura 3.3.2. Imagem da página 5 do Relatório de Atividades desenvolvidas no IPT no ano de 1951^(1, p.5).

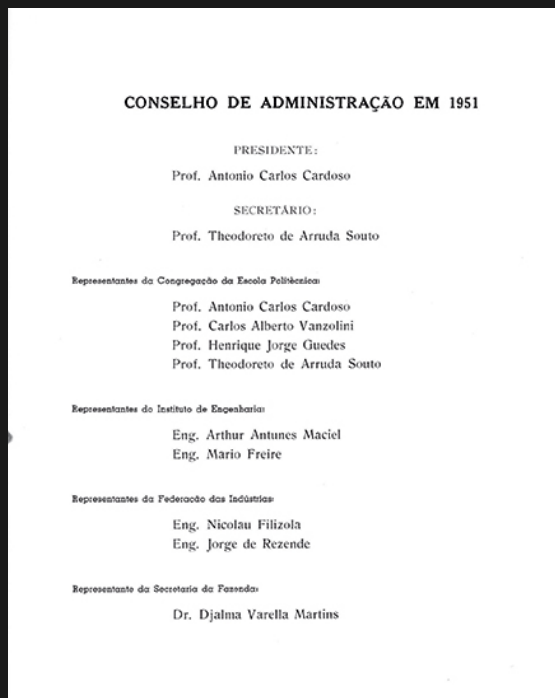


Figura 3.3.4. Imagem da página 8 do Relatório de Atividades desenvolvidas no IPT no ano de 1951^(1, p.7).

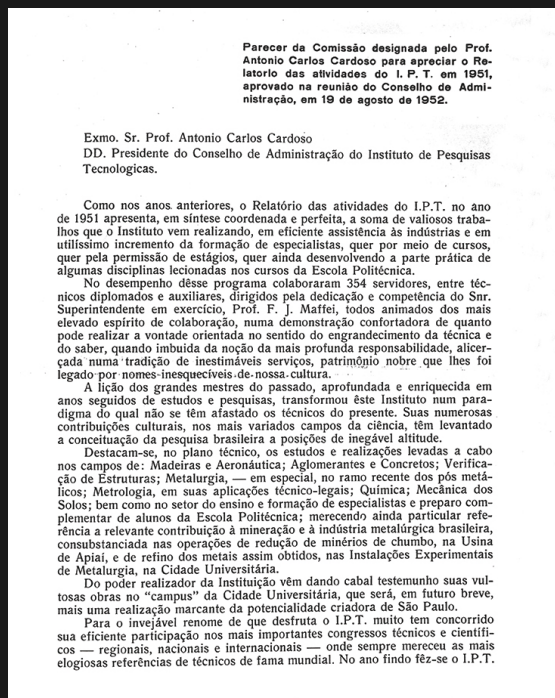


Figura 3.3.3. Imagem da página 7 do Relatório de Atividades desenvolvidas no IPT no ano de 1951^(1, p.9).

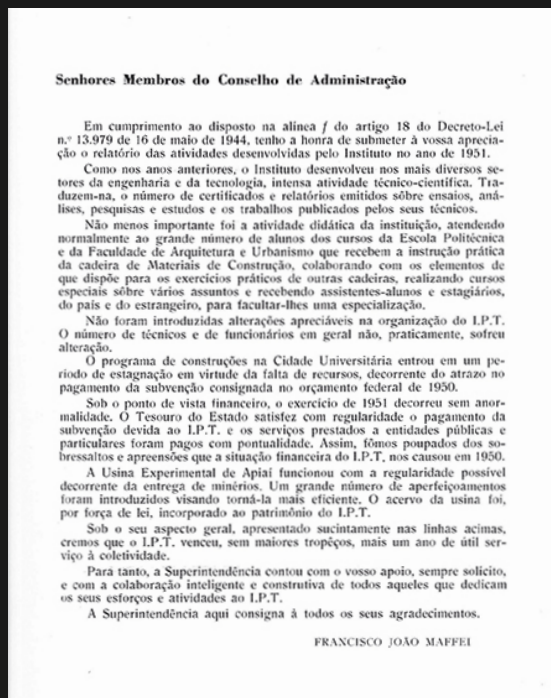
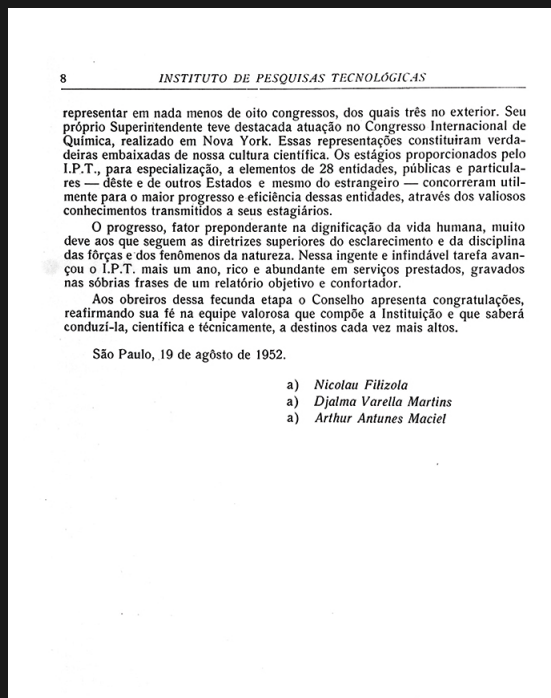


Figura 3.3.5. Imagem da página 9 do Relatório de Atividades desenvolvidas no IPT no ano de 1951^(1, p.8).



Os Relatórios de Atividades consistem na apresentação para o ano de dados referentes: ao corpo técnico; ao movimento de consultas e ensaios; às atividades tecnológicas de destaque; ao balanço financeiro e patrimonial.

O IPT também inicia o período de 1951 a 1970 dando continuidade às suas ações voltadas à ciência aplicada, abrangendo: pesquisa e aplicação de novos processos e métodos industriais; estudos e pesquisas no campo da engenharia civil; aplicação e desenvolvimento da metrologia; formação de especialistas; fomento industrial por meio de ensaios e análises.

As atividades da instituição, de modo geral, se caracterizam pela execução de tarefas a cargo das diversas seções especializadas do IPT. Estas tarefas se resumiam em^(1,p11):

- assistência às indústrias em problemas de produção e do respectivo controle, envolvendo estudos, pesquisas, reprodução de máquinas, ensaios e análises;
- incremento da formação de especialistas, por meio de cursos e pela manutenção de assistentes-alunos da Escola Politécnica;
- Incremento da formação de especialistas, por estágios nas suas várias seções, a engenheiros e técnicos de indústrias, estradas de ferro e departamentos públicos do país e de nações amigas; e
- ensino da parte prática de várias cadeiras dos cursos da Escola Politécnica.

No período de 1951 a 1960 os trabalhos da Seção de Metrologia do IPT crescem e diversificavam, tendo essa Seção atuação importante tanto em serviços tecnológicos como em formação de metrologistas. Além disso, o IPT como órgão metrológico estadual oficial, por meio da Seção de Metrologia exerce a função de delegar atribuições metrológicas legais a municípios do Estado de São Paulo e fornecer padrões.

O Quadro que segue mostra algumas das atividades executadas pela Seção de Metrologia do IPT no período de 1951 a 1960. Nesse período, houve colaboração com diversas prefeituras do Estado de São Paulo na criação de seus respectivos serviços metrológicos legais. Nas prefeituras que não desejaram ter seus próprios serviços dessa natureza, as funções fiscalizadoras foram desempenhadas pelo próprio IPT^(3,p46). Também deve ser destacado o caráter colaborativo da Seção de Metrologia, por exemplo, a pedido da Comissão de Compras do Estado de São Paulo elaborou estudos de normas para recepção de máquina operatrizes^(2,p35).

Quadro 3.3.1. Algumas atividades da Seção de Metrologia do IPT no período de 1951 a 1960.

Atividade	Exemplos
Aferição de medidores de gás	<ul style="list-style-type: none"> - 1951^(1, p25): emitidos 225 boletins referentes à verificação de 21.128 medidores de gás, serviço que teve continuidade no ano de 1952^{2, p24} - 1954^(4, p11): incrementado o trabalho de aferição executados na Companhia de Gás para a Prefeitura de São Paulo. Foram verificados 46.844 medidores com a emissão de 658 boletins.
Medição de deformações diametrais de paredes de túneis	<ul style="list-style-type: none"> - 1951^(1, p25): Serviço realizado para a Companhia Hidroelétrica de São Francisco na construção da Usina de Paulo Afonso, Bahia - 1952^(2, p24): serviço realizado na ampliação das usinas hidroelétricas de Cubatão^(2, p24).
Fabricação de padrões para órgãos estaduais e municipais	<ul style="list-style-type: none"> - 1953^(3, p39): fabricados 7 metro-padrão e 3 quilogramas- padrão, terciários). - 1954^(4, p20): foram fornecidos aparelhos e padrões aos órgãos metrológicos das Prefeituras de Campinas, São José do Rio Preto, Sorocaba, Lins, São Carlos e Poços de Caldas. - 1958^(8, p19): fornecido à prefeitura de Taubaté, para instalação de seu gabinete de aferição de pesos e medidas: 1 comparador universal, 1 quilograma-padrão, 1 metro-padrão e uma coleção de pesos padrão de 1 grama a 100 gramas.
Cursos para formação de metrologistas	<ul style="list-style-type: none"> - 1955^(5, p18): formou 6 metrologistas - 1957^(7, p21): formou 5 metrologistas e 5 auxiliares de metrologia. - 1960^(8, p11): formou 12 metrologistas e 3 auxiliares de metrologistas.
Oferecimento de estágios	<ul style="list-style-type: none"> - 1952^(2, p32): recebeu 3 estagiários, sendo um do Instituto de Investigaciones Y Ensayos de Materiales do Chile e dois da Companhia de Máquinas Hobart-Dayton do Brasil.
Capacitação de pessoal próprio	<ul style="list-style-type: none"> - 1954^(4, p26): um de seus engenheiros permaneceu 3 meses nos Estados Unidos, no National Bureau of Standards, Washington, onde fez estágio de especialização em medição de temperaturas.

Figura 3.3.6. Imagem de aferição de medidores de gás. A Seção de Metrologia do IPT colabora com a prefeitura de São Paulo, verificando todos os aparelhos para assegurar ao consumidor a justa medição da quantidade de gás consumido^(1, p.25).



Figura 3.3.7. Imagem de quadro demonstrativo das principais unidades de medida, organizado pela Seção de Metrologia do IPT com o objetivo de colaborar na campanha de generalização do sistema métrico legal no país. O quadro, de 118 cm X 82 cm, foi distribuído a casas de ensino de São Paulo^(1, p.26).

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA (MINISTÉRIO DO TRABALHO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO)

SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

O SISTEMA MÉTRICO DECIMAL
foi criado na França, no século dezeto. É hoje adotado oficialmente pela grande maioria das nações.
No Brasil, é o único sistema que pode ser usado legalmente. (Decreto-lei N.º 592, de 4 de Agosto de 1938 e Regulamento baixado pelo Decreto N.º 4257, de 16 de Junho de 1939)

O padrão fundamental da unidade de MASSA é uma peça cilíndrica feita de uma liga de platina e irídio, igual a 1 QUILOGRAMA (1 kg)



1 quilograma

O padrão fundamental da unidade de COMPRIMENTO é uma régua com seção em forma de X, feita de uma liga de platina e irídio. A distância entre dois traços gravados perto de suas extremidades é, por definição, igual a 1 METRO (1m)



CADA PÉSO REPRESENTA A MASSA, CUJO VALOR ESTA NÉLE GRAVADO

PADRÃO
é a representação material da unidade de uma grandeza. Os padrões internacionais fundamentais do sistema métrico estão conservados em PARIS, na "Repatrição Internacional de Pesos e Medidas."

SÉRIE DE PESOS ATÉ 1 QUILOGRAMA:



1 kg 500g 200g 100g 50g 20g 10g 5g 2g 1g



UNIDADES, MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS USUAIS DAS GRANDEZAS: COMPRIMENTO, ÁREA, VOLUME E MASSA/KG

GRANDEZA: COMPRIMENTO
Unidade: METRO (m)
Definição: Distância compreendida entre dois traços do padrão fundamental quando este se acha em determinadas condições (de temperatura, etc.)

VALOR	NOME	SÍMBOLO
1000 m	quilômetro	km
1 m	metro	m
0,1 m	decímetro	dm
0,01 m	centímetro	cm
0,001 m	milímetro	mm

GRANDEZA: ÁREA
Unidade: METRO QUADRADO (m²)
Definição: Área de um quadrado cujo lado tem 1 metro de comprimento.

VALOR	NOME	SÍMBOLO
1.000.000 m ²	hectárea quadrada	ha ²
10.000 m ²	ares quadrados	aa ²
100 m ²	centíares quadrados	ca ²
0,000.000 m ²	milíares quadrados	ma ²
100.000 m ²	hectare	ha
100 m ²	are	a
1 m ²	centiare	ca

GRANDEZA: VOLUME
Unidades: 1) METRO CÚBICO (m³)
2) LITRO (l)
Definições: 1) Volume de um cubo cujo aresto tem 1 metro de comprimento.
2) Volume de 1 quilograma de água destilada, junto de ar, à temperatura de 4 graus Celsius, e sob certa pressão.

VALOR	DESIGNAÇÃO	SÍMBOLO
1.000.000.000 l	centímetro cúbico	cc ³
1.000.000 l	metro cúbico	m ³
100.000 l	decímetro cúbico	dm ³
10.000 l	centímetro cúbico	cm ³
1.000.000.000 l	litro	l
100 l	hectolitro	hl
10 l	decalitro	dal
1 l	litro	l
0,001 l	mililitro	ml

QUADRO DAS DESIGNAÇÕES OFICIAIS, MENTE ADOPTADAS, DOS MÚLTIPLOS, SUBMÚLTIPLOS DECIMAIS DAS UNIDADES LEGAIS DE MEDIDA

Valor	Nome	Símbolo	Unidade
1.000.000	megá	M	Unidade
100.000	hectá	h	Unidade
10.000	deca	da	Unidade
1000	quilo	k	Unidade
100	hecto	h	Unidade
10	deca	da	Unidade
1	Unidade		Unidade
0,1	deci	de	Unidade
0,01	centí	ce	Unidade
0,001	milí	mi	Unidade
0,000.001	micro	μ	Unidade
0,000.000.001	nanó	n	Unidade
0,000.000.000.001	picó	p	Unidade
0,000.000.000.000.001	femto	f	Unidade
0,000.000.000.000.000.001	atô	a	Unidade

QUADRO ORGANIZADO PELO INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - DIVISÃO METROLÓGICA ESTADUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



Durante o ano de 1955, uma comissão integrada por membros do Conselho de Administração, pelo Superintendente e membros técnicos do IPT propuseram uma reorganização interna do IPT, visando maior uniformidade nas relações entre o IPT e os interessados em ensaios e pesquisas e propiciar aos técnicos maiores facilidades na ação que desenvolvem no campo da pesquisa. Deste trabalho resultou^(6,p9): a criação de uma Junta de Planejamento e Controle de Pesquisas (JPCP); a criação de novas seções e o desdobramento de antigas; e a criação do Regimento Interno das Atividades Técnicas do IPT.

Foram criadas 42 Seções Técnicas organizadas por temas^(10,p9), como mostra o Quadro 3.3.2. Os temas indicados no Quadro são aqueles que, de modo geral, vêm sendo apresentados nos Relatórios de Atividades anuais desde seu início, porém de forma livre.

Em agosto de 1962^(11, p8), por resolução do Conselho de Administração (CA) as seções técnicas do Instituto foram agrupadas em seis Divisões, cujos chefes passaram a constituir uma Junta Técnico-Administrativa (JTA). Foi criada também a função de Vice-Superintendente, sendo que este e o Superintendente faziam parte da JTA.

A partir dessa data os Relatórios de Atividades passaram a mostrar ações de destaque dessas Divisões. A Figura 3.3.8 mostra o organograma do IPT no ano de 1962, que permanece o mesmo até 1969.

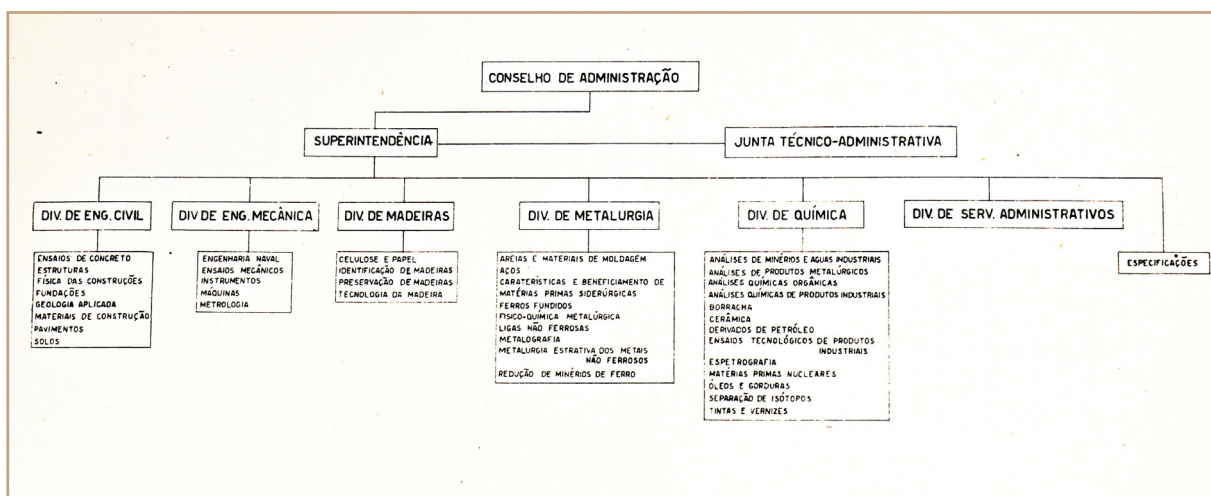
No ano de 1967, além das Seções agrupadas em Divisões criou-se a Seção de Especificações respondendo diretamente à Superintendência do IPT. Os serviços auxiliares do Instituto tais como Contabilidade, Restaurante, Transporte, Assistência Médica entre outros foram agrupados na Divisão de Serviços Administrativos.

Também havia a Junta Técnico-Administrativa (JTA), órgão colegiado que entre as várias atribuições que tinha estabelecia as diretrizes técnicas administrativas do IPT dentro do programa de suas atividades, anualmente aprovado pelo Conselho de Administração^(17,p9).

Quadro 3.3.2: Seções do IPT em 1961^(10, p.9).

Tema	Seção
Análises Químicas	Seção de análise de minérios e águas industriais Seção de análise química de produtos industriais Seção de análise se produtos metalúrgicos Seção de análise químicas orgânicas Seção de ensaios tecnológicos de produtos industriais Seção de espectrografia
Tecnologias Químicas	Seção de borracha Seção de celulose e Papel Seção de cerâmica Seção de centrífugas para isótopos Seção de derivados de petróleo Seção de matérias primas nucleares Seção de óleos e gorduras Seção de tintas e vernizes
Madeiras	Seção de identificação de madeiras Seção de preservação de madeiras Seção de tecnologia da madeira
Engenharia civil	Seção de ensaios de concreto Seção de estruturas Seção de física das construções Seção de fundações Seção de geologia aplicada Seção de solos
Metalurgia	Seção de Aços comuns e especiais Seção de areias de moldagem Seção de ferros fundidos Seção de físico-química metalúrgica Seção de ligas não ferrosas Seção de metalografia Seção de metalurgia extrativa
Metrologia e outros	Seção de ensaios mecânicos Seção de instrumentos Seção de máquinas Seção de metrologia Seção de modelos de embarcações Seção de especificações

Figura 3.3.8. Organograma do IPT em 1962^(11, p.11).



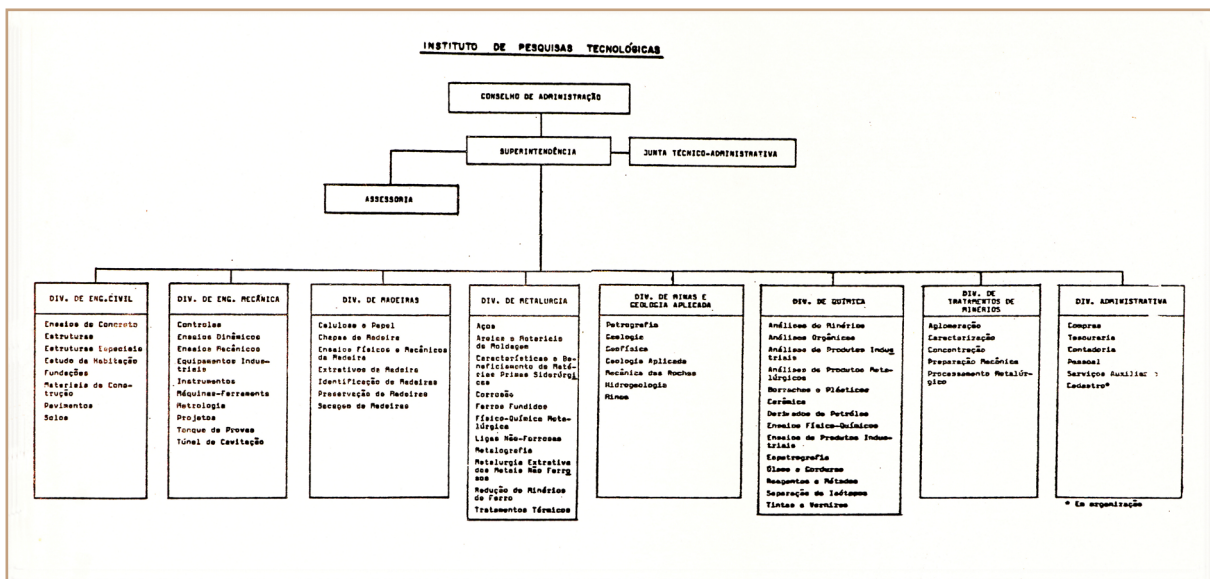
Com a morte do Superintendente do IPT, Francisco João Humberto Maffei, em 26 de janeiro de 1968, o qual permaneceu no cargo por 20 anos, Lino Afonso Lacerda Santos passa a exercer o cargo dessa data até 16 de agosto de 1968, quando o cargo passa para as mãos de Alberto Pereira de Castro, que na apresentação do Relatório das atividades desenvolvidas em 1968 direcionada ao Conselho de Administração ressalta que o Programa Estratégico do Governo da República, traz entre suas áreas estratégicas a de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e prevê o fortalecimento das principais instituições nacionais de pesquisa científica e tecnológica, assegurando-lhes recursos em prazo médio. Por sua vez o Governo Estadual cria em 1967 a Comissão Estadual de Tecnologia, de caráter temporário e, em 1968, o Conselho Estadual de Tecnologia^(18,p9).

Alberto Pereira de Castro informa ao Conselho Estadual de Tecnologia que dentro do panorama que se apresenta os esforços da Superintendência do IPT serão voltados, principalmente, para área externa da organização, objetivando^(18,p9): "(1) promover as relações com os vários departamentos de pesquisa e ensino técnico da Universidade; (2) reativar as relações do IPT com entidades de classe, associações de profissionais e grupos produtores; (3) aumentar os programas de colaboração do IPT com outros órgãos da Administração Estadual; (4) aproximar o IPT dos órgãos federais que estão encarregados da expansão da área tecnológica, dentro do Programa Estratégico de Desenvolvimento; (5) coordenar a ação do IPT com o Conselho Estadual de Tecnologia."

A gestão de Alberto Pereira de Castro como Superintendente, que permaneceu no cargo por 25 anos, começou com muitas mudanças. Através do Decreto N°52.326 de 16 de dezembro de 1969, o IPT para fins didáticos e científicos passou a ser uma Autarquia Associada à Universidade de São Paulo^{19, p5}. Neste mesmo ano as atividades desenvolvidas pelo IPT apresentam expansão considerável, devido à liberação integral da dotação orçamentária consignada pelo Governo do Estado e a recursos advindos do Plano de Integração e Desenvolvimento para ampliar serviços e importar equipamentos^(19,p5). Também se iniciam vários convênios de Assistência Técnica, como os com a CESP (Companhia Elétrica de São Paulo), a Petrobras, o DER (Departamento de Estradas de Rodagem) entre outros.

Em 1970 o IPT passa a ter sete Divisões Técnicas, com a inclusão da Divisão de Minas e Geologia Aplicada, conforme mostra a Figura que segue.

Figura 3.3.9. Organograma do IPT 1970^(20, p.20).



Na década de 1960, com a criação das Divisões Técnicas a Seção de Metrologia fica subordinada à Divisão de Engenharia Mecânica e com a criação do Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), em 1961, e dos órgãos metrológicos estaduais, os chamados Institutos de Pesos e Medidas (IPEM), perde o IPT a função oficial de laboratório estadual de metrologia, mas ainda dá assistência técnica às municipalidades e indústrias na fiscalização e cumprimento da legislação metrológica vigente. Também mantém as outras atividades que realizava na década de 1950.

O prédio da Divisão de Engenharia Mecânica, construído na Cidade Universitária, Butantã, São Paulo, local onde fica o IPT atualmente, teve suas obras terminadas em 1968, ocupando uma área de 5752 m².

Em 1970, todas as Divisões do IPT já estavam na cidade Universitária, sendo a maioria alocada em prédios especialmente construídos para elas.

3.4 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT NO PERÍODO DE 1971 A 2000

Na década de 1970 grandes mudanças ocorreram no IPT, que aproveitou a ênfase dada pelo Governo Federal e Governo Estadual à Tecnologia como fator de desenvolvimento do país. A associação do IPT com organismos governamentais levou a um incremento de suas instalações com investimentos em obras, equipamentos e outros materiais permanentes, assim como a projetos de grande amplitude.

Nesta década também houve o estreitamento da colaboração do IPT com Órgãos Federais e Estaduais. A Superintendência participou como membro de várias Comissões, como, por exemplo, Membro Nato da Comissão Coordenadora da Pesquisa Tecnológica do CNPq, encarregada de elaborar e coordenar o Plano Plurianual de Pesquisas do Governo Federal^(1,p1). Também seus técnicos participaram de vários grupos setoriais do Ministério da Indústria e Comércio^(1,p2).

Na década de 1970, muitos Convênios foram firmados no IPT, tanto com entidades governamentais como particulares e trabalhos de grande importância foram prestados por meio deles. Como exemplo de Convênios com entidades governamentais tem-se o METRO, a CEAGESP, a DERSA, a COSIPA, a SABESP, a COHAB e a PETROBRAS. Também, para atender as demandas por serviço e desenvolvimento tecnológico várias áreas do conhecimento foram sendo introduzidas no IPT, em um primeiro momento dentro de seções ou agrupamentos nas Divisões Técnicas existentes.

Em 1971 foi criado o Laboratório de Padrões anexo ao Agrupamento de Análises Instrumentais, sendo que o primeiro padrão de composição química preparado no IPT foi uma amostra de aço níquel-cromo-molibdênio, apesar de que as primeiras tentativas realizadas no IPT com este objetivo remontem à década de 1940⁽²⁰⁾.

Entre os anos de 1973 até 1978, o IPT manteve um convênio de cooperação técnica para o tema de padrões analíticos com National Bureau of Standards, atualmente National Institute of Standards and Technology – NIST/EUA, contando com apoio financeiro da Secretaria da Ciência Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo⁽²⁰⁾.

Viagens de pesquisadores do IPT para se aprofundarem em materiais de referências foram feitas, como por exemplo para o Department of Mines, Ontário, Toronto, Canadá e o National Bureau of Standards (atual NIST), Washington, EUA⁽²⁰⁾.

Em 1975 havia 11 padrões desenvolvidos, tendo então sido criado o Centro de Padrões Analíticos da Divisão de Química e Engenharia Química. Com os recursos da SCTDE/SP (Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico, atualmente Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação) foi criada a infraestrutura básica que ainda é utilizada na preparação de materiais de referência no atual Laboratório de Referência de Materiais (LRM) do IPT⁽²⁰⁾.

Em 1977 foram certificados padrões metálicos, incluindo aços de baixa liga e ligas de bronze, com composição química certificada. Em 1978 foram criados os primeiros lotes de padrões de minérios, incluindo um concentrado de rocha fosfática, minérios de ferro e manganês, calcários, argilas, feldspatos, areias e fluorita⁽²⁰⁾.

Ainda, na década de 1970 a Secretaria de Tecnologia Industrial, do Ministério da Indústria e do Comércio, estabeleceu dentre seus objetivos prioritários o de organização de um sistema eficiente de difusão tecnológica, de âmbito nacional, e o de implantação de um sistema nacional de normatização e certificação de qualidade de produtos industriais e firmou um convênio com a Divisão de Engenharia Mecânica para o desenvolvimento de uma série de Recomendações para Ensaio de Precisão Geométrica de Máquinas-Ferramentas Fabricadas para Exportação. Foram geradas 29 normas, abrangendo: uma de caráter fundamental (MÁQUINAS FERRAMENTA, MÉTODOS DE ENSAIO para verificação de precisão geométrica – MF-A5-00.00 MIC 01); oito de instrumentos de medida e 20 de máquinas-ferramentas.

Figura 3.4.1. Imagens da página de rosto e índice geral do documento elaborado pelo IPT para a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e do Comércio, referente a Máquinas-Ferramenta e Recomendações para ensaios de Precisão Geométrica (Publicação IPT 1199).

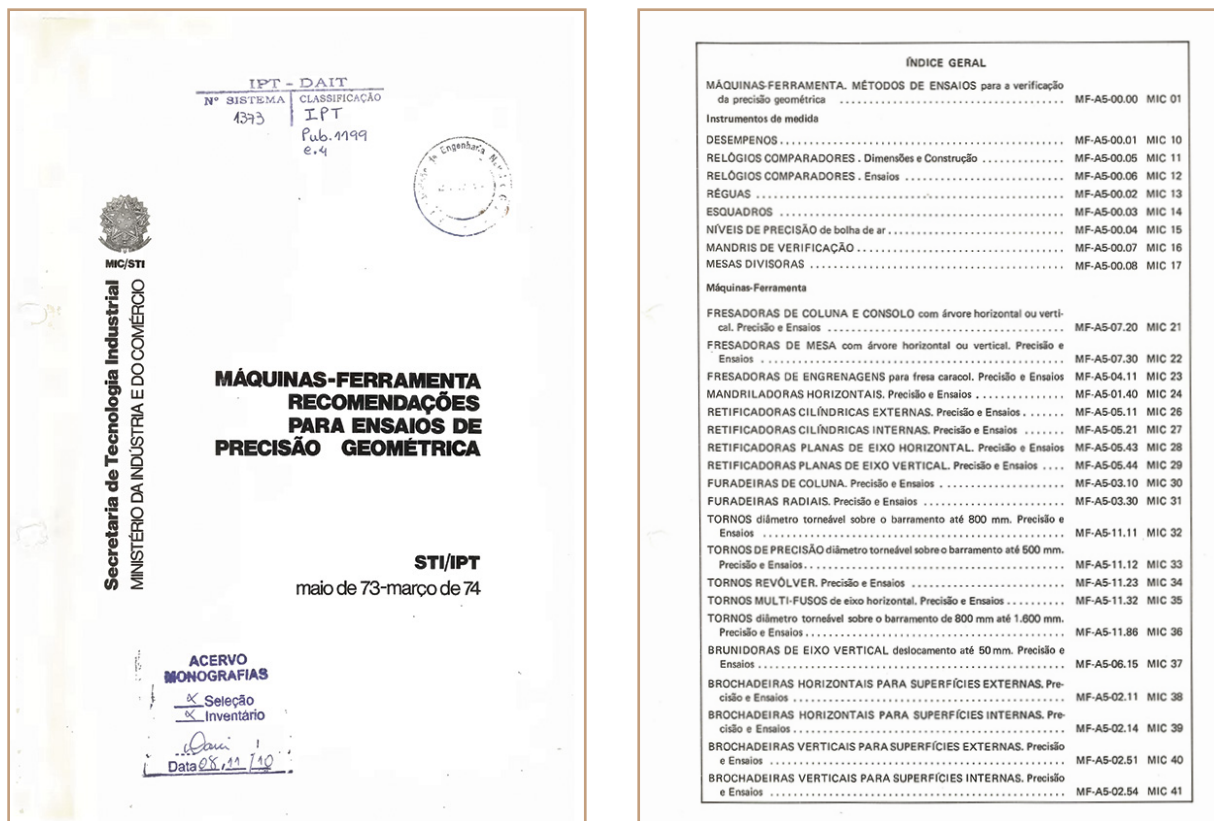
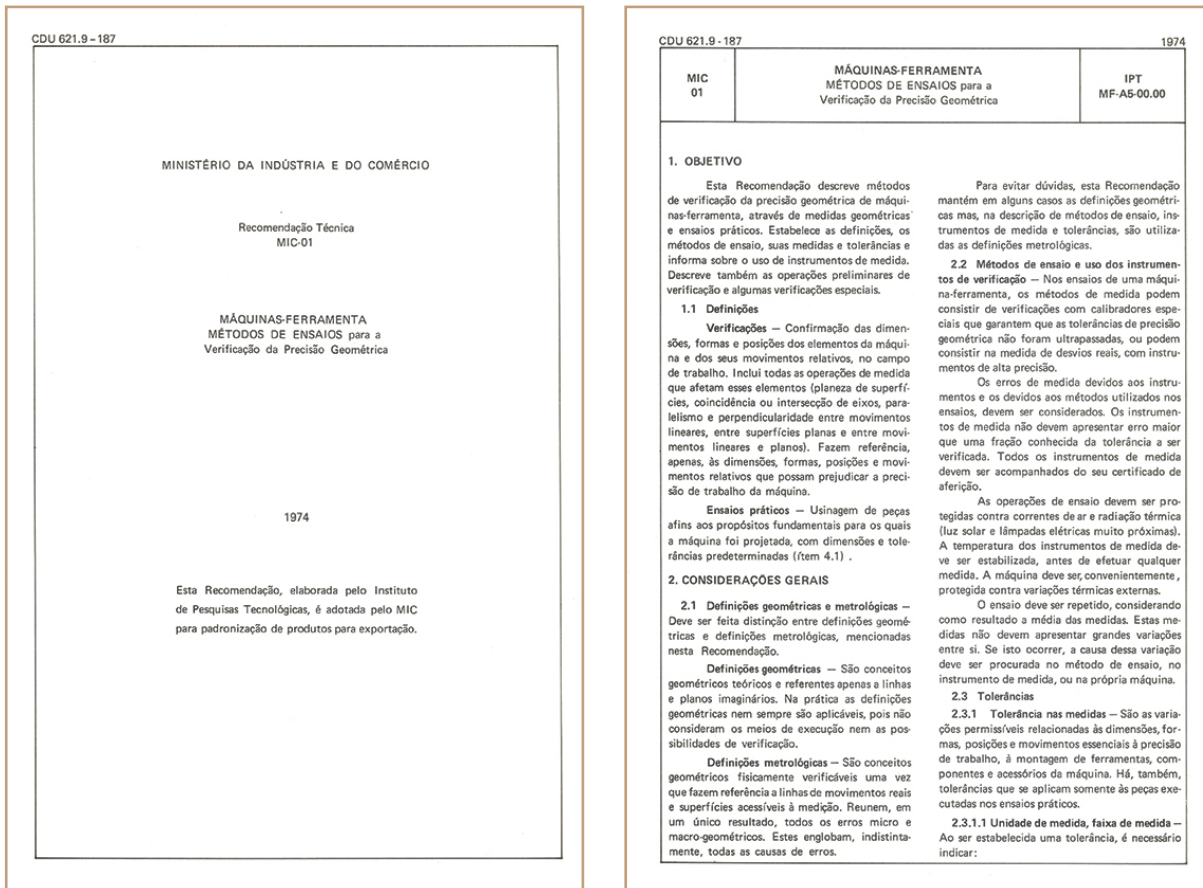


Figura 3.4.2. Imagem parcial do documento MÁQUINAS-FERRAMENTA: MÉTODOS DE ENSAIO PARA A VERIFICAÇÃO DA PRECISÃO GEOMÉTRICA, elaborado pelo IPT em 1974 e usado como recomendação técnica pelo Ministério da indústria e Comércio -MIC-0 (Publicação IPT 1199).



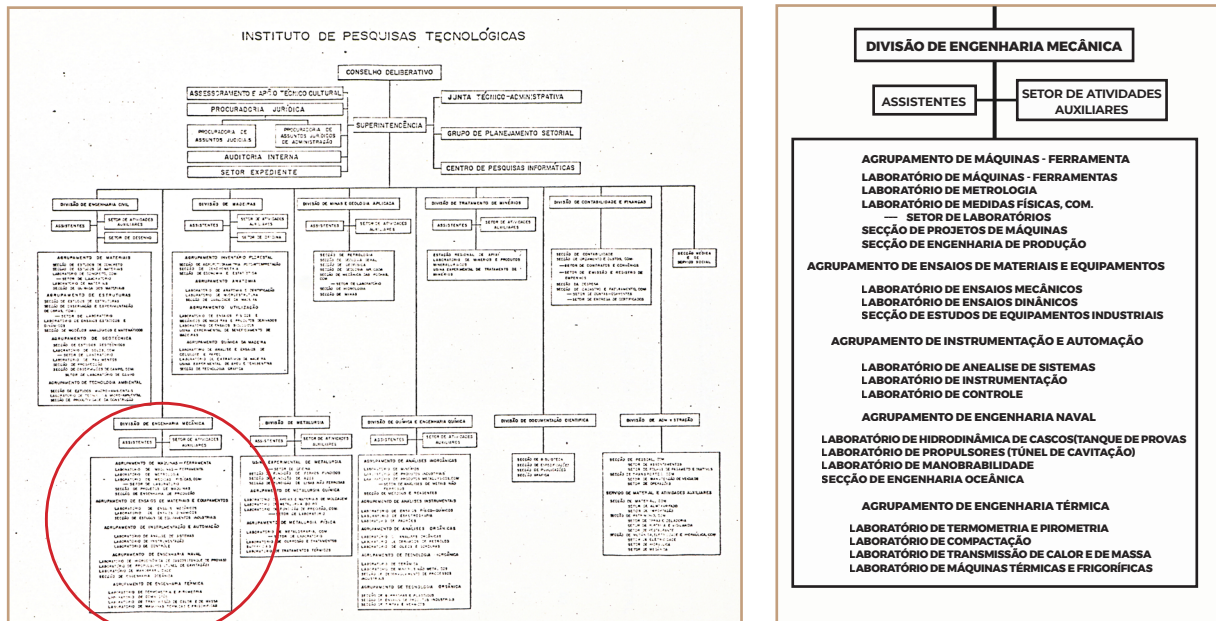
Dentro do convênio com a secretaria outros documentos além do mencionado foram gerados, como o de Materiais para Máquina-Ferramentas (STI/IPT dez.73/maio74- IPT1202) e Construção de Árvores para Máquina-Ferramenta (STI/IPT agosto de 75- IPT1200).

Em 17 de dezembro de 1975 foi promulgada a lei N° 896 que permitia ao Governador Estadual a constituição de uma empresa com o nome Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - IPT, deste modo o IPT foi transformado em empresa.

A Divisão de Engenharia Mecânica também segue a dinâmica de transformação da década. O Agrupamento de Instrumentação e Automação que fora criado no início da década para desenvolver instrumentação, sistemas eletroeletrônico e eletrônico de potência para o Laboratório de Máquina-Ferramenta, se destacou realizando o desenvolvimento e produção experimental de instrumentos de medição e transdutores, tais como: multímetro digital de 3,5 dígitos, frequencímetro digital, transformador diferencial e transdutor potenciométrico. No final dos anos 70 é implantado um laboratório de padrões elétricos que no futuro deu origem ao Laboratório de Metrologia Elétrica, para fins da calibração tanto dos instrumentos elétricos da Divisão como dos protótipos que estavam sendo desenvolvidos^(6,p37).

Também, para atender ao desenho mais complexo que se formava no IPT, surgiram unidades de apoio, entre elas: Divisão de Documentação Científica; Divisão de Administração, Divisão de Contabilidade e Finanças e Centro de Pesquisas Informáticas.

Figura 3.4.3. Organograma do IPT até meados da década de 1970, onde o Laboratório de Metrologia passa a pertencer ao Agrupamento de Máquinas-Ferramentas^(2, p. 41).



Cabe lembrar que na década de 1970 a Divisão de Engenharia Mecânica inicia uma participação mais ativa na área de energia por meio da criação do Agrupamento de Engenharia Térmica, cuja preocupação inicial foi desenvolver conhecimentos relacionados à medição de grandezas termofluidas, dando origem ao Laboratório de Termometria e de Vazão.

O Laboratório de Termometria e Vazão conduziu diversos estudos de tecnologias, processos e equipamentos objetivando a redução do consumo de energia para vários setores industriais, além do desenvolvimento de uma primeira unidade piloto de energia solar instalada nas dependências de uma unidade da FEBEM^(6,p42), na época Fundação Estadual do Bem-Estar do Menor, atual Fundação Casa.

Em 1978, como parte do esforço de buscar alternativas energéticas para a crise do petróleo, foi formado um grupo para realizar ensaios e pesquisa em motores de combustão interna, objetivando a aplicação de combustíveis alternativos, tendo participação ativa em trabalhos de desenvolvimento de aplicações de óleos vegetais, metanol, biogás e gás natural.

Em 1983 foi constituído formalmente o Laboratório de Vazão que, em face da crescente importância da medição de vazão de líquidos e gases, recebeu recursos de várias agências de fomento à pesquisa e construiu instalações adequadas para desenvolver suas atividades metrológicas, transformando-se em referência no país para medição de vazão^(6,p119).

Também deve ser salientado que a Divisão de Engenharia Mecânica na época abrigou o Agrupamento de Engenharia Naval, que no futuro se transformou em Divisão de Engenharia Naval.

Na década de 1970 a Metrologia não se apresenta de forma localizada em um único Laboratório da Divisão de Engenharia Mecânica, mas de modo difuso, disseminada pela Divisão e também pelo IPT.

Na década de 1980 as transformações ocorridas no país alteram as necessidades tecnológicas do parque industrial brasileiro, que passa a ter como base o desenvolvimento da capacidade tecnológica nacional e sua atualização permanente. Objetivos como aumento de exportação e ampliar o mercado interno passam a ser primordiais.

Neste contexto, o IPT se orienta no sentido de se adequar às necessidades nacionais no âmbito do desenvolvimento e do apoio tecnológico, dando ênfase às atividades de pesquisa e desenvolvimento, à efetiva transferência de tecnologia desenvolvida para o parque industrial e na concentração das equipes em temas técnicos de prioridade estadual e nacional^(13,p18).

Na década de 1980, os Relatórios Anuais do IPT e publicações de cunho institucionais tendem a não ser tão detalhados em relação às suas áreas técnicas e a apresentar as realizações ou acompanhamento dos feitos do Instituto por meio de temas gerais, escolhidos para ter aderência às demandas e necessidades de cada época. Ainda hoje a visão por temas persiste.

Durante a década de 1980, a Divisão de Engenharia Mecânica continuou a realização de pesquisa desenvolvimento e prestação de serviço. Era grande o apoio técnico e assessoria dado pela Divisão às indústrias automobilística, petroquímica, alimentícia, de máquina, de autopeças e outras, no processo de nacionalização. Também atuava: na usinagem e fabricação de pré-séries de peças para o estabelecimento do método e processo de fabricação; na execução de usinagens especiais; e na inspeção e montagem de equipamentos. Por exemplo, foram confeccionadas peças para equipamentos de automação para o Centro de Computação Eletrônica da USP^(10,p10). Também se destaca o apoio da Divisão para a pequena e média empresa na fabricação de protótipos^(12,p7).

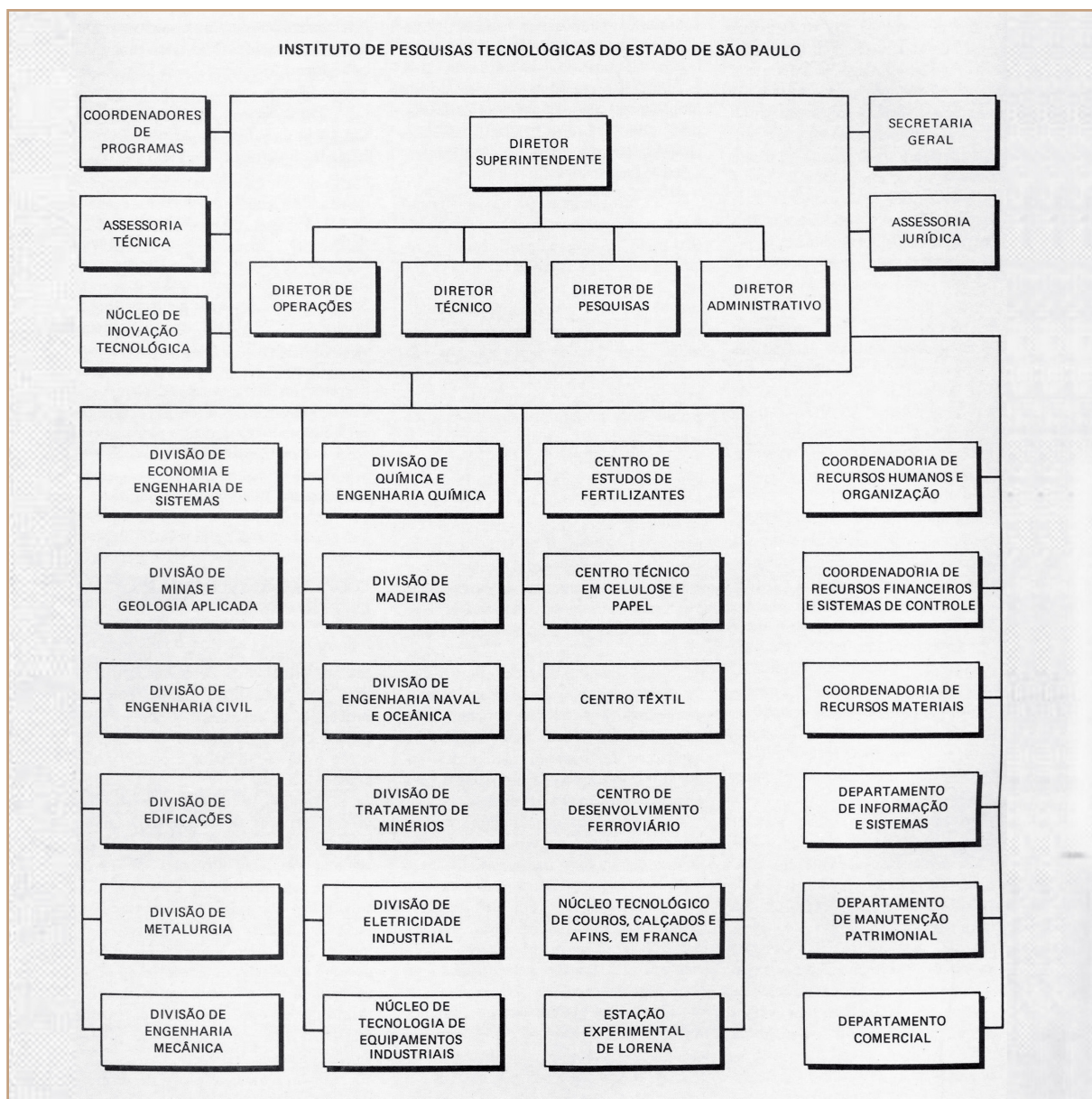
Também é importante ressaltar a publicação de documentos referentes a métodos de medição como a brochura "Medição de Esferas e Cilindros Padrão e sua Aplicação em Medições de Precisão" documento número 11 de Técnica e Métodos 11, IPT 1981.

A estrutura organizacional do IPT também vai apresentando mudanças ao longo da década de 1980, de acordo com o aumento da complexidade do Instituto, que também passa a ter filiais, como a da Estação Experimental de Lorena, com trabalhos relacionados à tecnologia de explosivo, e o Núcleo de Couros, Calçados e Afins em Franca, criado para prestar suporte tecnológico a o setor de calçados.

O aumento das atividades na área de eletroeletrônica, resultante de solicitações feitas por parte do meio industrial, provocou um rápido crescimento do Agrupamento de Instrumentação e Automação da Divisão de Engenharia Mecânica, transformando-o na Divisão de Eletricidade Industrial⁽¹⁹⁾.

Dentro da Divisão de Eletricidade Industrial, a infraestrutura capaz de fornecer referências de grandezas elétricas foi ampliada tanto em recursos humanos como materiais e constitui o Laboratório de Aferições e Avaliações de Instrumentos de Medidas Elétricas (LAIME). Esse laboratório passou também a prestar serviço externo de calibração e avaliação de instrumentos de medidas elétricas, através da execução de ensaios de naturezas elétrica, climática e mecânica, abrangendo também equipamentos eletromédicos⁽¹⁹⁾.

Figura 3.4.4. Organograma do IPT em 1983^(10, p.4).



A produção de padrões de referência ainda era uma atividade importante. Em 1985 foi produzido o primeiro de uma série de padrões com viscosidades certificadas, para atendimento de demandas de calibração de viscosímetros. Em 1987 foram desenvolvidos os primeiros padrões espectrométricos na forma de discos metálicos, com apoio do Programa de Apoio de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) do governo federal, tendo o suporte técnico do National Institute of Standards and Technology – NIST/EUA⁽²⁰⁾.

Também houve apoio do PADCT, no período de 1983 a 1993, para o Laboratório de Metrologia Mecânica com recursos importantes que permitiram melhorias não apenas na infraestrutura de equipamentos como também contemplou treinamento visando capacitação da equipe⁽¹⁸⁾.

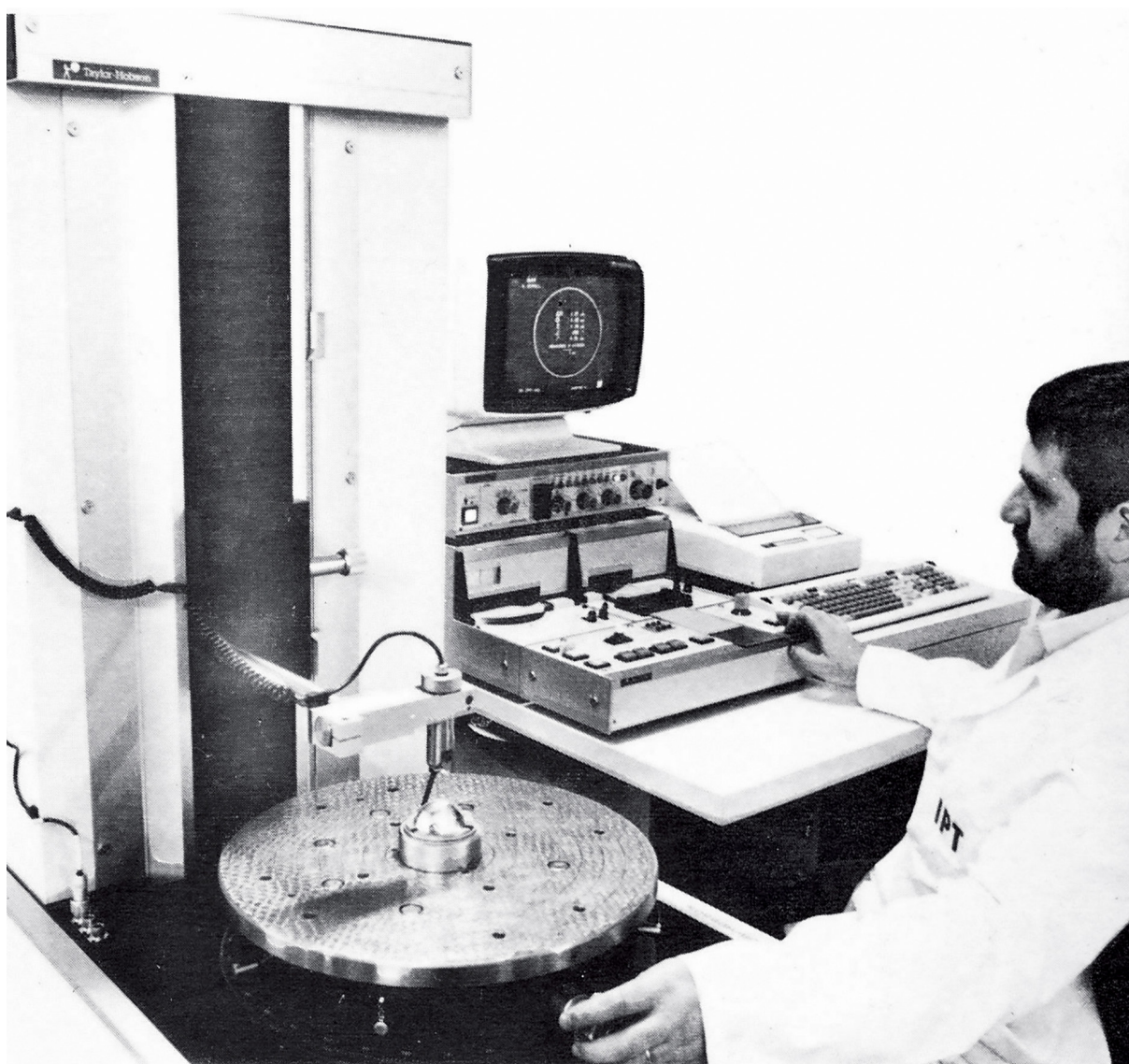
No ano de 1989 ocorreu uma reorganização do Instituto, havendo uma reestruturação e fusão de áreas técnicas, assim de dezenove unidades técnicas passa o IPT a ter apenas nove Divisões. Essa reestruturação visava adequar a instituição de modo a ela não perder sua capacidade de contribuir com o desenvolvimento tecnológico nacional e não ter uma pesada burocracia que possa dificultar um vínculo mais estrito com os setores usuários de tecnologia e de serviços do IPT^(14,p3).

A Divisão de Engenharia Mecânica passa a ser Divisão de Mecânica e Eletricidade (DME), sendo a fusão de três Divisões (Engenharia Mecânica, Eletricidade Industrial e Núcleo de Equipamentos Industriais) e ter seis Agrupamentos: Tecnologia e automação da manufatura; Metrologia e avaliação de equipamentos e instrumentos; Sistemas de controle; Motores; Engenharia térmica; Tecnologia de equipamentos elétricos^(14,p16). Neste ano, com relação à melhoria da qualidade industrial foram atendidas mais de mil empresas por meio de ensaios de materiais, instrumentos e serviços de aferição/calibração. Foi também desenvolvida uma câmara de bocal para ensaio de ventiladores e ampliada a capacitação para avaliar e calibrar transdutores de vibração e realizar estudos de resistência de choques^(14,p16).

A fusão de três Divisões em uma única passou por rearranjos internos. Por exemplo, as atividades do Laboratório de Aferições e Avaliações de Instrumentos de Medidas Elétricas (LAAIME) da Divisão de Eletricidade Industrial relacionadas à avaliação de instrumentos de medidas elétricas e equipamentos eletrodomésticos foram transferidas para Agrupamento de Tecnologia de equipamentos elétricos da nova Divisão, ficando a cargo do LAAIME na nova Divisão denominado como Laboratório de Metrologia Elétrica (LME) e subordinado ao Agrupamento de Metrologia e avaliação de equipamentos e instrumentos, as atividades de calibração de instrumentos de medidas elétricas e tempo/frequência. Em dezembro de 1996, através de um convênio selado com a empresa Sony e o LME incorporou a capacitação para calibração de instrumentos voltados à área de TV/Video¹⁹.

A Divisão de Mecânica e eletricidade entra na década de 1990 voltada à realização de pesquisa, desenvolvimento e prestação de serviços técnicos especializados e ao apoio: à melhoria da qualidade industrial; à tecnologia de fabricação e automação da manufatura; o controle de processos à conversão, conservação e utilização de energia^(15,p14).

Figura 3.4.5. Imagem de verificação de erro de circularidade, 1990 (Ref.15, p.15).



A Divisão de Mecânica e Eletricidade apresentou na década de 1990 continuidade das atividades estabelecidas, dentro de sua missão de apoiar o desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira, apesar do ambiente externo desta década ser caracterizado por mudanças ditadas pelos fenômenos de globalização da economia, do processo de privatizações e da redução de barreiras para a importação que causaram alterações significativas nas estratégias empresariais e apesar da perda de capacidade de investimento pelo Estado. Mesmo assim, conseguiu financiamento da FINEP para recuperar e modernizar seu centro de usinagem^(16,p11).

Também era marcante a prestação de serviços pela Divisão de Mecânica e Eletricidade, como, por exemplo, o atendimento das demandas de fabricantes e usuários de ventiladores por ensaios, que eram realizados pelo Laboratório de Medidas de Vazão, considerado o mais completo da América Latina.

Figura 3.4.6. Imagem de notícia sobre ensaios em ventiladores (IPT Tecnologia, número 26, junho 1992).

IPT TECNOLOGIA

Aumentando a potência do Laboratório de Vazão

Considerado o mais completo da América Latina, o Laboratório de Medidas de Vazão do IPT se moderniza para melhorar os serviços prestados a fabricantes e usuários de ventiladores. Com sistema de aquisição de dados e microcomputadores, o IPT reduziu de 24 horas para dez minutos o tempo de ensaio dos ventiladores.

Desde que o IPT começou a fazer testes de ventiladores, em 1970, muita coisa mudou. O trabalho continua o mesmo: traçar curvas características e medir pontos de operação de pressão, rendimento e potência; tudo em relação à vazão. Os equipamentos, porém, antes mínimos e simples, foram se aperfeiçoando ao longo do tempo. Através de um convênio com a Abrava, entidade que congrega fabricantes de ventiladores, o IPT ganhou material de empresas, adaptou máquinas antigas e idealizou e confeccionou mecanismos com o auxílio de outros laboratórios do Instituto.

Todo o trabalho, porém, não foi em vão. Os testes de ventiladores ganharam, em 1983, o Laboratório de Medidas de Vazão do IPT, hoje o mais completo da América Latina. O Laboratório entre outras atividades, auxiliar a indústria no desenvolvimento de ventiladores, ministra cursos de treinamento em técnicas de medição e analisa o desempenho dos ventiladores conforme estabelece a Amca — Air Movement and Control Association —, órgão que cria normas para os testes.

Mas não só os fabricantes procuram o laboratório. O engenheiro Márcio Nunes lembra que além de orientar a indústria, o IPT presta serviços às empresas usuárias, que trazem desde os pequenos ventiladores, usados junto a computadores, até os de maior porte das siderúrgicas. "Muitos querem saber se o equipamento funciona conforme as especificações, outros trazem ventiladores reformados para verificar se o rendimento, por



A câmara nova: mais rapidez.

exemplo, continua o mesmo. Talvez devido à crise, cresceu nos últimos tempos o número de empresas que querem avaliar velhos aparelhos, saber a real condição e quanto tempo ainda podem trabalhar."

Modernização

Em quase dez anos de atividade, o IPT

desenvolveu algumas técnicas mais eficientes do que as encontradas nos Estados Unidos. O engenheiro Márcio Nunes deixa claro que o ponto forte do Instituto é a qualidade de trabalho. "Em termos de informatização eles estão na frente, mas por exemplo, em itens como a vedação de bocais nas câmaras de ensaio, o IPT teve idéias melhores. Lá, os técnicos parafusam tampas ou usam outros métodos que deformam os bocais, enquanto aqui nós colocamos câmaras de ar, semelhantes às de pneu. É uma forma prática, não deixa a pressão escapar e não estraga o bocal."

Na corrida para acompanhar também a tecnologia, o Laboratório vem modernizando seus equipamentos. Márcio Nunes explica que o teste de medição é composto pela instalação do ventilador e pelo tempo de avaliação, chamado de ensaio. "Antes, quando o IPT começou a fazer este teste, com um túnel e tubo de pitot, o ensaio durava de dois a três dias. Em 1988, começamos a usar câmaras com bocais, e o tempo diminuiu para um dia. Hoje temos uma câmara maior, com bocais grandes, projetados e construídos no próprio Instituto. Como conseguimos quatro microcomputadores e dois sistemas de aquisição, não é mais preciso o acompanhamento manual e a interrupção constante da medição para anotação de dados. Por isso, hoje, o tempo de ensaio está reduzido para dez minutos."

A capacidade acompanhou a evolução. O Laboratório analisa cerca de 25 a 30 ventiladores por ano, números que Márcio Nunes pretende aumentar. "Hoje temos capacidade para testar 120 ventiladores por ano, ou seja, cinco vezes mais. Antes, se viessem dez ventiladores do mesmo tamanho, ensaiávamos somente dois por dia. Agora fazemos o serviço em 24 horas. Como o computador processa os dados, o técnico não se preocupa nem com o relatório, que é emitido automaticamente, diminuindo ainda mais o tempo de teste." ■

Integração com empresas

A busca do mesmo nível tecnológico dos laboratórios norte-americanos é o que mais chama a atenção do engenheiro José Roberto Mendes Moran, diretor técnico da Kepler Weber Controle Ambiental S.A. "Nós ainda não utilizamos o Laboratório de Medidas de Vazão do IPT, mas temos participado intensamente da sua organização através do convênio Abrava. Com os equipamentos de aquisição, os resultados tornam-se mais rápidos e precisos, o que garante, tanto para usuários e fabricantes, a qualidade e aceitação do produto."

Outra empresa que participou da montagem do laboratório, com a doação de equipamentos dentro do convênio Abrava, foi a Cetest S/A Ar Condicionado. Segundo o gerente de engenharia, Eduardo C. Bortomeu, a empresa acaba de colocar seus ventiladores para teste. "É muito importante ter acesso fácil a um laboratório independente, que conta com a credibilidade do IPT."

As empresas interessadas em utilizar os serviços do Laboratório de Medidas de Vazão do IPT, devem entrar em contato com os engenheiros Marcos Tadeu Pereira ou Márcio Nunes, informando o tipo e as características principais do ventilador a ser testado. Em dois dias o Laboratório define o horário e o custo do ensaio. O relatório, emitido 48 horas depois das medições, contém oito pontos de operação e curvas de pressão estática, rendimento estático e potência, em função da vazão.

No IPT a década de 1990 foi também a de implantação da Gestão da Qualidade nos laboratórios de acordo com o ISO Guide 25, que corresponde atualmente à norma ABNT NBR ISO 17025 e também de credenciamentos (atualmente denominado de acreditações) junto ao Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial – Inmetro. Em 1996 foi realizado no IPT "1º Encontro Nacional de Laboratórios de Calibração e Ensaios", com a presença de 250 pessoas^(16,p22). Vale destacar que o Laboratório de Metrologia Mecânica foi um dos primeiros laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Calibração, sendo a ele atribuído o número 3. O escopo da acreditação inicial foi para a grandeza Dimensional e posteriormente nos anos seguintes para as demais grandezas (massa, força, dureza, torque, pressão, temperatura).

Também em 1996 o IPT desenvolveu e implantou seu Sistema de Gestão da Qualidade para prestação de serviços e ensaios e calibrações correntes, conforme norma ISO 9002:1994- Sistema da Qualidade – Modelo para garantia da qualidade em produção, instalação e serviços associados – e obteve a certificação pela fundação Alberto Vanzolini, em junho de 2000, abrangendo na ocasião 42 laboratórios e 7 áreas de apoio⁽¹⁸⁾.

Cursos para formação de Engenheiro da Qualidade foram oferecidos para os pesquisadores do IPT. No final de 1990 um total de 34 pesquisadores do Instituto detinham o título de COA e CQE- Quality Engineer^(16,p4).

Especialmente na década de 1990 é importante ressaltar a significativa participação do IPT na implantação da Rede Brasileira de Calibração juntamente com o INMETRO para avaliar laboratórios que se postulavam a prestação de serviço de calibração às indústrias conforme norma ABNT NBR 17025. O laboratório de metrologia do IPT abrangia as grandezas: Dimensional, Massa, Força, Torque e Dureza, Pressão e Temperatura⁽¹⁸⁾.

Não menos importantes são as publicações endossadas e patrocinadas pela Sociedade Brasileira de Metrologia e pelo Programa RH-Metrologia, cuja missão era promover o desenvolvimento de recursos humanos em metrologia. Como exemplo tem-se as publicações do pesquisador do IPT Walter Link a seguir indicadas:

- "Metrologia Mecânica - Expressão da Incerteza de Medição" (174 páginas), publicada em 1997 com endosso e patrocínio da Sociedade Brasileira de Metrologia e do Programa RH-Metrologia, cuja missão era promover o desenvolvimento de recursos humanos em metrologia. Esta publicação teve o apoio do Inmetro e da Mitutoyo. Esta publicação foi traduzida para o espanhol e publicada como "Metrología Mecánica – Expresión de la Incertidumbre de Medición" (203 páginas), sendo editada pelo Centro de Capacitación del Instituto de Metrología - Mitutoyo de México
- "Tópicos Avançados de Metrologia Mecânica" – Confiabilidade Metrológica e Suas Aplicações" (263 páginas) publicada em 2000, sendo editada pelo consórcio Mitutoyo, EMIC, INMETRO, SBM"

No final do século XX o IPT passou a focar os problemas da indústria em parceria com suas equipes técnicas, permitindo ao instituto enfrentar a privatização da atividade econômica que acompanha o movimento de globalização^(17,p3).

3.5 ATIVIDADES METROLÓGICAS DO IPT DE 2001 A 2023

No período de 2001 a 2023 o IPT passa por diversas reestruturações, o que é natural, pois, por estar inserido no ambiente industrial, econômico e social brasileiro deve acompanhar e se adequar às transformações por que passam o país, assim como às novas ideias e tendências que surgem.

Apesar das reestruturações o IPT manteve a missão de dar suporte ao setor produtivo, por meio de pesquisas, desenvolvimentos, serviços tecnológicos, tecnologia industrial básica, assim como a missão de disseminar informações e de apoiar aos governos, principalmente o do Estado de São Paulo, na execução de suas políticas públicas.

O Instituto é reconhecido reiteradas vezes pelas suas contribuições propiciadas a clientes e parceiros dos segmentos privado, governamental e terceiro setor. Em 2002 pelo conjunto de sua obra recebeu do Presidente da República, o prêmio Finep de Inovação Tecnológica, na primeira vez que esse troféu foi concedido a instituições de pesquisa.

Figura 3.5.1. Imagem do Prêmio Finep concedido ao IPT e entregue pelo Presidente da República em 2002^(2, p.7).



Em 2002 o Laboratório de Metrologia Mecânica (LMM) recebeu recurso da Finep, por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para uma nova capacitação do laboratório visando atender demandas do mercado em relação a técnicas de medição de baixa pressão e baixa temperatura⁽¹⁴⁾.

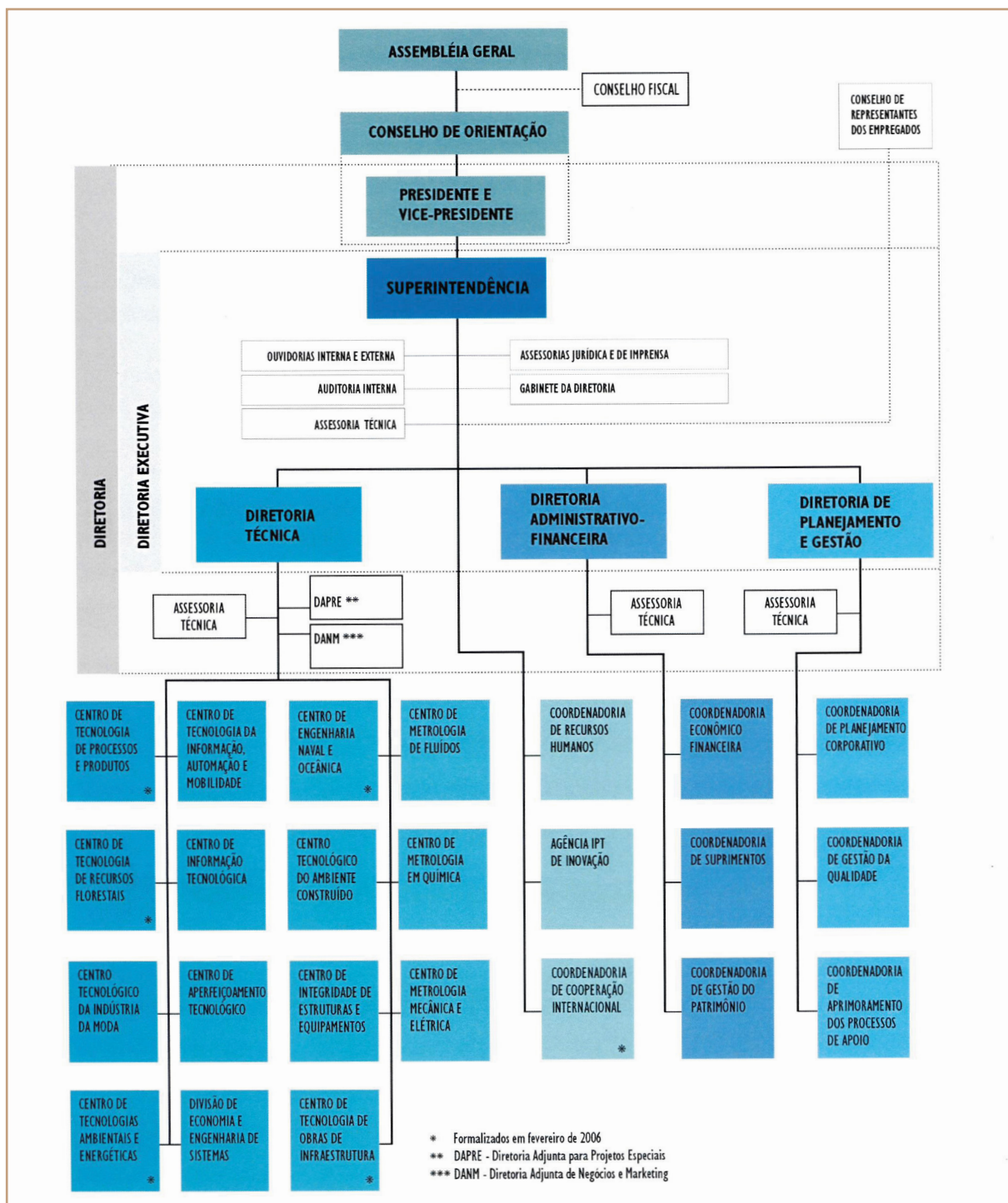
Avanços também ocorreram na área de metrologia elétrica com a incorporação de uma série de instrumentos e capacitação técnica para calibração de instrumentos voltados à área de Telecomunicações (RF e Óptica) e radiofrequência. Uma filial do Laboratório de Metrologia Elétrica (LME) foi instalada em 2004 na cidade de Guarulhos, SP. Com uma capacidade de rastreabilidade para medições de até 40 GHz o LME assume posição de liderança no mercado de calibração da época⁽¹⁵⁾.

Em 2005/2006^(3,p4) ocorreu um redesenho do IPT com criação de um novo modelo de Governança, de acordo com as melhores práticas da época indica-

das pelo Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC), objetivando a profissionalização das práticas de gestão do Instituto. Nessa data o IPT passa a ter sua competência técnica organizada em centros interdisciplinares, focalizados em áreas de negócios ou campo de prestação de serviços laboratoriais, como mostra a Figura 3.5.2.

Neste redesenho não existe mais a Divisão de Mecânica e Eletricidade e passa a haver três Centros de Metrologia: Centro de Metrologia de Fluidos (CMF), Centro de Metrologia Mecânica e Elétrica (CME) e Centro de Metrologia em Química (CMQ). O quadro que segue mostra as principais atuações de cada um desses Centros.

Figura 3.5.2. Organograma resultante da reestruturação de 2005/2006^(2, p.9).



Quadro 3.5.1: Atividades principais dos Centros CMF, CME, CMQ formados na reestruturação de 2005/2006 (p.17 e p.18).

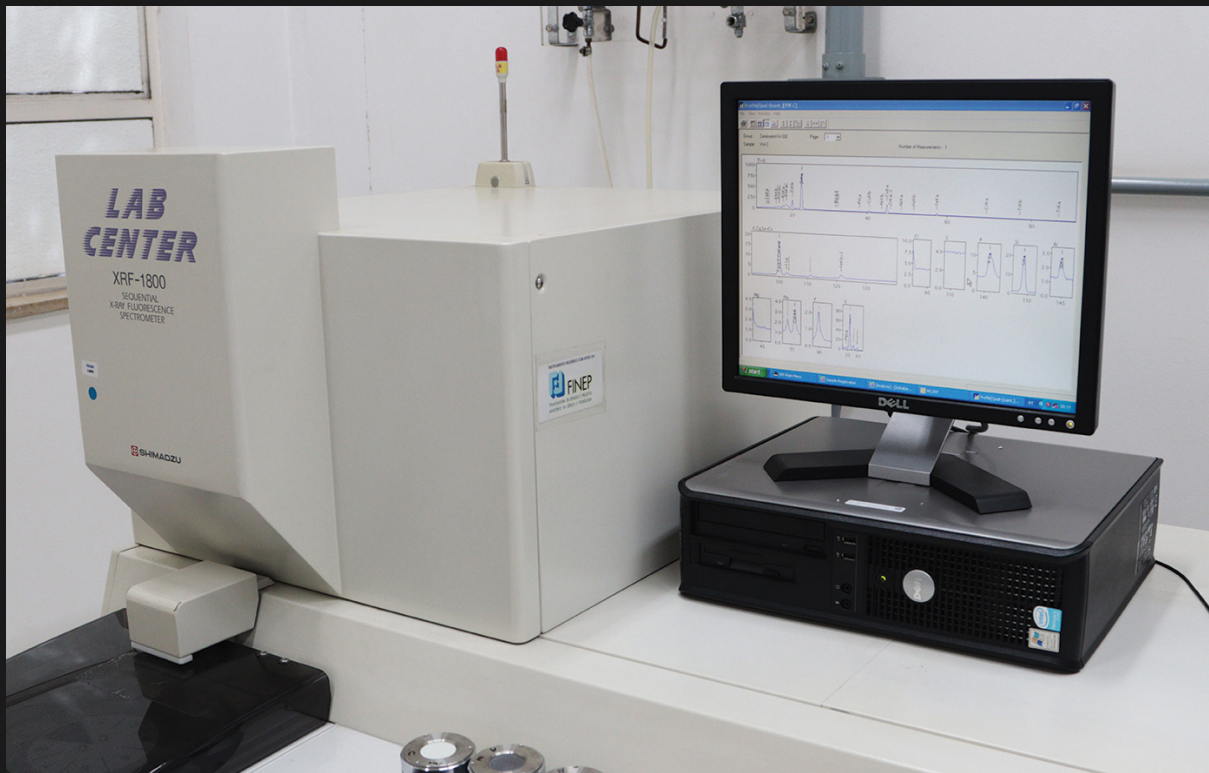
Centros formados na reestruturação de 2005/2006	Principais atividades
<p>CMF Centro de Metrologia em Fluidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - P&D&I de medidores e sistemas de medição e elaboração de softwares dedicados à medição de vazão. - Ensaios de ventiladores, bombas de compressores - Calibração de medidores de vazão, de volumes e de velocidade de fluidos - Assessoria e consultoria técnica para ensaios e calibração - Calibrações de higrômetros, termo higrômetros e medidores de temperatura de ponto de orvalho - Ensaios de medição de umidade de instalações industriais e ambientes confinados - Serviços de medição em campo de petróleo e gás - Ensaios e P&D&I em túneis de vento - P&D&I de escoamentos
<p>CME Centro de Metrologia Mecânica e Elétrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Calibração de instrumentos de medição nas áreas de massa, força e dureza dimensional, pressão e temperatura. - Calibração de instrumentos de eletricidade, eletromagnetismo, tempo e frequência, TV e Vídeo, radiofrequência, telecomunicações e eletromédicos. - Avaliações de equipamentos/instrumentos - Desenvolvimento e comercialização de padrões: corpos de prova padrão de impacto e blocos padrão de dureza - Desenvolvimento de padrões de eletromagnetismo.
<p>CMQ Centro de Metrologia Química</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Análises químicas rotineiras. - Serviços de controle de qualidade da indústria - Caracterização de produtos, materiais e resíduos - Diagnóstico e solução de problemas de metrologia em processos - Pareceres e laudos técnicos - Desenvolvimento de padrões e materiais de referência certificados - Calibração de viscosímetros e densímetros - Avaliação da conformidade com especificações - Abertura de formulação, certificação de produtos - Avaliação e desenvolvimento de metodologia analítica - Desenvolvimento de especificações técnicas para produtos.

A partir de 2006 o Laboratório de Referências Metroológicas (LRM) do Centro de Metrologia em Química recebeu importantes apoios financeiros do CNPq (Programa Brasileiro de Metrologia em Química) e da Finep que foram utilizados para modernizar e ampliar sua capacidade de produção de padrões e para expandir sua capacidade de quantificação química. Entre 2006 e 2009 foram desenvolvidos os primeiros materiais de referência de propriedades físico-químicas de produtos derivados de petróleo⁽¹⁶⁾.

Figura 3.5.3. Imagem de espectrofotômetro de massas com plasma indutivo (ICP-MS) comprado com recursos da Finep em 2008 e usado em quantificação de elementos químicos (Acervo IPT).



Figura 3.5.4. Imagem de espectrômetro de raios-X comprado com recursos da Finep em 2008 e usado para análise elemental e caracterização química de amostras (Acervo IPT).



No período de 2008 a 2013 houve um grande investimento do Governo do Estado de São Paulo no IPT com repasse de R\$140 milhões ao Instituto, os quais foram usados para modernizar sua infraestrutura, havendo compra de muitos equipamentos^(9,p23). Em 2008 foi fechada a filial do Laboratório de Metrologia Elétrica (LME) localizada na cidade de Guarulhos, sendo seus equipamentos transferidos para o LME localizado no campus do IPT em São Paulo⁽¹⁵⁾.

Em 2008 também foi lançado pela FINEP o Programa Sibratec cuja finalidade era apoiar o desenvolvimento tecnológico das empresas brasileiras por meio da promoção de atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação de processos, de produtos, de serviços tecnológicos e de assistência tecnológica. O Laboratório de Metrologia Mecânica (LMM) participou juntamente com outros Institutos de Tecnologias de três projetos, referentes, respectivamente, à rotação de motor, à rede de insumos farmacêuticos, de medicamentos e de cosméticos e a variação de conformidade na área de saúde. A participação no Sibratec permitiu ao LMM aumentar sua capacitação e oferecer uma gama maior de serviços metrológicos ao mercado, atendendo a diferentes segmentos da indústria⁽¹⁴⁾.

Em 2011 a capacitação relacionada à caracterização de propriedades magnéticas e elétricas em materiais metálicos, cerâmicos e compósitos do Laboratório de Metalurgia e Materiais Cerâmicos (LMMC) do Centro de Tecnologia de Processos e Produtos (CTPP) foi incorporada pelo LME, que passa a ser o único laboratório do IPT capaz de prover rastreabilidade e soluções metrológicas na área de magnetismo⁽¹⁶⁾.

Em 2012, pela primeira vez no País, a indústria do petróleo pode contar com uma unidade móvel que complementa um laboratório de calibração fixo. Esta facilidade é composta essencialmente por um sistema padrão de vazão denominado "provador compacto", que se constitui em um braço metrológico móvel rastreado ao Laboratório de Vazão do IPT. O provador ganha mobilidade ao ser embarcado em um caminhão Munck, que permite o seu transporte e instalação junto ao medidor a ser calibrado, avaliando in loco o desempenho metrológico do sistema de medição.

Uma das principais vantagens da solução é que a calibração dos medidores de vazão de líquidos instalados em refinarias, terminais e bases de distribuição pode ser feita sob as condições reais de processo, com o próprio fluido de operação, considerando a temperatura, pressão e viscosidade reais, além de levar em conta fatores de influência que afetam o desempenho do medidor e de toda a instrumentação, como configurações da tubulação, válvulas e aspectos climáticos adversos.

Figura 3.5.5. Imagem da Unidade Móvel do Centro de Metrologia de Fluidos (CMF) para calibração de medidores sob condições reais do processo^(8, p.47).



Em 2013 ocorre outra reestruturação do IPT e os Centros de Metrologia de Fluidos e o de Mecânica e Eletricidade, passam a compor o Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos (CT-Metro) e o Centro de Metrologia Química é incorporado pelo Centro de Química e Manufaturado (CQuiM). A partir dessa data o IPT passa a ter nove Centros Técnicos e três Núcleos, perfazendo um total de doze unidades técnicas^(9, p12).

- CTMetro - Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos
- CQuiM - Centro de Química e Manufaturados
- Ciam - Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade
- CT-Obras - Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura
- CT-Floresta - Centro de Tecnologia de Recursos Florestais
- CTMM - Centro de Tecnologia em Metalurgia e Materiais
- CTMNE - Centro de Tecnologia Mecânica, Naval e Elétrica
- CTGeo - Centro de Tecnologias Geoambientais
- Cetac - Centro Tecnológico do Ambiente Construído
- NT-MPE - Núcleo de Atendimento Tecnológico à Micro e Pequena Empresa
- Bionano - Núcleo de Bionanomanufatura
- LEL - Núcleo de Estruturas Leves

O CT-Metro, passa a ser composto por três Laboratórios e uma Seção: Laboratório de Vazão; Seção de Óleo e Gás; Laboratório de Metrologia Mecânica; Laboratório de Metrologia Elétrica. Por meio de seu corpo técnico continua com as atividades realizadas pelos Centros Metroológicos que incorporou, inclusive algumas de cunho internacional, como mostra a Figura que segue.

Figura 3.5.6. Imagem da validação dos resultados da instalação e da avaliação da confiabilidade metrológica dos sistemas de medição instalados em plantas termoeletricas de propriedade do Instituto Costarricense de Electricidad^(9, p.63).



Nos anos que seguem 2013, o CT-Metro, sempre tem novas atividades e serviços incluídos no seu portfólio, como mostram as Figuras extraídas dos Relatórios de Atividades do IPT referentes, respectivamente, aos anos de 2015 e 2016.

Figura 3.5.7. Projeto de transposição do Rio São Francisco. O Laboratório de Vazão, ofereceu uma técnica de medição especializada, capaz de assegurar que a retirada das águas seja feita de maneira consciente e sem desperdício de energia. O trabalho consistiu na medição da vazão das tubulações associadas a quatro bombas em duas estações de bombeamento de Pernambuco. Com a técnica de medição de vazão de fluidos por pitometria utilizada pelo IPT, as incertezas foram reduzidas a apenas 2%. Embora o método seja bastante conhecido na área de fluidodinâmica, o uso nesse tipo de sistema, em que as tubulações têm cerca de 2,3 metros de diâmetro, com bombas de 100 toneladas e 7.500 hp de potência, é fruto de uma capacitação do IPT^(p.44).



Figura 3.5.8. As imagens e frases transmitidas pelos painéis precisam atender a requisitos de visibilidade, em ambiente interno e externo, nos períodos diurnos e noturnos. O Laboratório de Equipamentos ópticos e elétricos desenvolve um ensaio, a partir de norma internacional que estabelece o desempenho fotométrico do equipamento^(11, p.44).



Figura 3.5.9. Em 2016 O Laboratório de Metrologia Elétrica recebe uma certificação global do National Instruments (NI) em instrumentação virtual^(12, p.49).



Figura 3.5.10. Em 2016, o triatleta Igor Morelli, realizou teste de aerodinâmica no túnel de vento do Laboratório de Vazão, com o objetivo de correlacionar dados de postura com menor resistência causada pelo ar, assim como obter dados para uma eventual reconfiguração da bicicleta^(12, p.49).



O Laboratório de Referências Metrológicas (LRM), subordinado ao CQuiM - Centro de Química e Manufaturados, também continuou com suas atividades relacionadas a padrões. Em 2017 coletou águas naturais subterrâneas e superficiais para certificação de material de referência de composição de elementos químicos tóxicos⁽¹⁶⁾.

Figura 3.5.11. Imagem de coleta de água subterrânea (poço de insurgência) para certificação de material de referência de composição de elementos químicos tóxicos (Acervo LRM/IPT).



Figura 3.5.12. Imagem de coleta de água superficial para certificação de material de referência de composição de química elementar, para questões ambientais (Acervo LRM/IPT).



Figura 3.5.13. Imagem da equipe preparando em sala limpa os primeiros lotes experimentais de materiais de referência de águas naturais (Acervo LRM/IPT).

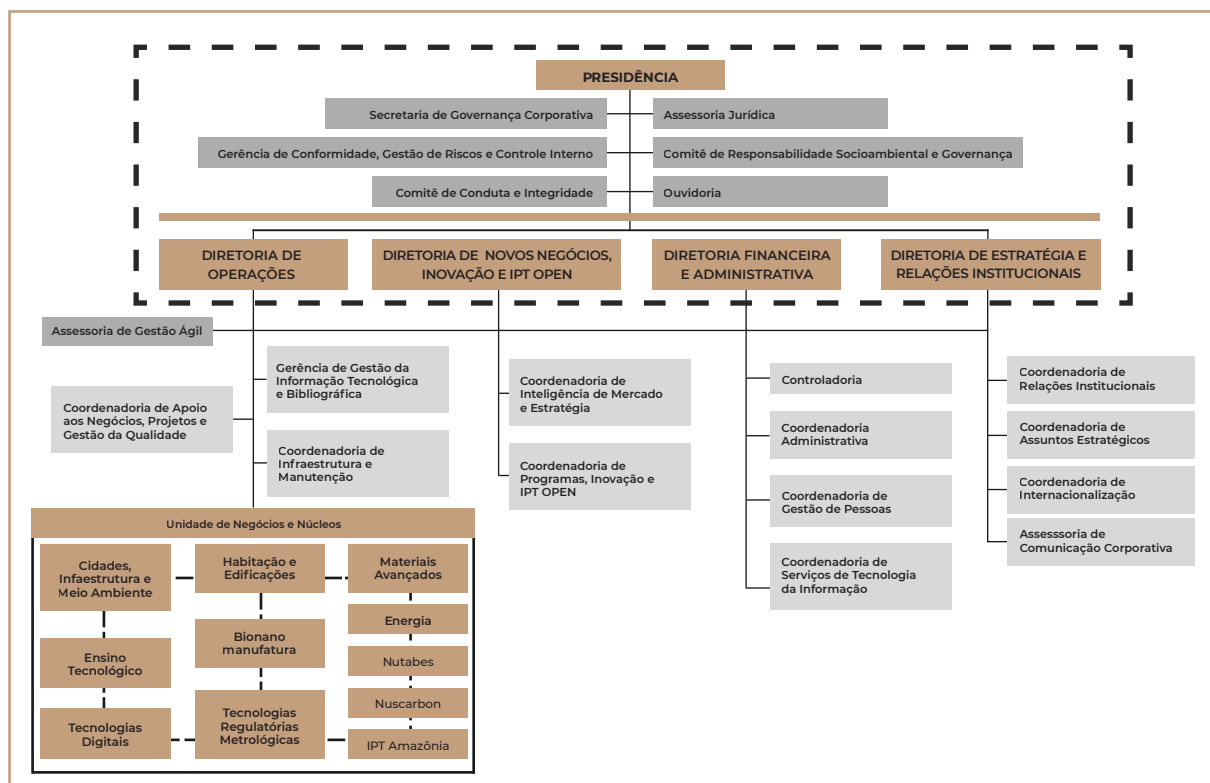


Em 2020 uma nova reestruturação ocorre no IPT e as doze unidades técnicas anteriores passaram a integrar oito unidades de negócios denominadas respectivamente:

- Bionanomanufatura - Bionano
- Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente - CIMA
- Energia – EN
- Ensino Tecnológico - ET
- Habitação e Edificações - HE
- Materiais Avançados - MA
- Tecnologias Digitais -TD
- Tecnologias Regulatórias e Metrológicas - TRM

A figura que segue mostra o organograma atual do IPT.

Figura 3.5.14. Organograma do IPT em 2023.



Na reestruturação ocorrida em 2020, o Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos (CT-Metro) passa a ser Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas (TRM), sendo composto por quatro laboratórios: Laboratório de Metrologia Mecânica (LMM); Laboratório de Metrologia Elétrica (LME), Laboratório de Referências de Materiais (LRM) e Laboratório de Vazão (LV).

A seguir são apresentadas breves descrições desses quatro laboratórios da TRM.

Laboratório de Metrologia Mecânica⁽¹⁴⁾

O Laboratório de Metrologia Mecânica (LMM) atua nas áreas de Força, Torque, Impacto e Dureza; Temperatura e Umidade; Dimensional; Pressão e Massa, oferecendo serviços tecnológicos especializados, pesquisa e desenvolvimento, provendo rastreabilidade, confiabilidade e soluções metrológicas para a iniciativa privada e pública, atendendo grande parte dos segmentos do mercado e representação em comissões técnicas da Cgcre do Inmetro e de normalização da ABNT.

O LMM tem os seus serviços de calibração acreditados pela Cgcre do INMETRO integrando a Rede Brasileira de Calibração-RBC, sob o número CAL 0003, em conformidade com os requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, oferecendo ainda serviços de calibração e medição com faixas diferenciadas e capacidades de medição e calibração reduzidas, não ofertadas pelo mercado. O laboratório também possui certificação de sistema de gestão da qualidade, conforme a norma ABNT NBR ISO 9001.

Além dos serviços de calibração/medição de padrões, instrumentos de medição e equipamentos, realizados nas instalações do IPT, o LMM também realiza atividades de calibração de máquinas de medição/ensaio, instrumentos e equipamentos em campo nas instalações dos clientes.

O laboratório atua na pesquisa e no desenvolvimento de padrões de referência, elaboração e validação de metodologias de calibração/medição de instrumentos e sistemas de medição. Também desenvolve projetos técnicos especializados em metrologia mecânica, sob demanda, aplicando técnicas de processamento digital de imagens.

O LMM também realiza serviços de caracterização metrológica dimensional e geométrica (macro e micro geometrias) de peças, componentes, dispositivos e artefatos complexos, empregando técnicas de medição por contato mecânico (tátil) e sem contato (óptica e laser).

Na área de grandes forças e torques⁽¹⁴⁾, o laboratório desenvolve metodologias e projetos de dispositivos para calibração de células de carga não convencionais e máquinas/geradores de força com capacidade até 5 MN, transdutores de torque e calibradores com capacidade de até 50 kN.m.

Em 2023 o LMM passou por reavaliação da CGCRE (Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro) e obteve aprovação para a extensão de acreditação na Rede Brasileira de Calibração na área de força, sendo hoje o único Laboratório no país que está acreditado para realizar calibração de instrumentos de medição de força até 5 MN.

O Laboratório de Metrologia Mecânica vem desenvolvendo paralelamente às suas atividades corriqueiras, técnicas especiais de medição, tais como as indicadas a seguir:

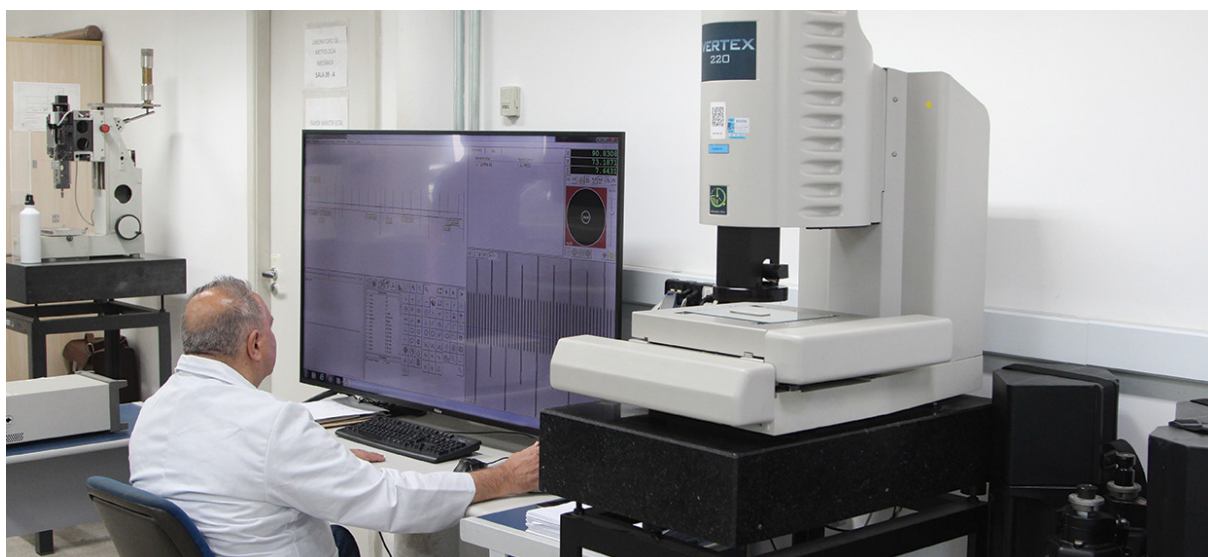
- Metrotomografia fundamental: empregada na avaliação de peças e artefatos. Trincas, porosidades e descontinuidades, entre outros defeitos, podem ser detectados sem a necessidade de se danificar a peça em análise.

Figura 3.5.15. Tomógrafo (Acervo LMM/IPT)



- Máquina de medição por coordenadas ópticas: tem sistemas coordenados X, Y e Z. É semelhante a um microscópio, com lente que projeta em tela de computador a imagem do artefato e seu perfil, permitindo a visualização de detalhes de regiões.

Figura 3.5.16. Máquina de medição por coordenadas (Acervo LMM/ACC)



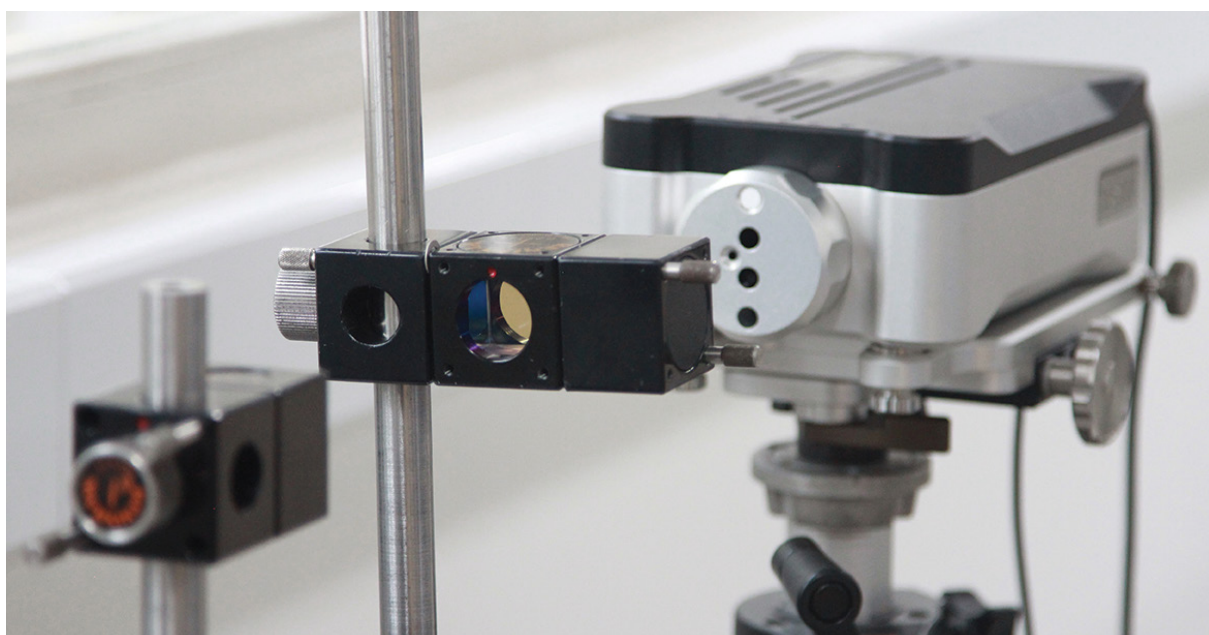
- Digitalizadores ópticos: são sistemas de medição com varreduras ópticas que realizam aquisições de dados de um volume no formato de nuvem de pontos de modo extremamente rápido, permitindo ver detalhes em 3D.

Figura 3.5.17. Digitalizador óptico (Acervo LMM/IPT)



- Sistema de interferometria a laser: utilizados em várias calibrações, tais como de máquinas por medição, de coordenadas 3D, de desempenos e eixos rotativos.

Figura 3.5.18. Sistema de interferometria a laser (Acervo LMM/IPT)



Laboratório de Metrologia Elétrica⁽¹⁵⁾

O Laboratório de Metrologia Elétrica (LME) tem atualmente reconhecimento internacional para calibração nas áreas de: eletricidade; magnetismo; tempo e frequência; temperatura (sinal elétrico); eletro médicos; alta frequência; telecomunicações; velocidade e físico-química. Além disso, tem ministrado cursos voltados à metrologia elétrica, auditorias da qualidade e tem organizado diversas atividades de ensaio de proficiência, oferecendo rastreabilidade metrológica para programas voltados a laboratórios de ensaio e calibração. Em 2019, o LME lança o Procal, uma plataforma para gestão metrológica, que é disponibilizada a seus clientes. A seguir ilustrações das principais linhas de atuação do LME.

Figura 3.5.19. Ilustração das principais linhas de atuação do LME (Acervo LME/IPT)

	Eletricidade Calibração de Multímetro 8 ½ dígitos		Temperatura Calibração de Calibrador de Processo Portátil
	Alta Tensão Calibração de Hi-Pot		Tempo & Frequência
	Eletromédicos		Radiofrequência
	Óptica para Telecom		Telecomunicações
	Magnetismo Padrão para medição de indução magnética (Teslameter)		

Laboratório de ReferênciaS Metrológicas⁽¹⁶⁾

O Laboratório de Referências Metrológicas (LRM) tem suas atividades voltadas principalmente para o desenvolvimento de materiais de referência e de programas de proficiência de ensaios em aço, óleos e álcool. Além disso presta serviços de soluções tecnológicas, principalmente relacionados à caracterização química de materiais. A seguir ilustrações referentes à algumas das atividades desse Laboratório.

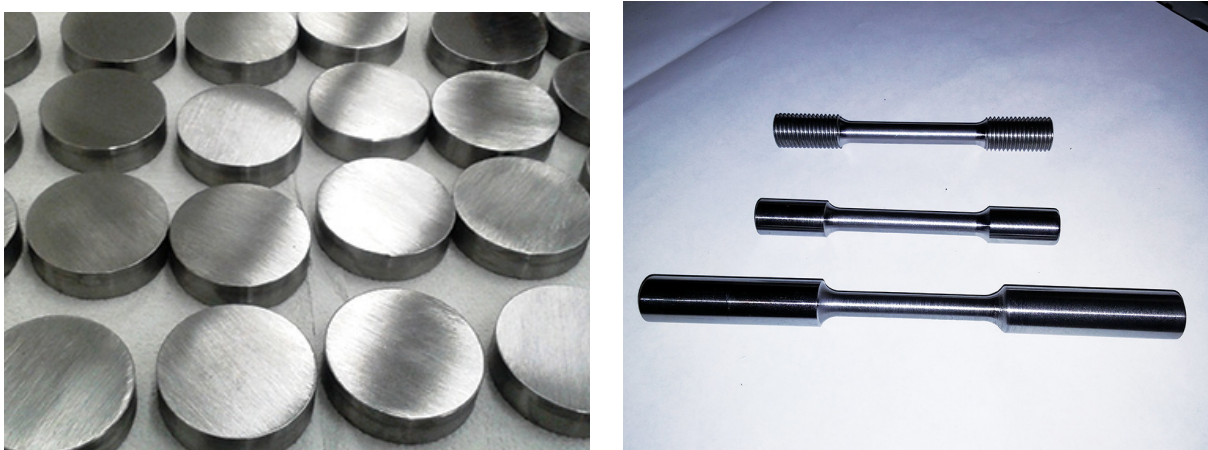
- Desenvolvimento de materiais de referência: mais de 120 materiais desenvolvidos tendo como focos principais composição de produtos siderúrgicos, composição de minerais cerâmicos, viscosidade de propriedades de derivados de petróleo e composição de águas naturais.

Figura 3.5.20. Material de referência certificado do IPT (Acervo LRM/IPT).



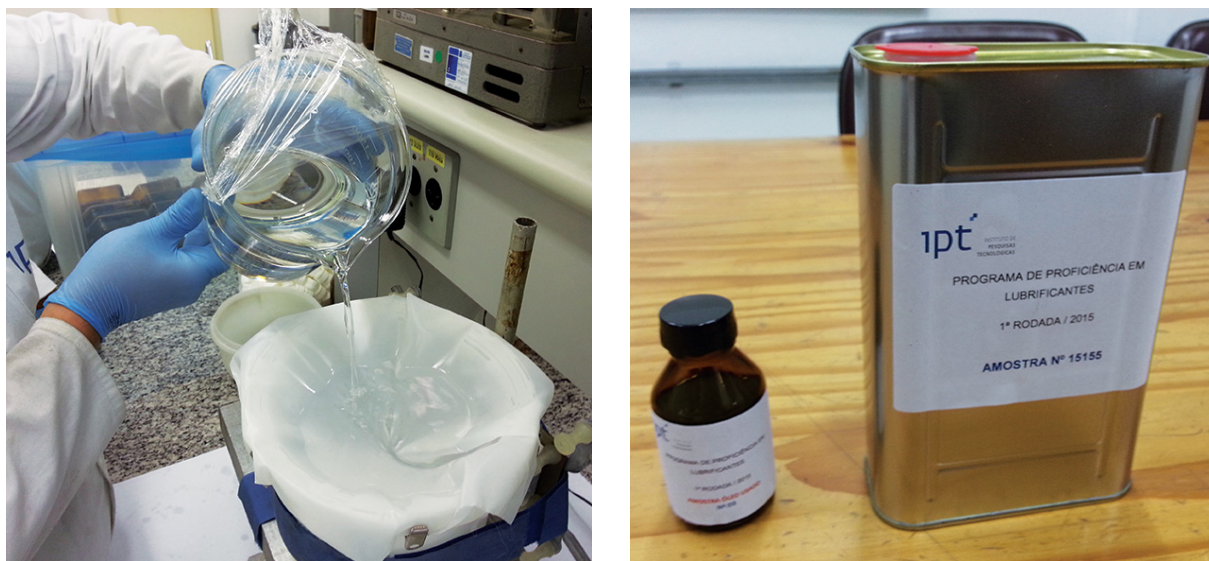
- Programas de ensaio de proficiência em aço, oferecendo os seguintes grupos: análises químicas de aços carbono de baixa liga (vinte e cinco elementos químicos); análises químicas de aços carbono de alta liga (dezoito elementos químicos); análises químicas de ferros fundidos (vinte e um elementos químicos); ensaio de impacto charpy, seguindo procedimento da American Society for Testing Material, ASTM E23- tipo A; ensaio de tração ; ensaios de dureza e ensaios metalográficos.

Figura 3.5.21. Amostras do programa de proficiência de aços, oferecido pelo IPT. (Acervo LRM/IPT).



- Programa de ensaio de proficiência em óleo novo e usado, envolvendo no caso de óleos novos análises químicas, ensaios físico-químicos e ensaios de manutenção preditiva e no caso de óleos usados análises químicas e ensaios físico-químicos.

Figura 3.5.22. Amostras do programa de proficiência de óleo lubrificante, oferecido pelo IPT. (Acervo LRM/IPT).



- Programa de ensaio de proficiência em etanol hidratado-combustível e em álcool etílico industrial envolvendo principalmente ensaios físico químicos.

Figura 3.5.23. Amostras do programa de proficiência de etanol, oferecido pelo IPT. (Acervo LRM/IPT).



Laboratório de Vazão⁽¹⁷⁾

Embora as atividades relacionadas à medição de vazão e volume de fluidos já se fizessem presentes há décadas nos processos industriais e no comércio de fluidos como água e combustíveis, no Brasil, as primeiras ações estruturadas visando estabelecer esses parâmetros como grandezas metrológicas importantes somente ocorreram no último quarto do Século XX, muito em função das crises mundiais do petróleo de 1973 e 1979 e suas consequências nos preços dos combustíveis transacionados, da consolidação do conceito da garantia da qualidade dos produtos exigindo controles de processos mais confiáveis na indústria e, também, na esteira do desenvolvimento da Metrologia Legal no País, objetivando o estabelecimento de relações justas no comércio e de segurança nos serviços.

De fato, os primeiros laboratórios de vazão e de volume de fluidos no Brasil foram instalados nas companhias distribuidoras de gás e de água com o objetivo atender às demandas internas das próprias empresas e garantir uma quantificação correta dos volumes de água e de gás vendidos aos consumidores. Posteriormente, alguns fabricantes nacionais de medidores de vazão também construíram bancadas laboratoriais aplicadas principalmente a testes de aceitação para o controle da qualidade de seus produtos.

No final da década de 1970, surgia dentro do Agrupamento de Engenharia Térmica (AET) da Divisão de Engenharia Mecânica (DME) do IPT a Seção de Medidas Fundamentais que, anos mais tarde viria a se constituir no Laboratório de Vazão. Este era primeiro laboratório metrológico de fluidos em uma instituição de ciência e tecnologia do País, ainda com uma infraestrutura pequena e com poucos equipamentos, mas já com uma forte vocação de desenvolver pesquisas na área da metrologia de vazão e velocidade de fluidos, realizar ensaios de máquinas de fluxo e prestar serviços, essencialmente para a indústria, o comércio e o setor de serviços.

Na década de 1980, no início do processo de formação da sua competência em metrologia de vazão, volume e velocidade de gases e líquidos, o Laboratório de Vazão promoveu a visita ao IPT de diversos pesquisadores de laboratórios do exterior como do National Engineering Laboratory (NEL), do Reino Unido; Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), da Alemanha; do National Institute of Standards and Technology (NIST), dos EUA; do Swiss Federal Office of Metrology (SFOM), da Suíça; do NV Nederlandse Gasunie (Gasunie), da Holanda; do National Research Laboratory of Metrology (NRLM), do Japão; do Centro Nacional de Metrología (CENAM), do México e do Instituto de Mecânica dos Fluidos e Engenharia Ambiental (IMFIA), do Uruguai.

Nessas visitas, os cientistas renomados dessas instituições ministravam cursos de capacitação aos pesquisadores do Laboratório de Vazão e participaram de eventos técnicos organizados pelo IPT, oportunidades em que o Laboratório sempre convidava profissionais das empresas brasileiras que atuavam em medição de vazão e velocidade de fluidos para compartilhar a experiência. A fotografia a seguir ilustra um desses eventos organizados pelo Laboratório de Vazão.

Figura 3.5.24. Imagem do 1º Workshop de Medição de Vazão de Gás que contou com a presença do especialista Peter van der Kam da empresa Gasunie da Holanda. (Acervo IPT)



Da mesma forma, nessa época, vários engenheiros do Laboratório de Vazão do IPT realizaram visitas técnicas e estágios de capacitação em laboratórios de vazão do exterior como no National Engineering Laboratory (NEL), do Reino Unido; Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), da Alemanha; National Institute of Standards and Technology (NIST), dos EUA; NV Nederlandse Gasunie (Gasunie), da Holanda; National Research Laboratory of Metrology (NRLM), do Japão; Centro Nacional de Metrología (CENAM), do México; K-Lab, da Noruega; Fluid Control Research Institute (FCRI), da Índia; Laboratoire National de Métrologie et d'essais (LNE), da França; Instituto de Mecânica dos Fluidos e Engenharia Ambiental (IMFIA), do Uruguai; Technical Center Industries Aérauliques Et Thermiques (CETIAT), da França.

Nas décadas de 1990 e 2000, ao mesmo tempo em que se capacitava no tema da metrologia de vazão e velocidade de fluidos, o Laboratório de Vazão do IPT buscou apoio financeiro junto a agências de fomento como a Fapesp - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e, em especial, a Finep - Financiadora de Estudos e Projetos, nesse caso por meio dos convênios desenvolvidos via o PADCT - Programa de Apoio do Desenvolvimento Científico e Tecnológico, do Ministério da Ciência e Tecnologia para a construção de seus equipamentos e laboratórios.

Foram diversos e sucessivos convênios com essas agências de fomento que permitiram ao Laboratório de Vazão a construção dos seus laboratórios de vazão de água, gás, óleo, anemometria e

máquinas de fluxo. Utilizando-se desses convênios, o Laboratório de Vazão desenvolvia a Metrologia Científica projetando e construindo padrões como o SBV-Sistema Básico de Verificação, os gasômetros de 500 L e 4000 L para o laboratório de vazão gás, o sistema gravimétrico de pesagem para o laboratório de vazão de água, além de equipamentos para calibrações e ensaios como o túnel de vento de baixa turbulência para anemometria, o túnel de vento de camada limite atmosférica, a câmara de bocais, as bancadas de calibração de medidores de vazão de gás e de água, em suas várias versões, e muitos outros. Dessa forma, é importante reconhecer publicamente o papel fundamental que essas agências de fomento tiveram na criação, estruturação e manutenção do Laboratório de Vazão do IPT.

Após ocupar diferentes ambientes em várias edificações o IPT, finalmente, com o apoio da Diretoria Executiva do IPT e da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado de São Paulo, em 08 de dezembro de 1994, o Laboratório de Vazão inaugurava as suas instalações laboratoriais no Prédio 37 do campus do IPT.

Figura 3.5.25. Placa de inauguração do Laboratório de Vazão no Prédio 37 do campus do IPT.

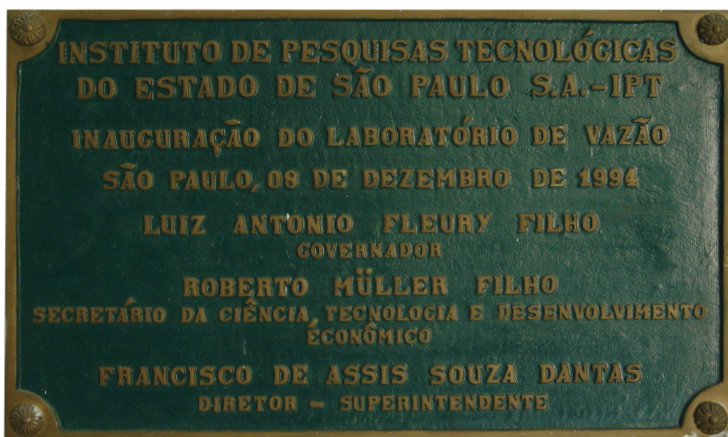


Figura 3.5.26. Acreditação do Laboratório de Vazão pelo DKD da Alemanha



Foi fundamental nessa época a cooperação técnica profícua que o Laboratório de Vazão do IPT desenvolveu com o Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), da Alemanha, por meio da qual foi possível estabelecer os princípios científicos, éticos e de conduta do Laboratório que acabaram se integrando e se consolidando de forma intrínseca em sua estrutura.

Como resultado dessa cooperação com o PTB, o Laboratório de Vazão do IPT postulou e conquistou em 17 de julho de 1998 a sua primeira acreditação pelo Deutscher Kalibrierdienst (DKD) da Alemanha, o que significava que os seus certificados de calibração de medidores de vazão e velocidade de fluidos eram aceitos em todos os países signatários do acordo de cooperação da International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Além de atuar como protagonista no Brasil nessa área importante da Metrologia, desenvolvendo as suas instalações laboratoriais e a sua competência em metrologia de vazão de fluidos, o Laboratório de Vazão do IPT também se preocupou em disseminar os fundamentos e as técnicas relacionadas a esse tema com a comunidade metrológica do País. Isso foi feito por meio do oferecimento de diversos cursos de capacitação, da elaboração e divulgação sistemática de artigos técnicos sobre o assunto e da formação de profissionais que, após serem treinados no IPT, acabavam se transferindo para outras empresas e instituições como laboratórios, fabricantes, operadoras e prestadoras de serviços do setor de petróleo e gás, agências reguladoras e universidades. Ao longo dos mais de 40 anos de existência do Laboratório de Vazão do IPT, foram várias dezenas de profissionais entre técnicos e engenheiros que se capacitaram nos fundamentos e ganharam experiência prática na área da metrologia de vazão e velocidade de fluidos.

No ano 2000, o Laboratório de Vazão firmou acordo de cooperação com o Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas (CDT de Gas) da Colômbia, por meio do qual foram oferecidos diversos estágios de capacitação no IPT a engenheiros do CDT de Gas, realizadas visitas técnicas para orientação na estruturação dos laboratórios daquela instituição e organizadas conferências e simpósios sobre metrologia de vazão de fluidos na Colômbia, sempre contando com a presença de pesquisadores do IPT nesses eventos.

Nas décadas seguintes, motivados pela onda da garantia da qualidade e da avaliação da conformidade de produtos e serviços que se alastrava pelo mundo, surgiram no Brasil diversos outros laboratórios de vazão de gás, água e hidrocarbonetos líquidos e alguns de anemometria. A grande maioria desses laboratórios nasceu em empresas prestadoras de serviços metrológicos uma vez que o fornecimento de atividades de calibração e ensaio acabou se tornando um negócio economicamente importante, ainda que, de certa forma, contribuindo para disseminar a metrologia aplicada e ampliando a base da pirâmide metrológica nacional. No final de 2023, existiam no Brasil mais de 40 laboratórios de vazão e velocidade de fluidos que prestavam serviços metrológicos comercialmente, sendo a maioria acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro.

Atualmente, o Laboratório de Vazão do IPT é acreditado pela Cgcre sob o número CAL 0162 e opera padrões que permitem executar atividades metrológicas em diferentes condições de operação e faixas de medição, atendendo a demandas por serviços na área de vazão e volume de fluidos, inclusive nas instalações de clientes. A infraestrutura do Laboratório de Vazão reúne o conjunto mais abrangente de instalações de testes, ensaios e calibrações de medidores de vazão e de velocidade de fluidos do País, conforme ilustram as fotografias a seguir.

Figura 3.5.27. Imagem do Laboratório de alta vazão de gás.



Figura 3.5.28. Imagem do Laboratório de baixa vazão de gás.



Figura 3.5.29. Imagem do Laboratório de vazão de água.



Figura 3.5.30. Imagem do Laboratório de vazão de óleo.

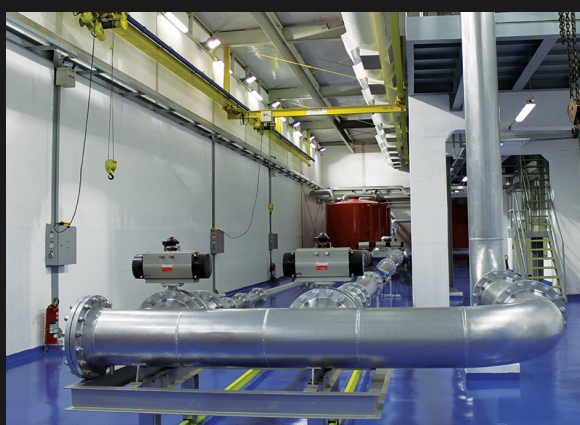
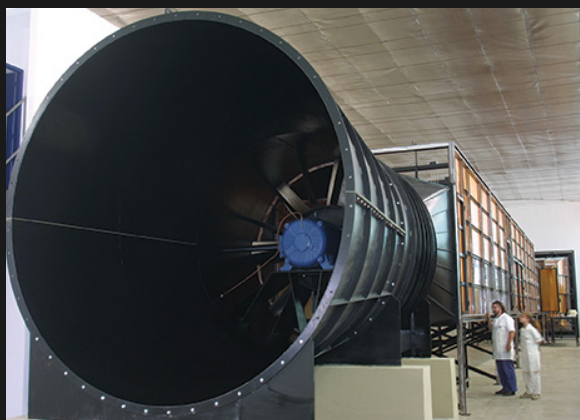


Figura 3.5.31. Imagem do Túnel de vento de baixa turbulência para anemometria.



Figura 3.5.32. Imagem do Túnel de vento de camada limite atmosférica.



Além das atividades de calibração e ensaio, o Laboratório de Vazão realiza atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em metrologia de fluidos, e realiza estudos, produtos e projetos para fabricantes e usuários de medidores de vazão dos setores de petróleo e gás, saneamento, além de organismos de regulação e fiscalização.

No setor de óleo de gás o Laboratório de Vazão é amplamente reconhecido pela sua atuação, experiência e competência técnica em medições fiscais, de apropriação e de transferência de custódia de hidrocarbonetos líquidos e gasosos. Desde o advento do marco regulatório do setor com a instituição do Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural (RTM) aprovado pela Portaria Conjunta ANP/Inmetro Nº 1, em 19 de junho de 2000, o Laboratório tem fornecido assistência tecnológica às diferentes partes envolvidas nas transações de hidrocarbonetos líquidos e gasosos, abrangendo toda a sua cadeia, desde a produção, o transporte, o processamento e até a distribuição final dos combustíveis. Vale citar que, com base em sua competência técnica, em 2003, o Laboratório de Vazão do IPT foi contratado pela unidade de Exploração e Produção (EP) da Petrobras para a prestação de serviços técnicos especializados visando a elaboração de 41 procedimentos técnicos metrológicos sobre amostragem, teste, medição e calibração a serem utilizados pela operadora em suas unidades de negócios em todo o País.

Ainda com base em sua competência técnica reconhecida nacionalmente, o Laboratório de Vazão sempre buscou atuar na prestação de serviços metrológicos em campo, atendendo na maioria das vezes a solicitações de empresas para a solução de problemas de medição de vazão de fluidos em que a expertise e a independência são requisitos essenciais. As fotografias a seguir ilustram a atuação de técnicos do Laboratório de Vazão realizando serviços metrológicos em campo.

Figura 3.5.33. Imagem de inspeção de sistema de medição em plataforma offshore.



Figura 3.5.34. Imagem de Medição de vazão de água em estação de bombeamento do Projeto de Integração do São Francisco-PISF.



Em função de sua base laboratorial diversificada e de alta confiabilidade metrológica e, por ser um ente público independente reconhecido como terceira parte, o Laboratório de Vazão iniciou na década de 1990 a atuação em atividades relacionadas à Metrologia Legal coordenada pela Divisão de Metrologia Legal (Dimel) do Inmetro realizando ensaios de aprovação de modelos de medidores de vazão e totalizadores de volume de fluidos. Os resultados desses ensaios constituem evidências importantes para que fabricantes e fornecedores desses instrumentos obtenham as portarias de aprovação de modelo concedidas pela Dimel para que estejam legalmente autorizados a comercializar esses produtos no Brasil.

Na busca constante por desenvolvimentos em Metrologia de fluidos, na década de 2010 o Laboratório de Vazão do IPT, projetou dois novos laboratórios construídos novamente com o apoio financeiro da FINEP. Um deles foi o Laboratório de Ensaios de Desempenho de Válvulas e Acessórios de Tubulação concebido para permitir a realização de testes de desempenho, estanqueidade e vida útil de válvulas e acessórios de tubulações de acordo com os requisitos previstos na norma técnica ABNT NBR 15827 Válvulas industriais para instalações de exploração, produção, refino e transporte de produtos de petróleo – Requisitos de projeto e ensaio de protótipo.

O outro foi o laboratório de vazão de gás a alta pressão, projetado e construído com a finalidade de simular as condições reais de vazão e pressão encontradas nas aplicações de medição de vazão em redes de transporte de gás natural. Esse laboratório é constituído por um circuito fechado de tubulação com soprador, trocadores de calor, medidores padrão de vazão, válvulas, além de sensores de pressão e de temperatura do gás. Esse circuito pode ser preenchido com diversos tipos de gases e em condições de pressão definidas, permitindo a realização de estudos, testes e calibrações com diferentes tipos de medidores de vazão de gás.

Figura 3.5.35. Imagem do Laboratório de ensaios de desempenho de válvulas e acessórios de tubulação (Acervo LV, 2023).



Figura 3.5.36. Imagem do Laboratório de vazão de gás a alta pressão (Acervo LV, 2023).



Ao entrar na década de 2020, o Laboratório de Vazão passou a focar os seus esforços nos seguintes temas:

- Avaliação de desempenho de medidores de gases e líquidos com tecnologia avançada integrada a computadores de vazão, incluindo medidores ultrassônicos, medidores multifásicos e outras tecnologias de ponta;
- Metrologia de vazão apoiada na utilização de sensores de parâmetros de processo e no monitoramento em tempo real;
- Desenvolvimento de técnicas inovadoras de calibração e implementação de laboratórios de calibração e ensaio que simulem condições reais de operação dos sistemas de medição, essenciais para a garantia da confiabilidade metrológica nas atividades de fiscalização e regulação;
- Monitoramento preditivo de sistemas de medição baseado na análise avançada de dados.

A jornada de metrologia no Laboratório de Vazão é uma ciência capaz de determinar grandezas quantitativas por meio de análise e métodos experimentais rigorosos e reprodutíveis, envolvendo medições e predições quantificáveis.



3.6 METROLOGIA NO IPT E SEUS PROTAGONISTAS

As atividades de Metrologia no IPT de 1934 a 2024 ocorreram devido principalmente à dedicação e o esforço do corpo técnico do Instituto. Pela impossibilidade de citar a todos fica aqui, para esse período, o registro dos nomes dos Superintendentes e Presidentes do IPT e, por meio deles, que todos que trabalharam nesse longo período nas diferentes áreas de atividade da Metrologia, independente de cargos e funções, se sintam homenageados e agradecidos por fazerem parte dessa história na Instituição.

Quadro 3.6.1 IPT- Superintendentes/ Presidentes

Gabinete de Resistência dos Materiais	1899 - 1903	Antonio Francisco de Paula Souza
	1903 - 1906	Wilhelm Fischer
	1906 - 1917	Hypolyto Gustavo Pujol
	1917 - 1926	Oscar Machado de Almeida
	1926 - 1931	Ary Frederico Torres
Laboratório de Ensaios de Materiais	1931 - 1933	Ary Frederico Torres
Instituto de Pesquisas Tecnológicas	1933 - 1939	Ary Frederico Torres
	1939 - 1949	Adriano José Marchini
	1949 - 1968	Francisco João Humberto Maffei
	1968 - 1985	Alberto Pereira de Castro
	1985 - 1989	Henrique Silveira de Almeida
	1989 - 1990	Luiz Carlos Martins Bonilha
	1990 - 1994	Francisco de Assis Souza Dantas
	1994 - 1997	Milton de Abreu Campanário
	1997 - 2001	Plínio Oswaldo Asmann
	2001 - 2006	Guilherme Ary Plonski
	2006 - 2007	Vahan Agopyan
	2008 - 2012	João Fernando Gomes de Oliveira
	2012 - 2018	Fernando José Gomes Landgraf
	2018 - 2019	Zehbour Panossian
	2019 - 2021	Jefferson de Oliveira Gomes
2021 - 2022	Flavia Gutierrez Motta	
2022 - atual	Liedi Légi Bariani Bernucci	

4 METROLOGIA DO FUTURO

O desenvolvimento da Metrologia no mundo sempre esteve diretamente ligado ao progresso dos povos, ao comércio de bens e serviços e, nos tempos mais recentes, à evolução da ciência e da tecnologia que tem permitido o acúmulo de conhecimento e a realização de padrões de medida com incertezas cada vez mais reduzidas. Assim como a indústria moderna evoluiu tecnologicamente ao longo das décadas, os desenvolvimentos metrológicos acompanharam também as exigências cada vez mais rigorosas de controle da qualidade do processo produtivo ocorridas no decorrer do tempo.

Desde o início do Século XX, quando da criação da Seção de Metrologia no IPT em 1934, até o final da década de 1990 e início do Século XXI, a indústria de manufatura e o próprio parque industrial brasileiro mantiveram uma taxa de evolução incremental nos processos de fabricação e no controle de qualidade, impulsionados basicamente pela disponibilização contínua de novas tecnologias que sucessivamente suplantavam as anteriores. Na verdade, essa sintonia entre produção e Metrologia sempre aconteceu de forma sinérgica no mundo desde os tempos da Revolução Industrial, ocorrida a partir da segunda metade do Século XVIII.

A atuação da Seção de Metrologia do IPT nas suas primeiras décadas de existência foi voltada a fornecer suporte metrológico a um recém-instalado parque industrial no Estado de São Paulo, marcado sobretudo por uma carência de especialistas nesse tema. Ao longo das décadas seguintes, além de continuar com esse apoio ao setor produtivo mediante o provimento de serviços metrológicos, o Instituto sempre procurou manter-se na vanguarda do desenvolvimento de novas tecnologias por meio de pesquisas científicas, seja executando projetos para atender às demandas do Governo do Estado de São Paulo, seja realizando parcerias com indústrias e fabricantes de instrumentos e artefatos metrológicos.

Nos últimos 20 anos do Século XX grandes mudanças ocorreram no setor produtivo do País com o introdução, em larga escala, da automação industrial e a atuação do IPT em Metrologia não apenas esteve em harmonia com essas importantes transformações, vitais para o aumento da produtividade do meio fabril, como também se readequou às novas realidades, expandindo suas áreas temáticas de atuação, vindo a consolidar-se em uma unidade multidisciplinar, com estrutura laboratorial e corpo técnico capaz de prover soluções tecnológicas nas áreas de vazão, química, elétrica e mecânica, frente aos enormes desafios impostos por um setor manufatureiro cada vez mais competitivo.

Com base nessa evolução, a indústria moderna já opera com base na medição e no controle de um conjunto imenso de parâmetros de processo que são utilizados para fabricar produtos com qualidade, segurança e mantendo a eficiência operacional da planta industrial.

Esses parâmetros medidos como, por exemplo, a vazão de combustível, a temperatura da água, a pressão do vapor e as propriedades físicas ou químicas do produto, são informações detectadas e transformadas em dados digitais que alimentam os sistemas e softwares que controlam em tempo real os equipamentos e o processo produtivo da planta industrial.

A transformação digital dos processos industriais culminou na atualidade no desenvolvimento das chamadas "fábricas inteligentes", onde as tecnologias de informação e comunicação estão integradas com as tecnologias de automação, incluindo a mecatrônica, a robótica, a computação, o aprendizado de máquina e a inteligência artificial.

A medição se torna dinâmica e onipresente, o que significa que os produtos são medidos em cada uma das etapas de fabricação, minimizando os riscos de produtos não conformes e reduzindo as interrupções nos processos de produção. E obviamente, a Metrologia também se torna dinâmica e onipresente, estando incorporada ao processo de produção, podendo ser continuamente otimizada por meio de integrações que envolvam computação, comunicação e controle por meio de redes e processos físicos. Centros decisórios da produção estarão incorporados em sistemas cyberfísicos preparados para delinear autonomamente novos processos e novos aperfeiçoamentos em produtos.

É importante ressaltar que as fábricas inteligentes serão movidas a dados, e esses dados deverão atender a vários parâmetros de qualidade: a acurácia, a qualidade da consistência, a qualidade da completude dos dados, e da disponibilidade onipresente temporal e física, caso contrário os processos automatizados não terão a confiabilidade operacional necessária e aumentarão os riscos de falhas nos processos, perdas de produção, além dos impactos econômicos, sociais e ambientais relacionados.

É provável que esse conjunto de novas abordagens e tecnologias digitais trará cada vez mais oportunidades e aplicações. Porém, mesmo nesse cenário, não haverá como prescindir de laboratórios de Metrologia confiáveis, padrões que forneçam valores de referência rastreáveis e profissionais competentes que darão o suporte necessário aos cientistas de dados e programadores responsáveis pela implementação dessas soluções para garantir a qualidade dos resultados nas diferentes aplicações.

A capacidade de adaptação da Metrologia às mudanças nas rotas tecnológicas, impulsionadas pela transformação digital exigirá muita pesquisa, uma visão eclética e colaboração entre os setores público e privado. Nesse contexto, o IPT continuará a atuar em Metrologia como vem fazendo, desde a criação da Seção de Metrologia em 1934, atento às evoluções e demandas tecnológicas, e indo ao encontro dos desafios que se apresentam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 INTRODUÇÃO

- ¹ INMETRO. Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). Duque de Caxias, RJ : INMETRO, 2012. 94 p.
- ² MEILLER, J. L. Boletim N° 15: A metrologia e suas aplicações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Seção de Metrologia . Junho de 1936.
- ³ INMETRO. Metrologia Legal.2012. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/metlegal/>. Acessado em 30.09.2023.
- ⁴ INMETRO. Metrologia científica.2012. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/>. Acessado em 30.09.2023.

2 METROLOGIA NO BRASIL: UM BREVE RESUMO

- ¹ INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Histórico sucinto da Legislação de pesos e medidas no Brasil. [Superintendente em exercício Francisco J. Maffei Superintendente titular: Adriano Marchini]. São Paulo: IPT, 1949.
- ² FELIX, J.C. A Metrologia no Brasil. Qualitymark; 1995. 200p.
- ³ DIAS, J.,L.M. Medida Normalização e Qualidade: Aspectos da história da Metrologia no Brasil. Rio de Janeiro:Inmetro/Centro de Informação e Difusão Tecnológica . Rio de Janeiro . 1998.
- ⁴ CAMPOS, F.B. Padrões Públicos de medir do Brasil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1952. Publicação (IPT Publicação, 489)
- ⁵ BIPM. Member State: Brasil. Disponível em <https://www.bipm.org/en/countries/br>.. Acessado em 12.09.2023.
- ⁶ Conmetro/CBM,2023. Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira, 2018-2022. Rio de JNEIRO, 2017. 69p. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/dirEstrategica/diretrizes-estrategicas-metrologia-brasileira-2018-2022.pdf>> Acessado em 30.09.2023.
- ⁷ INMETRO. Institucional.2020. Disponível em <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/acao-a-informacao/institucional>> Acessado em 30.09.2023.

⁸ INMETRO. Conmetro, 2020. Disponível em <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-comites/conmetro#:~:text=0%20Conmetro%20%C3%A9%20um%20colegiado,Inmetro%20como%20sua%20secretaria%20executiva>> Acessado em 30.09.2023.

⁹ INMETRO. Sinmetro. Disponível em <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/sinmetro#:~:text=0%20que%20%C3%A9%3F,industrial%20e%20certifica%C3%A7%C3%A3o%20da%20conformidade>> Acessado em 30.09.2023.

3 METROLOGIA NO IPT

3.1 A FORMAÇÃO DO IPT

¹ MEILLER, J.L.; Silva, F.I.A. Meio Século de Tecnologia (1889-1949). São Paulo: IPT, 1949. (IPT. Boletim 34).

² MEILLER, J. L. A metrologia e suas aplicações. São Paulo: IPT, 1936. (IPT. Boletim 15).

3.2 ATIVIDADES METROLÓGICAS NO IPT NO PERÍODO DE 1930 A 1950

¹ MEILLER, J.L.; Silva, F.I.A. Meio Século de Tecnologia (1889-1949). São Paulo: IPT, 1949. (IPT. Boletim 34).

² MEILLER, J. L. A metrologia e suas aplicações. São Paulo: IPT, 1936. (IPT Boletm 15).

³ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1941. São Paulo: IPT, 1942.

⁴ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1943. São Paulo: IPT, 1944.

⁵ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1944. São Paulo: IPT, 1945.

⁶ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1945. São Paulo: IPT, 1946.

⁷ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1946. São Paulo: IPT, 1947.

⁸ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1947. São Paulo: IPT, 1948.

⁹ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1948. São Paulo: IPT, 1949.

¹⁰ MARCHINI, A. Relatório correspondente ao exercício de 1949. São Paulo: IPT, 1950

3.3 ATIVIDADES METROLÓGICAS NO IPT NO PERÍODO DE 1951 A 1970

- ¹ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1951. São Paulo: IPT, 1952.
- ² MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1952. São Paulo: IPT, 1953.
- ³ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1953. São Paulo: IPT, 1954..
- ⁴ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1954. São Paulo: IPT, 1955.
- ⁵ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1955. São Paulo: IPT, 1956.
- ⁶ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1956. São Paulo: IPT, 1957.
- ⁷ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1957. São Paulo: IPT, 1958.
- ⁸ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1958. São Paulo: IPT, 1959.
- ⁹ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1960. São Paulo: IPT, 1961.
- ¹⁰ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1961. São Paulo: IPT, 1961.
- ¹¹ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1962. São Paulo: IPT, 1962.
- ¹² MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1963. São Paulo: IPT, 1963..
- ¹³ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1964. São Paulo: IPT, 1964.
- ¹⁴ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1965. São Paulo: IPT, 1965.
- ¹⁵ MAFFEI, F.J. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1966. São Paulo: IPT, 1966.
- ¹⁶ SANTOS, L. A. L. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1967 São Paulo: IPT, 1968.
- ¹⁷ CASTRO, A. P. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1968. São Paulo: IPT, 1968.
- ¹⁸ CASTRO, A. P. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1969. São Paulo: IPT, 1970.
- ¹⁹ CASTRO, A. P. Relatório das Atividades desenvolvidas em 1970. São Paulo: IPT, 1971.

3.4 ATIVIDADES METROLÓGICAS NO IPT NO PERÍODO DE 1971 A 2000

- ¹ IPT. Atividades Desenvolvidas em 1971: Relatório Apresentado ao Conselho de Administração. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1972.
- ² IPT. Atividades Desenvolvidas em 1972: Relatório Apresentado ao Conselho de Administração. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1973.
- ³ IPT. Atividades Desenvolvidas em 1973: Relatório Apresentado ao Conselho de Administração. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1974.
- ⁴ IPT. Atividades Desenvolvidas em 1974: Relatório Apresentado ao Conselho de Administração. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1975
- ⁵ IPT. Atividades Desenvolvidas em 1975: Relatório Apresentado ao Conselho de Administração. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1976
- ⁶ NIGRO, F.E.B. Divisão de Mecânica e Eletricidade.in Instituto de Pesquisas Tecnológicas 100 anos. Revista Politécnica N°217. Encarte da Revista. SãoPaulo, dezembro 1999.
- ⁷ IPT. Relatório Anual 1980. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1981.
- ⁸ IPT. Relatório Anual 1981. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1982.
- ⁹ IPT. Relatório Anual 1982. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1983.
- ¹⁰ IPT. Relatório Anual 1983. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1984
- ¹¹ IPT. Relatório Anual 1984. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1985.
- ¹² IPT. Relatório Anual 1985. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1986.
- ¹³ IPT. Relatório Anual 1987. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1988.
- ¹⁴ IPT. Relatório Anual 1989. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1989.
- ¹⁵ IPT. Relatório Anual 1990. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1990.
- ¹⁶ IPT. Relatório Anual 1996. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1996.
- ¹⁷ IPT.Relatório de Gestão 2001.Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica -ABIPTI Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2001.

¹⁸ Informações dada pela chefia e equipe do Laboratório de Metrologia Mecânica (LMM) da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do IPT. Outubro de 2023.

¹⁹ Informações dada pela chefia e equipe do Laboratório de Metrologia Elétrica (LME) da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do IPT. Outubro de 2023.

²⁰ Informações dada pela chefia e equipe do Laboratório de Referências Metrológicas (LRM) da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do IPT. Outubro de 2023.

3.5 ATIVIDADES METROLÓGICAS NO IPT NO PERÍODO DE 2001 A 2023

¹ IPT. Relatório de Gestão 2001. Projeto Excelência na Pesquisa Tecnológica, da Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (ABIPTI). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2001.

² IPT. Relatório Anual 2005. Instituto do Estado de São Paulo. fevereiro 2006.

³ IPT. Relatório Anual da Administração 2006. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2007

⁴ IPT. Relatório de Atividades 2008. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2008

⁵ IPT. Centros Tecnológicos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2009

⁶ IPT. Relatório Anual 2010. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2011

⁷ IPT. Relatório Anual 2011. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2012

⁸ IPT. Relatório Anual 2012. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2012

⁹ IPT. Relatório Anual 2013. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2014

¹⁰ IPT. Relatório Anual 2014. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2015

¹¹ IPT. Relatório Anual 2015. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2015

¹² IPT. Relatório Anual 2016. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2017

¹³ IPT. Relatório Anual 2017. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2018

¹⁴ Informações dada pela chefia e equipe do Laboratório de Metrologia Mecânica (LMM) da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do IPT. Outubro de 2023.

¹⁵ Informações dada pela chefia e equipe do Laboratório de Metrologia Elétrica (LME) da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do IPT. Outubro de 2023.

¹⁶ Informações dada pela chefia e equipe do Laboratório de Referência Metrológicas (LRM) da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do IPT. Outubro de 2023.

¹⁷ Informações dada pela chefia e equipe do Laboratório de Vazão (LV) da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do IPT. Outubro de 2023.

3.6 METROLOGIA NO IPT E SEUS PROTAGONISTAS

Dados do acervo administrativo do IPT

**IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
do Estado de São Paulo**