

Metrosul e a padronização metrológica na Rota Bioceânica: normas para a integração sul-americana

Metrosul and metrological standardization in the Bioceanic Route: norms for South American Integration

Metrosul y la estandarización metrológica en la Ruta Bioceánica: normas para la integración sudamericana

Paulo Sergio de Arruda Ignácio¹
Cristiane Martins Viegas De Oliveira¹

Recebido em: 12/09/2025; aceito em: 05/11/2025

DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v27i1.5118>

Resumo: A Rota Bioceânica é uma das iniciativas mais estratégicas para a integração sul-americana, conectando Brasil, Paraguai, Argentina e Chile ao Oceano Pacífico e ampliando o acesso aos mercados asiáticos. Contudo, sua efetividade depende não apenas da infraestrutura física, mas também da infraestrutura da qualidade, em que a metrologia exerce papel essencial. Este artigo analisa a importância da harmonização metrológica no âmbito da Rota, ressaltando o papel do programa Metrosul como mecanismo de integração técnica e regulatória. Como objetivo específico, busca-se identificar desafios institucionais e oportunidades de cooperação entre os países envolvidos, considerando as assimetrias de capacidade metrológica e de normatização. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, baseada em revisão bibliográfica, análise documental e estudos comparativos sobre estruturas jurídicas e metrológicas nacionais. Os resultados apontam que a falta de padronização compromete a competitividade regional, gerando barreiras técnicas, duplicidade de inspeções e insegurança jurídica. Em contrapartida, a harmonização fortalece a interoperabilidade entre sistemas, reduz custos logísticos e amplia a confiança no comércio internacional. Conclui-se que a metrologia e o Metrosul são instrumentos estratégicos para garantir eficiência logística e alinhar a Rota Bioceânica às metas da Agenda 2030, especialmente aos ODS 9, 12 e 17.

Palavras-chave: Rota Bioceânica; metrologia; integração regional; infraestrutura da qualidade; Metrosul

Abstract: The Bioceanic Route is one of the most strategic initiatives for South American integration, connecting Brazil, Paraguay, Argentina, and Chile to the Pacific Ocean and expanding access to Asian markets. However, its effectiveness depends not only on physical infrastructure but also on quality infrastructure, with metrology playing a key role. This article analyzes the importance of metrological harmonization within the Route, emphasizing the role of the Metrosul program as a mechanism of technical and regulatory integration. The study specifically seeks to identify institutional challenges and opportunities for cooperation among the participating countries, considering asymmetries in metrological capacity and standardization. The research adopts a qualitative and descriptive approach, based on a literature review, documentary analysis, and comparative studies of national legal and metrological frameworks. Results indicate that the lack of standardization compromises regional competitiveness, creating technical barriers, duplicative inspections, and legal uncertainty. Conversely, harmonization strengthens system interoperability, reduces logistical costs, and enhances trust in international trade. It is concluded that metrology and Metrosul are strategic instruments not only to ensure logistical efficiency but also to align the Bioceanic Route with the goals of the 2030 Agenda, particularly SDGs 9, 12, and 17.

Keywords: Bioceanic Route; metrology; regional integration; quality infrastructure; Metrosul

Resumen: La Ruta Bioceánica constituye una de las iniciativas más estratégicas para la integración sudamericana, al conectar Brasil, Paraguay, Argentina y Chile con el Océano Pacífico y ampliar el acceso a los mercados asiáticos. Sin embargo, su efectividad depende no solo de la infraestructura física, sino también de la infraestructura de calidad, en la que la metrología desempeña un papel esencial. Este artículo analiza la importancia de la armonización metrológica en el ámbito de la Ruta, destacando el papel del programa Metrosul como mecanismo de integración técnica y regulatoria. El estudio busca identificar los desafíos institucionales y las oportunidades de cooperación entre los países involucrados, considerando las asimetrías en capacidad metrológica y en normalización. La metodología adoptada es cualitativa y descriptiva, basada en revisión bibliográfica, análisis documental y estudios comparativos de los marcos jurídicos y metrológicos

¹ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, São Paulo, Brasil.

nacionales. Los resultados señalan que la ausencia de estandarización compromete la competitividad regional, generando barreras técnicas, duplicidad de inspecciones e inseguridad jurídica. Por el contrario, la armonización fortalece la interoperabilidad de los sistemas, reduce los costos logísticos y amplía la confianza en el comercio internacional. Se concluye que la metrología y el Metrosur constituyen instrumentos estratégicos no solo para garantizar la eficiencia logística, sino también para alinear la Ruta Bioceánica con los objetivos de la Agenda 2030, en especial los ODS 9, 12 y 17.

Palabras clave: Ruta Bioceánica; metrología; integración regional; infraestructura de la calidad; Metrosul

1 INTRODUÇÃO

A Rota Bioceânica oferece um conjunto de vantagens estratégicas com potencial para transformar o cenário logístico e econômico do Brasil e dos países envolvidos. A redução do tempo de transporte para a Ásia e a Oceania, a criação de uma alternativa ao sobrecarregado Porto de Santos, a integração regional e o estabelecimento de Mato Grosso do Sul como um hub logístico são fatores que, em conjunto, criam um panorama promissor para o crescimento e o fortalecimento das economias sul-americanas. A Rota Bioceânica não apenas aumenta a competitividade e eficiência das operações comerciais, mas também fomenta maior coesão e colaboração entre as nações participantes.

Para que a Rota Bioceânica opere de forma eficiente, será fundamental que Argentina, Chile, Paraguai e Brasil trabalhem em conjunto para harmonizar suas normas de combustíveis. Isso pode incluir a padronização de especificações técnicas, a coordenação de políticas de preços e de subsídios, além da melhoria da infraestrutura de abastecimento. A cooperação regional e a harmonização regulatória serão essenciais para superar os desafios e garantir que a rota se torne um corredor de transporte eficaz e competitivo.

No entanto, a implementação da Rota Bioceânica enfrenta desafios significativos, como a falta de infraestrutura integrada entre os países, as barreiras regulatórias e a ausência de harmonização nas políticas alfandegárias e metrológicas. Além disso, faltam programas que priorizem a sustentabilidade, bem como sistemas de integração e fiscalização, tanto de produtos quanto de crimes que afetam as fronteiras. Essas barreiras dificultam o fluxo contínuo de mercadorias e pessoas, comprometendo a eficiência da rota e o potencial de desenvolvimento econômico que ela promete à região e a toda a América do Sul.

A metrologia, ciência das medições, desempenha um papel essencial e estratégico no desenvolvimento sustentável e na integração regional. No contexto da Rota Bioceânica, que conecta Brasil, Paraguai, Argentina e Chile, a harmonização das normas metrológicas é um passo fundamental para garantir segurança, transparência e equidade nas relações comerciais e no trânsito de bens e serviços entre os países.

Alinhada à Agenda 2030 da ONU, a metrologia contribui diretamente para o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ao fortalecer a base técnica para cadeias produtivas mais eficientes e confiáveis; para o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao assegurar que consumidores e empresas recebam produtos com medidas corretas e qualidade atestada; e para o ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação), ao fomentar cooperação técnica e institucional entre as nações.

A padronização metrológica, portanto, não é apenas uma questão técnica, mas uma ferramenta poderosa de integração regional, desenvolvimento econômico sustentável e justiça nas relações de consumo e produção.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste estudo possui caráter qualitativo e descritivo, fundamentando-se em revisão bibliográfica, análise documental e estudos comparativos. Foram examinadas legislações, regulamentos e estruturas institucionais ligadas à metrologia nos países que compõem a Rota Bioceânica (Brasil, Paraguai, Argentina e Chile), além de documentos de organismos internacionais, como o Sistema Interamericano de Metrologia (SIM) e a Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML).

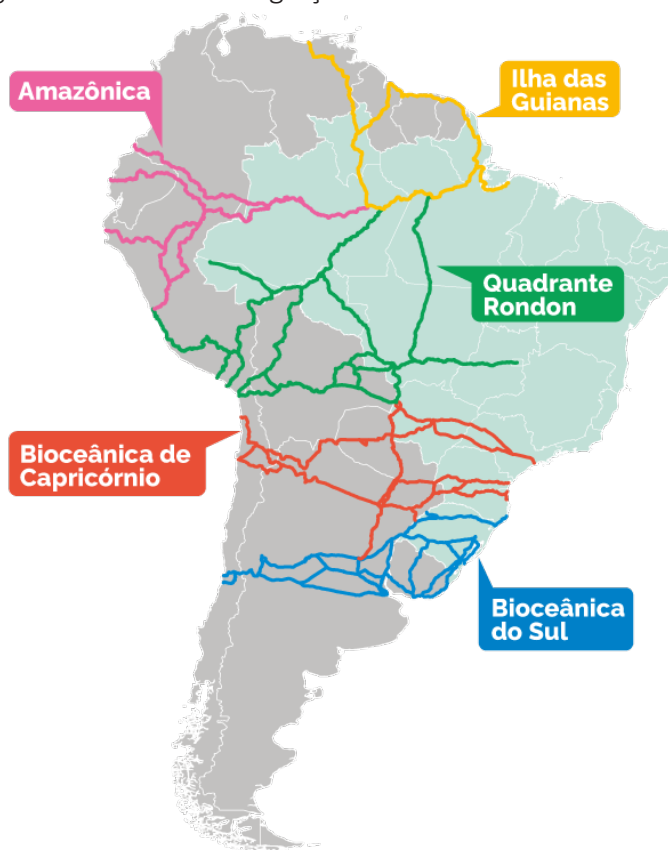
O método comparativo permitiu identificar convergências e divergências entre os sistemas nacionais, bem como as lacunas institucionais que impactam a integração regional. Essa abordagem possibilitou compreender de que forma a harmonização metrológica, por meio de programas como o Metrosul, pode contribuir para a redução de barreiras técnicas, o fortalecimento da competitividade regional e a consolidação de uma infraestrutura de qualidade integrada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. As rotas bioceânicas: redefinindo os corredores de comércio globais

Em um movimento que promete redefinir a geografia econômica do continente, a América do Sul avança na construção de corredores logísticos bioceânicos, projetados para conectar os oceanos Atlântico e Pacífico. Essas rotas têm como objetivo tanto estimular e fortalecer o comércio do Brasil com os países sul-americanos quanto reduzir o tempo e os custos do transporte de mercadorias entre o Brasil, seus vizinhos e a Ásia (Brasil, 2025).

Figura 1 – Rotas de Integração Sul-Americana



Fonte: Brasil (2025).

Historicamente, o comércio exterior brasileiro esteve concentrado nas relações com a Europa e os Estados Unidos, consolidando as rotas pelo Atlântico como os principais corredores de circulação de bens. Entretanto, nas últimas décadas, observou-se um duplo movimento: por um lado, o deslocamento da produção para os Estados do Centro-Oeste e do Norte; por outro, a intensificação das trocas comerciais com os países asiáticos. Esse processo alterou de maneira significativa a geografia econômica do país e reposicionou a pauta de prioridades em termos de logística e de integração regional.

No início dos anos 2000, mais especificamente em 2002, quando a agenda de integração sul-americana foi inaugurada pelo então Ministério do Planejamento, a corrente de comércio do Brasil com seus vizinhos apresentava proporções similares às mantidas com a Ásia. Naquele período, as importações brasileiras totalizavam US\$ 8,7 bilhões provenientes da América do Sul e US\$ 8 bilhões da Ásia. As exportações revelavam cenário igualmente equilibrado: US\$ 7,4 bilhões destinados aos países sul-americanos e US\$ 8,8 bilhões aos asiáticos (Brasil, 2025).

Contudo, ao longo das duas décadas seguintes, o padrão de inserção internacional do Brasil sofreu transformações profundas. As exportações para a Ásia cresceram de forma exponencial, atingindo US\$ 152,4 bilhões em 2023, ao passo que, para a América do Sul, o avanço foi proporcionalmente modesto, alcançando US\$ 40 bilhões no mesmo ano. Tal discrepância evidencia não apenas a força do dinamismo asiático, mas também as limitações estruturais que ainda restringem o potencial de integração comercial do Brasil com seus vizinhos imediatos.

Dessa forma, os dados apontam para uma dupla constatação. Em primeiro lugar, confirmam a centralidade adquirida pela Ásia no comércio exterior brasileiro, especialmente como destino das exportações. Em segundo, revelam a existência de um espaço latente para a ampliação das trocas regionais na América do Sul, desde que acompanhadas de investimentos estratégicos em infraestrutura. Assim, a necessidade de criar rotas comerciais mais curtas, eficientes e de menor custo logístico se torna um elemento central na agenda de políticas públicas voltadas à integração regional e ao fortalecimento da posição estratégica do Brasil no cenário internacional (Brasil, 2025).

O mais proeminente desses projetos é a Rota Bioceânica de Capricórnio, uma megaestrada que ligará os portos brasileiros no Atlântico aos portos de Iquique e Antofagasta, no Chile, atravessando o Chaco paraguaio e o norte da Argentina (Semadesc, 2026). O ponto de partida no Brasil é o município de Porto Murtinho, em Mato Grosso do Sul, que se tornará um hub logístico fundamental (Mato Grosso do Sul, 2023).

O status do projeto já está em execução. Obras estratégicas, como a ponte binacional sobre o Rio Paraguai, que conectará Porto Murtinho a Carmelo Peralta, no Paraguai, já ultrapassaram 75% de execução e têm previsão de conclusão para o segundo semestre de 2026. A rota é considerada um projeto prioritário tanto pelo Governo do Estado de Mato Grosso do Sul quanto pelo Governo Federal brasileiro, com investimentos assegurados pelo Novo Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC) (Mato Grosso do Sul, 2025).

O impacto econômico projetado é transformador. A rota tem potencial de redefinir a geopolítica comercial sul-americana, estabelecendo uma alternativa terrestre ao Canal do Panamá.¹² Estudos indicam uma redução de até 12 dias no tempo de viagem para exportações destinadas aos mercados asiáticos (China, Japão e Coreia do Sul) e um corte de 25% a 30% nos custos logísticos para os produtores do Centro-Oeste brasileiro (Mato Grosso do Sul, 2023).

O principal objetivo dessa conexão entre o porto fluvial de Mato Grosso do Sul e o Oceano

Pacífico é a logística de acesso para o transporte mais rápido e econômico de produtos agrícolas para exportação, especialmente para acesso ao mercado asiático (Oliveira, 2024).

Figura 2 – Rota de Capricórnio



Fonte: Brasil (2025).

O Quadro 1 resume as características da Rota de Capricórnio em comparação com outras iniciativas de integração.

Quadro 1 – Comparativo das Principais Rotas de Integração Sul-Americanas

Aspecto	Rota 4 – Capricórnio	Rota 1 – Ilha das Guianas	Rota 2 – Amazônica	Rota 3 – Quadrante Rondon	Rota 5 – Bioceânica do Sul
Trajeto principal	Brasil (MS) → Paraguai → Norte da Argentina → Chile (Pacífico)	Roraima, Amapá, Amazonas e Pará → Guiana, Suriname, Venezuela e Guiana Francesa	Amazonas → Tabatinga (fronteira Colômbia/ Peru) → Pacífico (Tumaco, Manta, Paita, Chancay)	Acre, Rondônia, MT, MS → Bolívia e Peru → portos no Chile e Peru	RS e SC → Argentina/ Uruguai → portos do Chile (Valparaíso e San Antonio)
Modalidade	Predominantemente rodoviária	Rodovias e hidrovias	Hidroviária + conexão rodoviária	Rodoviária, com integração em ferrovias e portos	Multimodal (rodovias + hidrovias)
Objetivo estratégico	Corredor mais curto até o Pacífico, voltado ao agronegócio do Centro-Oeste	Integrar o extremo norte do Brasil ao Caribe e Atlântico Norte	Abrir saída amazônica para o Pacífico via hidrovias	Consolidar ligação do Centro-Oeste com Pacífico (Peru/Chile)	Fortalecer integração do RS com o Cone Sul e acesso ao Pacífico
Mercados-alvo	Ásia (exportação via Pacífico)	Caribe e América do Norte	Colômbia, Equador, Peru, Ásia (via Pacífico)	Peru, Chile, Bolívia, Ásia (via Pacífico)	Mercosul, Cone Sul, Ásia (via Pacífico)

Aspecto	Rota 4 – Capricórnio	Rota 1 – Ilha das Guianas	Rota 2 – Amazônica	Rota 3 – Quadrante Rondon	Rota 5 – Bioceânica do Sul
Diferencial	Trajetos mais curtos Brasil–Pacífico; reduz tempo e custo logístico	Integra áreas de baixa conexão (Amapá e Roraima) ao comércio internacional	Forte componente fluvial, conectando Amazônia ao comércio global	Apoia expansão agropecuária do Centro-Oeste com alternativas rodoviárias	Rede multimodal e fronteiras terrestres intensas no RS
Desafios	Harmonização aduaneira e investimentos em infraestrutura no Paraguai/Argentina	Energia (linhão Tucuruí–RR), pavimentação BRs 156 e 401, portos no Amapá	Dragagem e aduanas; desafios ambientais da Amazônia	Infraestrutura alfandegária e melhorias rodoviárias	Diversas rotas possíveis → dispersão logística; modernização hidroviária

Fonte: Brasil (2025).

A análise comparativa das Rotas de Integração Sul-Americana revela que a Rota de Capricórnio ocupa posição singular no conjunto das iniciativas. Seu principal diferencial reside no fato de constituir o corredor mais curto entre o Brasil e o Oceano Pacífico, o que implica redução de custos logísticos e do tempo de transporte, especialmente no que tange ao escoamento do agronegócio do Centro-Oeste. Tal característica lhe confere caráter estratégico para a inserção internacional do Brasil, particularmente no comércio com a Ásia, que se consolidou como principal destino das exportações brasileiras.

Em contraste, a Rota 1 (Ilha das Guianas) tem escopo mais regional, voltada à integração do extremo norte do Brasil com o Caribe e o Atlântico Norte, enquanto a Rota 2 (Amazônica) privilegia a navegação fluvial e enfrenta restrições associadas tanto à infraestrutura quanto à sustentabilidade ambiental. A Rota 3 (Quadrante Rondon), embora também conecte o Centro-Oeste ao Pacífico, apresenta maior complexidade logística, pois depende de múltiplos pontos de passagem e de uma infraestrutura alfandegária robusta. A Rota 5 (Bioceânica do Sul), por sua vez, é mais orientada ao fortalecimento do comércio inter-regional do Cone Sul e à integração do Rio Grande do Sul com a Argentina, o Uruguai e o Chile.

Nesse contexto, a Rota de Capricórnio se distingue não apenas por complementar os fluxos regionais, mas, sobretudo, por projetar o Brasil em direção ao eixo transpacífico, estabelecendo uma alternativa concreta para mitigar o denominado Custo Brasil. Ao favorecer um acesso mais direto aos mercados asiáticos, ela assume relevância geopolítica e econômica, redefinindo o papel do Brasil nas cadeias globais de valor.

Em síntese, enquanto as demais rotas cumprem papel essencial de consolidação da integração regional e de dinamização das economias locais, a Rota de Capricórnio pode ser considerada a mais globalizada do conjunto, por alinhar o território brasileiro e seus vizinhos mediterrâneos às novas dinâmicas do comércio internacional.

3.2 O contexto das normas metrológicas dos países que compõem a Rota Bioceânica

A consolidação da Rota Bioceânica, que conecta Brasil, Paraguai, Argentina e Chile aos portos do Pacífico, transcende a dimensão física da infraestrutura de transporte. Para que essa rota cumpra plenamente seu papel como vetor de integração econômica e comercial, é indispensável considerar a harmonização das normas metrológicas entre os países envolvidos. A metrologia, enquanto ciência das medições, constitui um dos pilares da infraestrutura da

qualidade, assegurando confiança nos resultados de medições, padronização de produtos e reconhecimento internacional de certificados e ensaios.

No comércio internacional, a ausência de convergência normativa em metrologia pode representar sérios entraves, traduzindo-se em barreiras técnicas que afetam a competitividade das exportações, elevam os custos de transação e comprometem a segurança jurídica das trocas comerciais. Nesse sentido, a harmonização metrológica torna-se um elemento-chave não apenas para reduzir desigualdades regulatórias, mas também para criar um ambiente de negócios previsível e eficiente ao longo da rota.

Além disso, a Rota Bioceânica atravessa países que apresentam níveis distintos de maturidade institucional em metrologia e qualidade industrial. Enquanto Brasil e Argentina contam com estruturas consolidadas, amparadas por legislações específicas e por organismos de reconhecimento internacional, como o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e o Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Inti), respectivamente, o Paraguai ainda enfrenta desafios relacionados à capacidade institucional e à infraestrutura laboratorial. Já o Chile, embora possua uma base metrológica sólida por meio do Instituto Nacional de Normalización (INN), não integra o Mercosul, o que acarreta maior diversidade regulatória em setores estratégicos, como a mineração.

Dessa forma, compreender as especificidades das normas metrológicas de cada país, bem como seus pontos de convergência e divergência, é fundamental para avaliar a viabilidade da Rota Bioceânica como canal competitivo para o comércio transcontinental. A análise a seguir busca justamente identificar essas diferenças, lacunas e potenciais de cooperação, oferecendo subsídios para políticas públicas e estratégias empresariais que assegurem maior fluidez, segurança e reconhecimento internacional ao comércio realizado por meio deste corredor logístico.

3.2.1 Brasil: Sistema Nacional de Metrologia e o papel do Inmetro

As diferenças nas normas metrológicas entre Brasil, Paraguai, Chile e Argentina refletem os contextos regulatórios e as estruturas de cada país em relação à metrologia e à qualidade industrial. No Brasil, o Inmetro é responsável pela coordenação das atividades metrológicas. As regras metrológicas no Brasil são amplamente baseadas no Sistema Internacional de Unidades (SI) e são obrigatórias, abrangendo desde a certificação de instrumentos até produtos pré-medidos, com foco em garantir a precisão e a qualidade de produtos para o mercado doméstico e internacional. O Brasil também adota alguns regulamentos no âmbito do Mercosul, o que ajuda a harmonizar as práticas com as de outros países da região.

Cabe ao Inmetro, por meio de sua Diretoria de Metrologia Legal, desempenhar as funções estabelecidas pelas leis nº 5.966/73, nº 9.933/99 e nº 10.829/03 e pela Resolução nº 11, de 12 de outubro de 1988, do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), com a responsabilidade de organizar e executar as atividades de metrologia legal no Brasil.

No país, são regulamentados e sujeitos ao controle metrológico os instrumentos de medição e as medidas materializadas utilizados em atividades econômicas (comerciais) e nas medições que influenciam a segurança, a saúde e o meio ambiente, além dos produtos pré-medidos. Assim como em outras sociedades organizadas, o avanço tecnológico, econômico e social no Brasil impulsionou a implantação do controle metrológico dos instrumentos de medição. Originalmente voltadas

às medições em transações comerciais, as atividades de metrologia legal foram gradualmente ampliadas para outras áreas previstas na legislação (Inmetro, 2024a).

Novos instrumentos de medição devem ter seu modelo aprovado pelo Inmetro, que realiza testes e avaliações para verificar se o equipamento é adequado ao uso pretendido. Após a produção, cada instrumento passa por uma verificação inicial para garantir sua precisão antes de entrar em uso.

Durante sua utilização, o responsável pelo equipamento deve garantir sua correta manutenção e precisão, sendo o instrumento submetido a verificações periódicas e inspeções. A Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade, composta por órgãos delegados em todos os estados, realiza o controle de equipamentos e instrumentos, assegurando que os consumidores recebam medições corretas (Inmetro, 2024b).

O Inmetro também atua para garantir que as práticas de metrologia legal sejam aplicadas de forma padronizada globalmente, cooperando ativamente com o Mercosul e a OIML (Inmetro, 2024a). Por fim, é importante destacar que o Brasil é membro ativo do SIM, colaborando com outros países da América Latina em programas de capacitação e em comparações interlaboratoriais (SIM, 2024).

3.2.2 Argentina: o Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (Inti) e a rastreabilidade metrológica

No contexto da Argentina, o Inti, que exerce funções semelhantes às do Inmetro, é responsável por estabelecer os padrões nacionais de medição de acordo com o SI e por garantir a rastreabilidade metrológica para a indústria, o comércio e a sociedade, em conformidade com a Lei nº 19.511 e seus regulamentos. Dessa forma, o Inti desempenha um papel fundamental no Sistema Nacional da Qualidade, conforme estabelecido pelo Decreto nº 1.066/2018 (Argentina, 2024).

A rastreabilidade metrológica aos padrões nacionais é essencial para assegurar a precisão nas medições, garantindo a qualidade dos resultados e sua comparabilidade. Essa comparabilidade é crucial para facilitar a aceitação universal dos resultados, ao mesmo tempo em que reduz barreiras técnicas ao comércio internacional (Argentina, 2024).

Para garantir que as medições realizadas no país sejam reconhecidas internacionalmente, a Argentina aderiu ao Acordo de Reconhecimento Mútuo (CIPM-MRA) dos Padrões Nacionais de Medição e aos Certificados de Calibração emitidos pelos Institutos Nacionais de Metrologia. Este acordo permite que os padrões e certificados de calibração do Inti sejam aceitos internacionalmente pelos institutos participantes. Além disso, a legislação atribui ao Inti a responsabilidade de representar a Argentina em organizações internacionais de metrologia, como o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) e o SIM (Argentina, 2024).

3.2.3 Paraguai: O Instituto Nacional de Tecnologia, Normalização e Metrologia (Intn) e os desafios de harmonização

No Paraguai, a metrologia é regulada pela União Industrial Paraguaia e pelo INTN. O país segue as normas do SI, mas enfrenta desafios relacionados à capacidade institucional e à infraestrutura para a implementação de normas harmonizadas com as de outros países, o que pode gerar variações no controle de qualidade e na precisão de medições.

O INTN foi criado pela Lei nº 862, de 26 de junho de 1963. Trata-se de uma entidade

autônoma e autossustentável, vinculada ao Poder Executivo por meio do Ministério da Indústria e Comércio. Localizado em Assunção, capital paraguaia, o Instituto tem como objetivo principal, na qualidade de Órgão Nacional de Normalização, a elaboração, a divulgação e a implementação de normas técnicas.

Além disso, o INTN realiza outras atividades, incluindo metrologia, ensaios laboratoriais, certificação de produtos, além de promover pesquisa e transferência de tecnologia para o setor industrial e empresarial. No cenário internacional, o INTN representa o Paraguai em diversos fóruns de normalização, sendo membro correspondente da International Organization for Standardization (ISO) e membro afiliado da International Electrotechnical Commission (IEC). O Instituto ainda é membro pleno da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas (Copant) e um dos membros fundadores do Comité Mercosul de Normalização (CMN), responsável pela criação de normas no âmbito do Mercosul. Além disso, o INTN atua como ponto de referência para a Comissão do Codex Alimentarius (INTN, 2024).

3.2.4 Chile: o Instituto Nacional de Normalização (INN) e a estrutura de qualidade

O Chile, por sua vez, tem uma estrutura metrológica regulada pelo Instituto Nacional de Normalização (INN) e também adota o SI. No entanto, o país não é membro do Mercosul, o que implica que suas práticas podem divergir mais das de seus vizinhos em termos de harmonização metrológica, especialmente em setores específicos, como a indústria de mineração, que possui normas próprias para equipamentos e produtos.

O Instituto Nacional de Normalização (INN), criado pela *Corporación de Fomento de la Producción* (Corfo), em 1973, é uma fundação privada sem fins lucrativos, responsável por atuar como órgão técnico nas infraestruturas de qualidade no Chile. Ele sucede ao Instituto Nacional de Investigación e Normalización Tecnológica (Inditecnor), criado em 1944. A missão do INN é ser uma referência em qualidade no país, promovendo melhores práticas e o desenvolvimento de produtos seguros e adequados tanto para o mercado interno quanto para o externo, em alinhamento com padrões internacionais.

O INN desempenha um papel crucial na infraestrutura de qualidade do Chile, sendo responsável pela criação de normas técnicas, pela rastreabilidade de medições e pela acreditação de atividades de certificação, ensaios e inspeções. Além disso, oferece serviços educacionais, como cursos e diplomas, e disponibiliza acesso on-line a normas nacionais e internacionais. O instituto também coordena a Rede Nacional de Metrologia, formada por laboratórios públicos e privados, garantindo a qualidade e a segurança em diversas áreas produtivas do país.

Internacionalmente, o INN representa o Chile em organizações de padronização, acreditação e metrologia, como a ISO e a Copant. Ele também participa da Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios (Ilac) e do Fórum Internacional de Acreditação (IAF), assegurando que as certificações e acreditações emitidas no país sejam reconhecidas globalmente, o que facilita o comércio internacional e o fortalecimento das infraestruturas de qualidade chilenas.

3.2.5 Quadro comparativo das normas metrológicas

Baseado nas informações anteriormente expostas, segue o quadro comparativo abaixo para discernir as diferenças e lacunas entre os países quanto às normas metrológicas:

Quadro 2 – Quadro Comparativo: Normas Metroológicas, Rastreabilidade, Certificação e Lacunas na Rota Bioceânica

País	Normas Metroológicas (Padronização)	Rastreabilidade de Medições (Metrologia)	Certificação e Acreditação	Lacunas/dificuldades Potenciais na Rota Bioceânica
Brasil	Normas técnicas homologadas com o Mercosul e organismos internacionais (ABNT e Inmetro).	A rastreabilidade é assegurada pelo Inmetro, com forte integração internacional.	O Inmetro é responsável pela acreditação em diversos setores, reconhecido pela Inter-American Accreditation Cooperation (Iaac) e pela International Laboratory Accreditation Cooperation (Ilac).	Pouca padronização de normas com países fora do Mercosul; necessidade de maior integração com o Chile.
Argentina	Normas metroológicas homologadas com o Mercosul, porém com algumas especificidades nacionais (Instituto Argentino de Normalización y Certificación [Iram]).	A rastreabilidade é assegurada pelo Inti, com cooperação internacional.	Inti supervisiona a acreditação, homologada pela Iaac, mas com especificações no âmbito da certificação de produtos.	Limitações nas creditações, especialmente para produtos exportados para fora do Mercosul.
Paraguai	Normas menos elaboradas, em fase de adequação às exigências internacionais (INTN).	Rastreabilidade em desenvolvimento, ainda com dependência de terceiros (Brasil e Argentina).	Acreditação fornecida pelo Organismo Nacional de Acreditación (ONA), mas com cobertura limitada em áreas técnicas e laboratoriais.	Falta de infraestrutura metroológica e baixa integração com organismos internacionais.
Chile	Normas internacionais mais homologadas com a ISO, com menos dependência do Mercosul.	Rastreabilidade bem estabelecida por meio do INN e da colaboração com o BIPM.	INN é amplamente reconhecido internacionalmente, com forte presença na ISO, na Iaac e na Ilac.	Desalinhamento das normas em relação aos países do Mercosul; necessidade de maior padronização com o Brasil e a Argentina.

Fonte: Elaboração própria.

Essas diferenças apontam para a necessidade de maior harmonização normativa, a fim de facilitar o comércio e o fluxo de mercadorias entre esses países, especialmente no contexto de iniciativas como a Rota Bioceânica. O programa “Metrosul” busca não apenas melhorar a mobilidade e a infraestrutura logística da América do Sul, mas também promover a padronização das normas internacionais de metrologia para os países da região, facilitando a entrada e a saída de produtos com padrões unificados. Esses projetos, em conjunto, poderiam criar uma base mais sólida para a Rota Bioceânica, promovendo maior integração e eficiência.

3.3 A metrologia nas estradas e rodovias: infraestrutura oculta da rota bioceânica

A metrologia desempenha um papel estratégico e, muitas vezes, invisível nas cadeias logísticas internacionais. No contexto da Rota Bioceânica, a harmonização metroológica entre os países é essencial para assegurar a equivalência de medições, calibrações e certificações. Tal alinhamento evita a duplicidade de inspeções e ensaios, reduzindo barreiras não tarifárias que impactam negativamente o fluxo de mercadorias e elevam os custos logísticos. A uniformização e a rastreabilidade das medições com base no SI são, portanto, elementos centrais para garantir

a interoperabilidade técnica entre os países e assegurar a competitividade, a segurança e a confiabilidade nas cadeias de suprimento (Kaarls, 2007).

Para compreender a importância da metrologia como infraestrutura oculta da Rota Bioceânica, é fundamental reconhecer que a harmonização de normas e práticas entre os países participantes traz benefícios diretos ao comércio, à segurança e à eficiência logística. A uniformização das medições, certificações e controles não apenas elimina redundâncias nas inspeções e fiscalizações, mas também reforça a previsibilidade das operações e fortalece a confiança mútua entre os agentes econômicos. A seguir, apresenta-se uma síntese dos principais benefícios decorrentes desse processo de harmonização:

Quadro 3 – Benefício da Harmonização

Benefício da Harmonização	Descrição
Redução de barreiras técnicas	Eliminar inspeções duplicadas e facilitar o comércio
Segurança e confiabilidade	Garantir precisão precisa em balanças, combustíveis e cargas
Eficiência logística	Diminui o tempo de espera em fronteiras e custos operacionais

Fonte: Elaboração própria, 2026.

3.3.1 Instrumentos e estruturas de reconhecimento

Acordos de Reconhecimento Mútuo (ARMs), como o CIPM-MRA, constituem pilares fundamentais para o reconhecimento internacional dos resultados de medições e ensaios. Esses acordos permitem que certificados emitidos por institutos nacionais de metrologia sejam aceitos entre os países signatários, promovendo a confiança mútua, eliminando retrabalhos e reduzindo entraves técnicos ao comércio (Velychko, 2024).

Além disso, a implementação de Áreas de Controle Integrado (ACI) em pontos fronteiriços e a adoção de normas técnicas internacionais, como a ISO/IEC nº 17.025 (requisitos para a competência de laboratórios de ensaio e calibração) e a ISO nº 10.012 (sistemas de gestão de medições), têm se mostrado estratégias eficazes para garantir conformidade técnica e legal, além de reduzir o tempo de permanência nas fronteiras (Vargas *et al.*, 2024).

3.3.2 A infraestrutura da qualidade no transporte rodoviário

Embora frequentemente associada apenas a laboratórios e organismos de certificação, a metrologia está concretamente presente na malha rodoviária da Rota Bioceânica. A aferição de balanças rodoviárias, o controle metrológico de bombas de combustível, a calibração de instrumentos embarcados em veículos de transporte e a verificação de cargas perigosas são exemplos de como a ciência das medições contribui diretamente para a segurança, a equidade e a confiabilidade das operações logísticas (Costa; Silveira, 2021).

Nesse contexto, a harmonização metrológica entre os países que integram a Rota é vital para evitar redundâncias nas inspeções e certificações, que frequentemente geram atrasos logísticos significativos. Estimativas indicam que, na ausência de coordenação aduaneira e metrológica, o tempo de espera nas fronteiras sul-americanas pode ultrapassar 20 dias, comprometendo a eficiência esperada da infraestrutura física construída (Carneiro; Gómez, 2020).

A experiência internacional demonstra que investimentos puramente em infraestrutura física, como estradas, pontes e terminais logísticos, são insuficientes para garantir a fluidez

do comércio. A inexistência de uma infraestrutura de qualidade, composta por metrologia, normalização, acreditação e fiscalização, pode transformar corredores estratégicos em simples rotas vulneráveis à ineficiência operacional e à incidência de ilícitos transfronteiriços, como o contrabando e o tráfico de drogas (Ferreira; Santos, 2019).

4 CONCLUSÃO

A Rota Bioceânica se apresenta como um dos projetos mais ambiciosos e transformadores da integração sul-americana, não apenas pela capacidade de reduzir custos logísticos e encurtar distâncias até os mercados asiáticos, mas, sobretudo, pelo potencial de reposicionar os países envolvidos nas cadeias globais de valor. Entretanto, a materialização plena de seus benefícios exige mais do que estradas, pontes e portos: demanda a consolidação de uma infraestrutura da qualidade que dê sustentação à confiabilidade, à segurança e à equidade das transações comerciais. É nesse contexto que a metrologia assume um papel central.

A ciência das medições, frequentemente invisível no cotidiano, torna-se um alicerce estratégico para o êxito da Rota Bioceânica. Sem padrões harmonizados, rastreabilidade metrológica e reconhecimento mútuo de ensaios e certificações, qualquer corredor logístico se converte em um espaço vulnerável a entraves técnicos, insegurança regulatória e barreiras não tarifárias. A padronização metrológica é, portanto, condição essencial para garantir a interoperabilidade, a previsibilidade e a confiança nas relações comerciais entre Brasil, Paraguai, Argentina e Chile. Ao integrar-se às metas da Agenda 2030, a metrologia fortalece cadeias produtivas sustentáveis, assegura relações de consumo justas e promove parcerias institucionais de longo prazo.

Nesse cenário, o programa Metrosul desponta como um instrumento inovador e estruturante. Seu objetivo de promover a padronização metrológica entre os países da América do Sul representa mais do que um avanço técnico: trata-se de uma estratégia de integração profunda, capaz de alinhar legislações, reduzir desigualdades institucionais e consolidar um ambiente de confiança mútua. Ao criar condições para que produtos e serviços circulem com padrões unificados e reconhecidos internacionalmente, o Metrosul amplia a competitividade regional, atrai investimentos e fortalece a posição do Cone Sul no comércio global. Contudo, a implementação efetiva do Metrosul e da harmonização metrológica enfrenta desafios significativos.

Diferenças no nível de maturidade institucional, disparidades de infraestrutura laboratorial e assimetrias de governança podem comprometer a velocidade do processo. Torna-se, portanto, indispensável que os países invistam em capacitação técnica, transferência de tecnologia e cooperação interinstitucional, de modo a reduzir desequilíbrios e assegurar que todos os membros se beneficiem de forma equitativa. A integração metrológica deve ser acompanhada por mecanismos de financiamento regional e políticas públicas consistentes, capazes de sustentar, no longo prazo, e blindar o processo contra retrocessos políticos ou econômicos.

Além disso, as dimensões ambiental e social da Rota Bioceânica não podem ser negligenciadas. A padronização de medições e certificações ambientais, o controle de cargas perigosas, o monitoramento de emissões e a rastreabilidade de produtos agrícolas são aspectos diretamente ligados à metrologia e fundamentais para garantir que o corredor seja não apenas eficiente, mas também sustentável e socialmente responsável. Ao assegurar transparência, segurança e qualidade, a metrologia e o Metrosul contribuem para que a integração não se limite

ao comércio, mas se traduza em ganhos reais para as populações locais, promovendo a inclusão social, a geração de empregos e o respeito ao meio ambiente.

Assim, a Rota Bioceânica deve ser compreendida não apenas como um corredor físico de exportação, mas como uma plataforma multidimensional de integração. Seu êxito dependerá da capacidade de conjugar investimentos em infraestrutura material com o fortalecimento da infraestrutura imaterial de qualidade, na qual a metrologia e iniciativas como o Metrosul se tornam verdadeiros pilares da integração. Em última instância, o futuro da rota e de sua relevância geopolítica estará diretamente vinculado à consolidação de um sistema metrológico harmônico e inclusivo, capaz de transformar oportunidades em resultados concretos para o desenvolvimento econômico sustentável e para a integração solidária da América do Sul.

REFERÊNCIAS

ARGENTINA. Ministério da Economia/Indústria e Comércio/Instituto Nacional da Tecnologia Industrial. *Metrología y Certificación*, Buenos Aires, 2024. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/linea-estrategica/metrologia-y-certificacion>. Acesso em: 23 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. *Rotas de Integração Sul-Americana*. Brasília-DF, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/articulacao-institucional/rotas-de-integracao-sul-americana>. Acesso em: 21 ago. 2025.

CARNEIRO, L.; GÓMEZ, P. Barreiras não-tarifárias e custos logísticos no Mercosul: o papel da metrologia. *Revista de Economia e Desenvolvimento Regional*, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 45–62, 2020.i

COSTA, R.; SILVEIRA, D. Metrologia rodoviária e segurança no transporte de cargas: desafios para a integração regional. *Revista Transporte e Desenvolvimento*, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 89–105, 2021.

FERREIRA, M.; Santos, A. Infraestrutura da qualidade e corredores bioceânicos: uma análise comparativa. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 77–94, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA [INMETRO]. *Metrologia Legal*. Brasília-DF, 2020a. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/metlegal/metBrasil.asp>. Acesso em: 23 out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA [INMETRO]. *Legislação e Garantia Metrológica*. Brasília-DF, 2020b. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmninnibpcapcglclefindmkaj/https://entib.org.br/entib/FTP/repository/mac/apostilas/LegislacaoMeEtrologia_avs%20pdf.pdf . Acesso em: 22 out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA, NORMALIZACIÓN Y METROLOGÍA (INTN). *Organismo Nacional de Normalización*. Asunción: INTN, 2024. Disponível em: <https://intn.gov.py/organismo-nacional-de-normalizacion/>. Acesso em: 14 jul. 2026

KAARLS, R. Metrologia, essencial para o comércio, a indústria e a sociedade. *Acreditação e Garantia da Qualidade*, [s.l.], v. 12, 435–7. 2007. Doi: <https://doi.org/10.1007/S00769-007-0301-6>

MATO GROSSO DO SUL. Ponte da Rota Bioceânica atinge 75% de execução e deve ser entregue no segundo semestre de 2026. *Agenda de Notícias*, Campo Grande, MS, 2025. Disponível em: <https://www.ms.gov.br/noticias/ponte-binacional-da-rota-bioceanica-atinge-75-de-execucao-e-deve-ser-entregue-no-segundo-semester-de-2026>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MATO GROSSO DO SUL. Rota Bioceânica revela mundo de possibilidades para comércio, indústria e turismo da América Latina – Governo de MS. *Agenda de Notícias*, Campo Grande, MS, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ms.gov.br/rota-bioceanica-revela-mundo-de-possibilidades-para-comercio-industria-e-turismo-da-america-latina/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

OLIVEIRA, C. M. V. *et al.* O direito de integração na Rota de Integração Latino-Americana (RILA): uma revisão integrativa sob a perspectiva humana econômica. *Interações*, Campo Grande, MS, v. 24, p. e2444209, 2024.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO [SEMADESC]. *Ponte Internacional da Rota Bioceânica atinge 75% de execução e deve ser entregue no segundo semestre de 2026*. Portal Semadesc, Campo Grande, MS, 2026. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/ponte-internacional-da-rota-bioceanica-atinge-75-de-execucao-e-deve-ser-entregue-no-segundo-semester-de-2026/>. Acesso em: 14 jul. 2026.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA [SIM]. História do SIM. *Portal SIM GA – Ottawa*, Canadá. Disponível em: <https://sim-metrologia.org/about-us/history-of-sim/>. Acesso em: 22 out. 2024.

VARGAS, H. M. F. *et al.* Systematic review on the implementation of metrological assurance systems for medical devices in Latin America. *Frontiers in Medicine*, [s.l.], v. 11, e1281199, 2024. Doi: <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1281199>

VELYCHKO, O. Os principais componentes do reconhecimento internacional de padrões nacionais, calibração e capacidades de medição. *Measurements infrastructure*, Kyiv, 2024. Doi: [https://doi.org/10.33955/v9\(2025\)-070](https://doi.org/10.33955/v9(2025)-070)

Sobre os autores:

Paulo Sergio de Arruda Ignácio: Livre-docência na área de Engenharias, em Sistemas Produtivos, pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Doutor em Engenharia Civil pela Unicamp, na área de Engenharia de Transportes. Mestre em Gestão da Qualidade pelo Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (Imecc). Graduado em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Metodista de Piracicaba. Atualmente, é Professor Associado do curso de Engenharia de Produção e Administração da Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Unicamp e *referee ad hoc* de periódicos. **E-mail:** psai@unicamp.br, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-4688-8693>

Cristiane Martins Viegas de Oliveira: Pós-doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), na Faculdade de Ciências Aplicadas, em Engenharia de Produção e Manufatura (Tema: Rota Bioceânica – Corredor de Capricórnio). Doutora em Desenvolvimento Local em Contexto de Territorialidades, com temática em Economia/Ciência de Dados, pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Mestre em Desenvolvimento Local em Contexto de Territorialidades pela UCDB. Mestre em Direito pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Pós-graduada em Educação Especial pela UCDB, em Direito Penal e Processo Penal, e em Direito Civil e Processo Civil pela Anhanguera/Uniderp. Graduada em Educação Física (licenciatura e bacharelado) e em Direito pela UCDB. Atualmente, é coordenadora do MBA em Rotas Bioceânicas no Centro Universitário da Grande Dourados (Unigran), advogada inscrita na OAB/MS e orientadora do Programa de Iniciação Científica (Pibic) em Direitos Humanos, do curso de Direito da UCDB. **E-mail:** crisadv@unicamp.br, **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-0922-3492>

Disponibilidade de dados

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Editores Avaliadores do artigo: Arlinda Cantero Dorsa e George Henrique de Cunha.

Editores-chefes responsáveis pelo artigo: Arlinda Cantero Dorsa e George Henrique de Cunha.
