



**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
[gov.br/inmetro](http://gov.br/inmetro)

Novembro de 2025

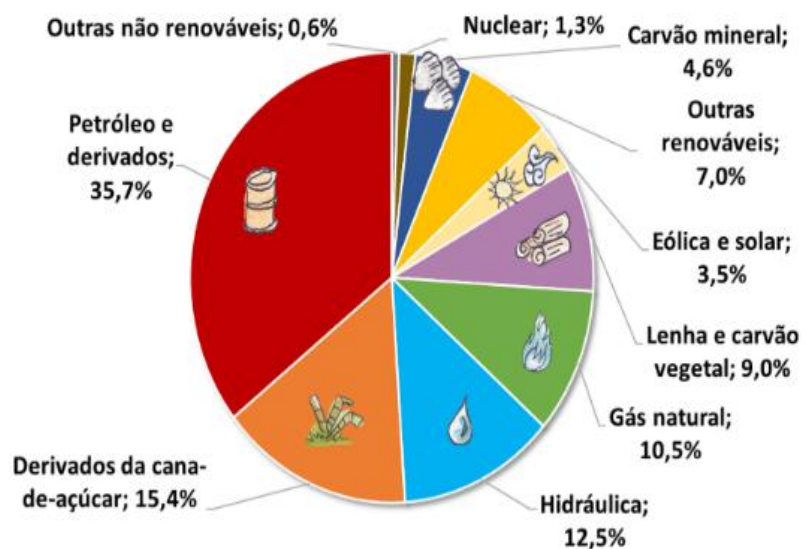
# A METROLOGIA QUÍMICA NO CONTEXTO DO BIOGÁS/BIOMETANO

Andreia de Lima Fioravante



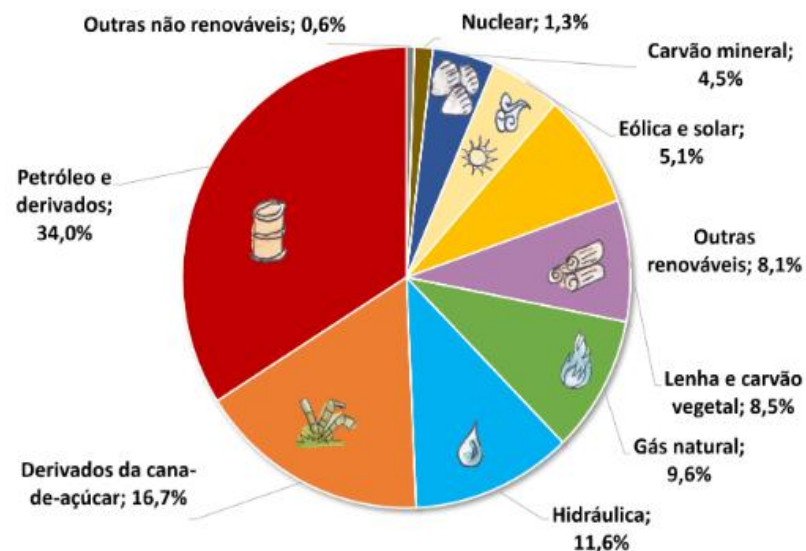
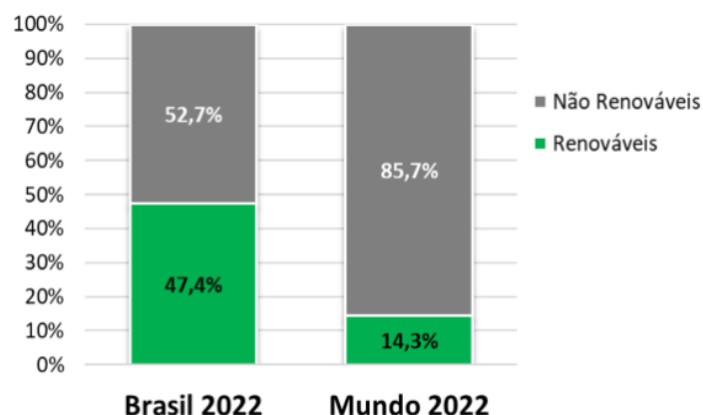
# A Matriz energética e a Capacidade de Transição energética

CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
gov.br/inmetro



Matriz Energética Brasileira 2022

(BEN, 2023; total em 2022: 303 milhões de tep - tonelada-equivalente)



Matriz Energética Brasileira 2024

(BEN, 2025; total em 2024: 322 milhões de tep - tonelada-equivalente de petróleo)

Fonte: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>

# Competências da Diretoria de Metrologia Científica – Dimci/Inmetro

CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
[gov.br/inmetro](http://gov.br/inmetro)



## Metrologia é a ciência das medições

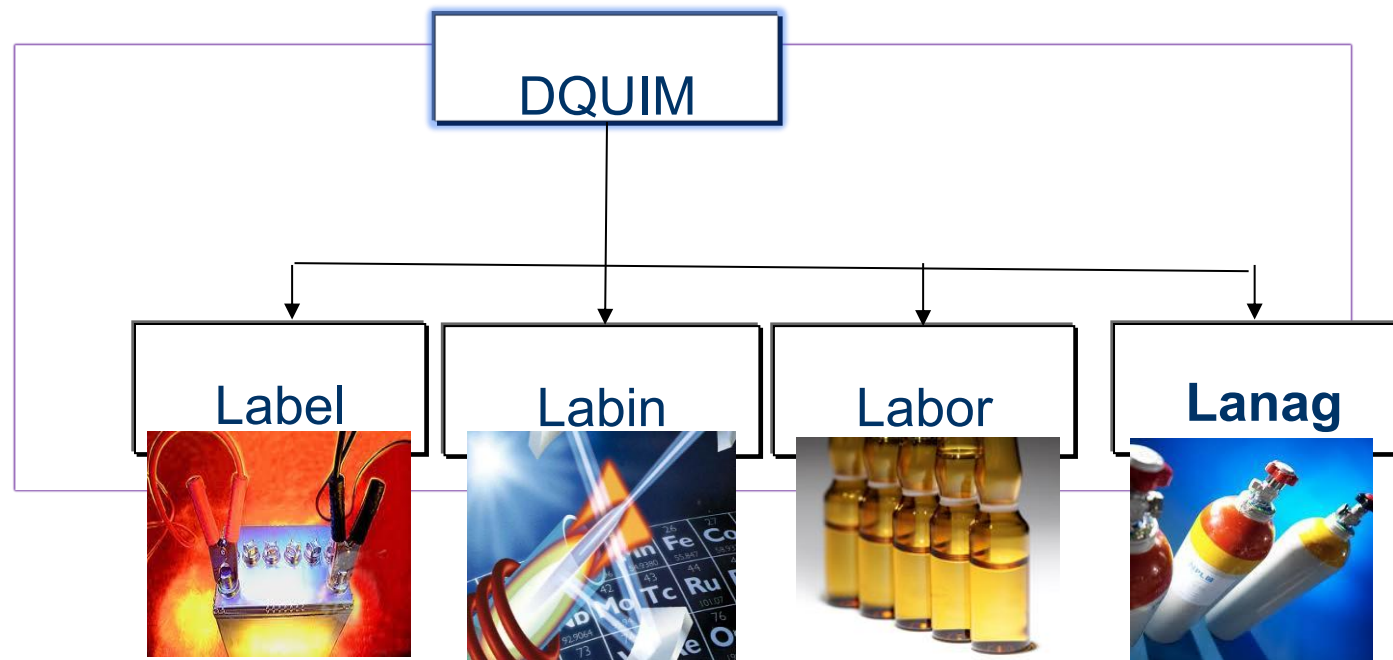
De acordo com VIM 2012 [1]: "A metrologia engloba todos os aspectos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o campo de aplicação."

- I - manter e conservar os **padrões metrológicos nacionais**;
- II - referenciar, direta ou indiretamente, os padrões metrológicos nacionais aos internacionais, visando à **harmonização** por meio de comparações-chave, comparações internacionais, comparações regionais e rastreamento;
- III - disseminar as unidades do Sistema Internacional de Unidades - SI, por intermédio de **metodologias metrológicas adequadas**;
- IV - **prover rastreabilidade** aos padrões metrológicos dos laboratórios do País;
- V - desenvolver **pesquisas científicas e tecnológicas** relativas à metrologia.



# A Divisão de Metrologia Química (DQUIM)

CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
[gov.br/inmetro](http://gov.br/inmetro)



**Monitoramento da poluição atmosférica**



**Calibração e padrões de gases**



**Segurança ocupacional (gases tóxicos)**



**Gases do efeito estufa (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)**



**Emissões veiculares**



**Gases clínicos (respiração e anestesia)**



**Gases combustíveis (GN) e industriais (Syngas)**



**Energia sustentável: Biometano e Hidrogênio**



# Atividades do Laboratório de Análise de Gases Lanag/Dquim/Dimci/Inmetro

**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
gov.br/inmetro



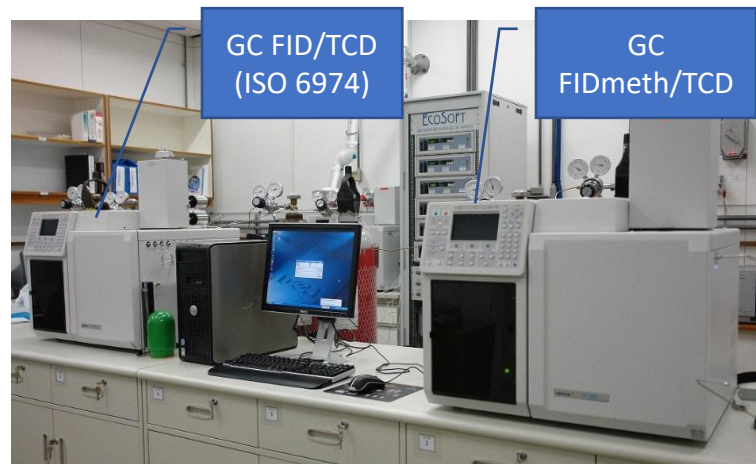
- ⇒ Produção de Material de Referência Certificado (MRC) primário;
- ⇒ Desenvolvimento metodologias analíticas para misturas gasosas e gases puros;
- ⇒ Participação em comparações-chaves internacionais, organização de Programas de Ensaio de Proficiência, e comparações interlaboratoriais entre laboratórios e empresas nacionais;
- ⇒ Participação nas comissões de especialistas na elaboração e revisão de Normas ABNT;
- ⇒ Participação e coordenação em projetos de cooperação;
- ⇒ Serviços de calibração, ensaio, comparabilidade e validação de métodos.

- ✓ Emissões automotivas e industriais
  - ✓ Gases do Efeito estufa
    - ✓ Gás Natural
    - ✓ Biogás e biometano
- ✓ Hidrogênio de baixa emissão de carbono



# O Laboratório de Análise de Gases (Lanag) - Inmetro

**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
gov.br/inmetro



# A Rastreabilidade Metrológica

**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
gov.br/inmetro



Garantia da segurança e eficácia no controle de qualidade de produtos a partir de medições confiáveis e rastreáveis



Especificação para qualidade do produto  
(MRC, validação de métodos, calibração equipamentos, EP)



# As diretrizes do Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM)

CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
[gov.br/inmetro](http://gov.br/inmetro)



## Consultative Committee for Amount of Substance; Metrology in Chemistry and Biology Gas Analysis Working Group Strategy for Rolling Programme Development (2021-2030)

In the next 10 years, the GAWG will respond to the evolving needs for metrology raised by the CIPM. This will include **climate change and the environment**, by addressing ever more demanding regulatory limits for pollutants in air and emissions, emerging pollutants, isotope ratio for source apportionment of greenhouse gases and new capabilities in particle metrology. It will also focus on **clean growth and decarbonisation of the global economy by enabling the energy transition with hydrogen and biomethane metrology**. Work in health and life sciences will provide vital infrastructure for new healthcare diagnostic devices. Advanced manufacturing will also feature in the work programme with a focus on underpinning impurities in process gases and airborne molecular contamination in clean rooms.

# A Primeira Comparação-chave Internacional de Biogas (2020)

| Component      | Amount fraction<br>$x$ (cmol mol <sup>-1</sup> ) |
|----------------|--------------------------------------------------|
| Methane        | 40 – 56                                          |
| Carbon dioxide | 36 – 42                                          |
| Nitrogen       | 12 – 16                                          |
| Hydrogen       | 0.8 – 1.2                                        |
| Oxygen         | 0.3 – 0.6                                        |
| Ethane         | 0.02 – 0.08                                      |
| Propane        | 0.005 – 0.020                                    |



CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
gov.br/inmetro

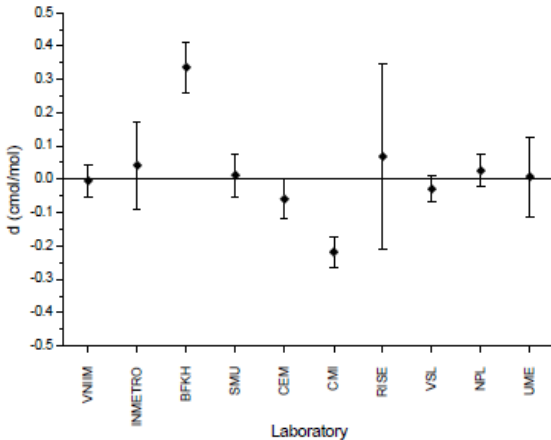


Figure 12: Degrees-of-equivalence for methane

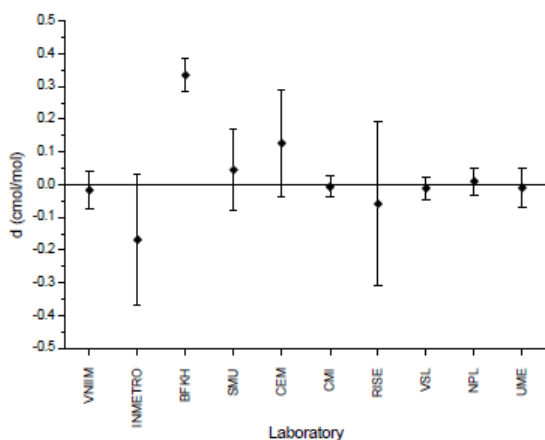


Figure 13: Degrees-of-equivalence for carbon dioxide

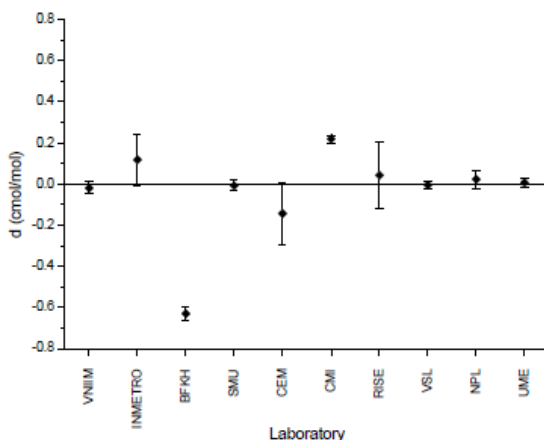


Figure 14: Degrees-of-equivalence for nitrogen

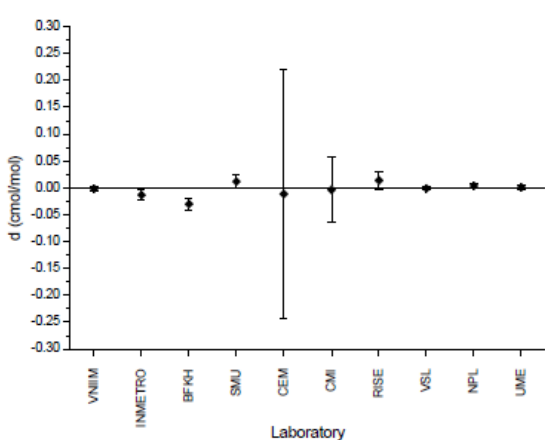


Figure 15: Degrees-of-equivalence for hydrogen

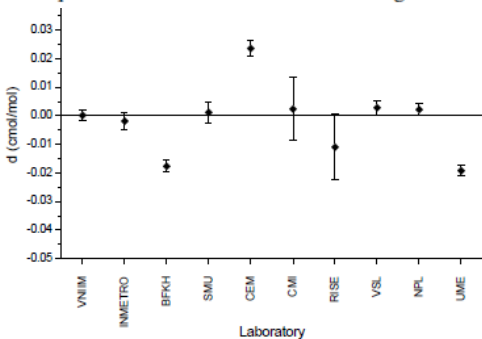


Figure 16: Degrees-of-equivalence for oxygen

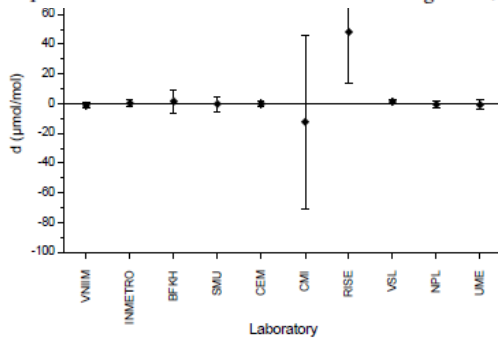


Figure 17: Degrees-of-equivalence for ethane

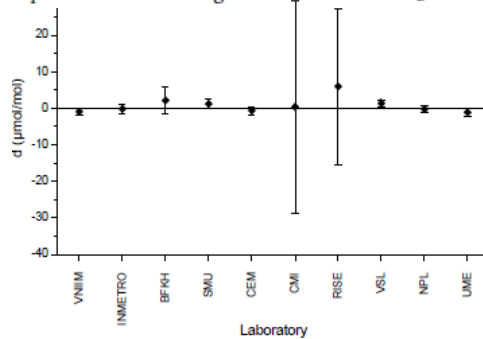


Figure 18: Degrees-of-equivalence for propane

# Regulação do setor do biogás / biometano

CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
gov.br/inmetro



AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS

**RESOLUÇÃO ANP Nº 906, DE 18 DE NOVEMBRO DE 2022 - DOU DE 24-11-2022** - Dispõe sobre as especificações do biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional.

| CARACTERÍSTICA                                     | UNIDADE | LIMITE (1)      |                 |                             | MÉTODO (2) |                            |                            |
|----------------------------------------------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                    |         | NORTE           | NORDESTE        | CENTRO-OESTE, SUDESTE E SUL | NBR        | ASTM                       | ISO                        |
| Poder Calorífico Superior                          | kJ/m3   | 34.000 a 38.400 | 35.000 a 43.000 |                             | 15213      | D3588                      | 6976                       |
|                                                    | kWh/m3  | 9,47 a 10,67    | 9,72 a 11,94    |                             |            |                            |                            |
| Índice de Wobbe                                    | kJ/m3   | 40.500 a 45.000 | 46.500 a 53.500 |                             | 15213      |                            | 6976                       |
| Metano, mín.                                       | % mol.  | 90,0            | 90,0            |                             | 14903      | D1945                      | 6974                       |
| Etano (3)                                          | % mol.  | anotar          | anotar          |                             | 14903      | D1945                      | 6974                       |
| Propano (3)                                        | % mol.  | anotar          | anotar          |                             | 14903      | D1945                      | 6974                       |
| Butanos e mais pesados (3)                         | % mol.  | anotar          | anotar          |                             | 14903      | D1945                      | 6974                       |
| Oxigênio, máx.                                     | % mol.  | 0,8             | 0,8             |                             | 14903      | D1945                      | 6974                       |
| CO2, máx.                                          | % mol.  | 3,0             | 3,0             |                             | 14903      | D1945                      | 6974                       |
| CO2 + O2 +N2, máx.                                 | % mol.  | 10              |                 |                             | 14903      | D1945                      | 6974                       |
| Enxofre Total, máx. (4,5)                          | mg/m3   | 70              |                 |                             | 15631      | D5504                      | 6326-3 6326-5 19739        |
| Gás Sulfídrico (H2S), máx.                         | mg/m3   | 10              |                 |                             | 15631      | D4084-07 D4468 D5504 D6228 | 6326-3 19739               |
| Ponto de orvalho de água a 1atm, máx. (6, 7)       | °C      | - 39            | - 39            | - 45                        | 15765      | D5454                      | 6327 10101-2 10101-3 11541 |
| Ponto de orvalho de hidrocarbonetos (8, 9, 10, 11) | °C      | 15              | 15              | 0                           | 16338      |                            | 23874                      |

# Regulação do setor do biogás / biometano

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS

CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
gov.br/inmetro



**RESOLUÇÃO ANP Nº 886, DE 29 DE SETEMBRO DE 2022 - DOU DE 29.09.2022 - Estabelece a especificação e as regras para aprovação do controle da qualidade do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais, a ser comercializado no território nacional.**

| Característica                                 | Unidade | Limite (1)      |                 |                             | Método (2)  |                           |                            |         |
|------------------------------------------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|---------|
|                                                |         | Norte           | Nordeste        | Centro-Oeste, Sudeste e Sul | NBR         | ASTM D                    | ISO                        | EN/NF   |
| Poder Calorífico Superior                      | kJ/m3   | 34.000 a 38.400 | 35.000 a 43.000 |                             | 15213       | 3588                      | 6976                       | -       |
|                                                | kWh/m3  | 9,47 a 10,67    | 9,72 a 11,94    |                             |             |                           |                            |         |
| Índice de Wobbe                                | kJ/m3   | 40.500 a 45.000 | 46.500 a 53.500 |                             | 15213       | -                         | 6976                       | -       |
| Metano, mín.                                   | % mol   | 90,0            | 90,0            |                             | 14903       | 1945                      | 6974                       | -       |
| Etano (3)                                      | % mol   | anotar          | anotar          |                             | 14903       | 1945                      | 6974                       | -       |
| Propano (3)                                    | % mol   | anotar          | anotar          |                             | 14903       | 1945                      | 6974                       | -       |
| Butanos e mais pesados (3)                     | % mol   | anotar          | anotar          |                             | 14903       | 1945                      | 6974                       | -       |
| Oxigênio, máx.                                 | % mol   | 0,8             | 0,8             |                             | 14903       | 1945                      | 6974                       | -       |
| CO2, máx.                                      | % mol   | 3,0             | 3,0             |                             | 14903       | 1945                      | 6974                       | -       |
| CO2 + O2 +N2, máx.                             | % mol   | 10              |                 |                             | 14903       | 1945                      | 6974                       | -       |
| Enxofre Total, máx.(4,5)                       | mg/m3   | 70              |                 |                             | 15631       | 5504                      | 6326-3 6326-5 19739        | -       |
| Gás Sulfídrico (H2S), máx.                     | mg/m3   | 10              |                 |                             | 15631       | 4084-07 4323-15 5504 6228 | 6326-3 19739               | -       |
| Ponto de orvalho de água a 1atm, máx. (6)      | °C      |                 | - 39            | - 45                        | 15765       | 5454                      | 6327 10101-2 10101-3 11541 | -       |
| Ponto de orvalho de hidrocarbonetos (7,8,9,10) | °C      | 15              | 15              | 0                           | 16338       | -                         | 23874                      | -       |
| Teor de siloxanos, máx.                        | mgSi/m3 | 0,3             | 0,3             |                             | 16560 16561 | -                         | -                          | -       |
| Clorados, máx.                                 | mgCl/m3 | 5,0             | 5,0             |                             | 16562       | -                         | -                          | EN 1911 |
| Fluorados, máx.                                | mgF/m3  | 5,0             | 5,0             |                             | 16562       | -                         | 15713                      | X43-304 |

# Normas ABNT para especificação de biometano

**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
gov.br/inmetro



|                                                                                                                                                                   |                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                                                                                                               | ABNT NBR<br>15213                                                |
|                                                                                                                                                                   | Segunda edição<br>15.09.2008<br>Válida a partir de<br>15.10.2008 |
| Gás natural e outros combustíveis gasosos —<br>Cálculo do poder calorífico, densidade<br>absoluta, densidade relativa e índice de Wobbe<br>a partir da composição |                                                                  |
| Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe index of<br>combustible gases from composition                                               |                                                                  |

|                                                                                      |                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                                  | ABNT NBR<br>14903                                                 |
|                                                                                      | Terceira edição<br>20.03.2014<br>Válida a partir de<br>20.04.2014 |
| Gás natural — Determinação da composição<br>química por cromatografia em fase gasosa |                                                                   |
| Natural gas — Determination of chemical composition by gas chromatography            |                                                                   |

|                                                                                                  |                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                                              | ABNT NBR<br>15631                                                 |
|                                                                                                  | Primeira edição<br>06.10.2008<br>Válida a partir de<br>06.11.2008 |
| Gás natural — Determinação de compostos<br>sulfurados utilizando cromatografia em fase<br>gasosa |                                                                   |
| Natural gas — Determination of sulfur compounds using<br>gas chromatography                      |                                                                   |

|                                                                                                                                        |                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                                                                                    | ABNT NBR<br>15765                                                 |
|                                                                                                                                        | Primeira edição<br>21.10.2009<br>Válida a partir de<br>21.11.2009 |
| Gás natural e outros combustíveis gasosos —<br>Determinação do teor de vapor de água através<br>de analisadores eletrônicos de umidade |                                                                   |
| Natural gas and other gaseous fuels — Determination of water vapor<br>content by electronic moisture analyzers                         |                                                                   |

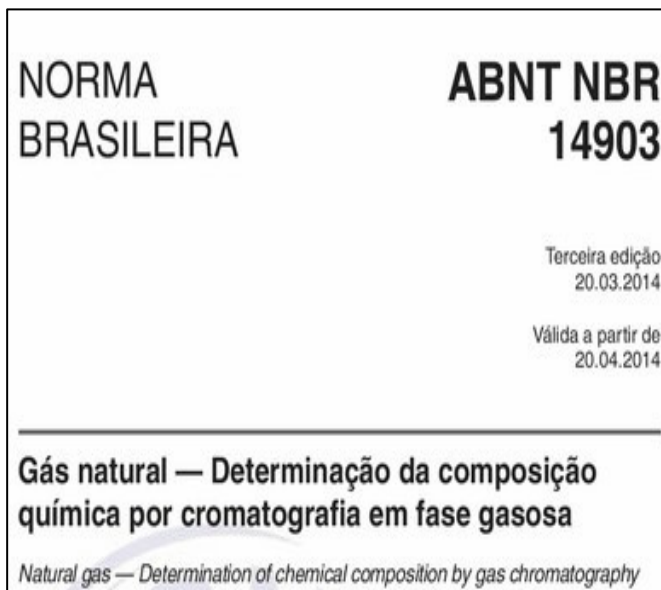
|                                                                      |                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                  | ABNT NBR<br>16338                                                 |
|                                                                      | Primeira edição<br>18.12.2014<br>Válida a partir de<br>18.01.2015 |
| Gás natural — Determinação do ponto de orvalho<br>de hidrocarbonetos |                                                                   |
| Natural gas — Determination of hydrocarbon dew point                 |                                                                   |

|                                                                                                                         |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                                                                     | ABNT NBR<br>16561             |
|                                                                                                                         | Primeira edição<br>09.01.2017 |
| Biometano — Determinação de siloxanos por<br>cromatografia em fase gasosa e amostragem<br>com tubo de dessorção térmica |                               |
| Bio-methane — Siloxanes determination by gas chromatography and<br>sampling with thermal desorption tube                |                               |

|                                                                                                                                      |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                                                                                  | ABNT NBR<br>16560             |
|                                                                                                                                      | Primeira edição<br>09.01.2017 |
| Biogás e biometano — Determinação de<br>siloxanos por cromatografia em fase gasosa<br>e amostragem com <i>impingers</i>              |                               |
| Biogas and bio-methane — Determination siloxanes by gas chromatography<br>(coupled to mass spectrometry) and sampling with impingers |                               |

|                                                                                                                                                        |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| NORMA<br>BRASILEIRA                                                                                                                                    | ABNT NBR<br>16562             |
|                                                                                                                                                        | Primeira edição<br>09.01.2017 |
| Biogás e biometano — Determinação de<br>compostos orgânicos voláteis por cromatografia<br>em fase gasosa e amostragem com tubo de<br>dessorção térmica |                               |
| Biogas and bio-methane — Determination of volatile organic compounds by<br>gas chromatography and sampling with thermal desorption tube                |                               |

# Métodos de análise normativos



## Parâmetros de performance

Seletividade

Limite de Detecção (LOD) e Limite de Quantificação (LOQ)

Faixa de trabalho

Veracidade (Erro, recuperação)

Precisão

Repetibilidade, Precisão intermediária, Reprodutibilidade

Incerteza de medição

Robustez

**Através de um Projeto Bilateral firmado entre PTB/Inmetro para o fortalecimento da Infraestrutura da Qualidade (IQ) para energias renováveis e eficiência energética II (Número do Projeto: 2019.2255.8)**



**Estudo colaborativo de comparação de técnicas analíticas usadas na determinação da composição do biometano (Metano e Dióxido de Carbono)**

**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
gov.br/inmetro



# OBJETIVOS

**Esse estudo Colaborativo de Comparação laboratorial visou contribuir para a melhoria das medições voltadas para o setor de energia renovável.**

- ❖ Comparar duas técnicas analíticas utilizadas na determinação de composição majoritária do biometano;
- ❖ Determinar o desempenho de laboratórios para a medição proposta;
- ❖ Avaliar a possibilidade do uso de técnicas analíticas alternativas para a determinação de composição majoritária do biometano;
- ❖ Propor a elaboração de uma norma ABNT com o uso das técnicas analíticas alternativas para a medição proposta;
- ❖ Abrir um diálogo sobre as técnicas analíticas alternativas com o ente regulador.



# O estudo colaborativo de comparação de técnicas analíticas usadas na determinação da composição do biometano

**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
gov.br/inmetro



- ❖ A divulgação do estudo colaborativo foi realizado através de uma live no youtube ocorrida em 17 de agosto de 2023 em parceria com a EMBRAPA e SENAI (Trilha de atualização em metrologia para laboratórios de biogás / biometano);
- ❖ Foram disponibilizados 10 cilindros contendo misturas sintéticas de metano (em torno de 90 %mol/mol de concentração) e dióxido de carbono (em torno de 1,75%mol/mol de concentração);
- ❖ Os participantes que se interessaram retiraram os cilindro no campus do Inmetro e receberam um protocolo de análise a ser seguido;
- ❖ Cada participante analisou um cilindro distinto com sua própria metodologia analítica e enviou os resultados analíticos ao Inmetro;



# Participantes e técnicas analíticas utilizadas

**CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.**  
gov.br/inmetro



| Cód. Cilindro | Laboratórios   | Técnica analítica                          |
|---------------|----------------|--------------------------------------------|
| LER5 109      | Naturgy        | Cromatografia gasosa                       |
| LER9 060      | Messer         | Cromatografia gasosa                       |
| LER5 158      | Alvim Análises | Micro CG Agilent- TCD                      |
| LER5 152      | Sabesp         | Micro CG - TCD                             |
| LER5 037      | Comgás         | Cromatografia gasosa                       |
| LPW 166       | Awite          | Analizador AwiFLEX                         |
| LER9 186      | Embrapa        | Analizador AwiFLEX                         |
| LPM9 070      | CI Biogás      | Analizador portátil de gás - Optima Ecotec |
| LPM9 081      | CI Biogás      | Analizador portátil de gás - GA5000        |
| D543669       | White Martins  | Cromatografia gasosa                       |

- 4 participantes utilizaram cromatógrafo à gás de bancada
- 2 participantes utilizaram micro cromatógrafo
- 4 analisadores: 2 analisadores fixos e 2 analisadores portáteis

**Figura 01 – Graus de equivalência para o Metano**

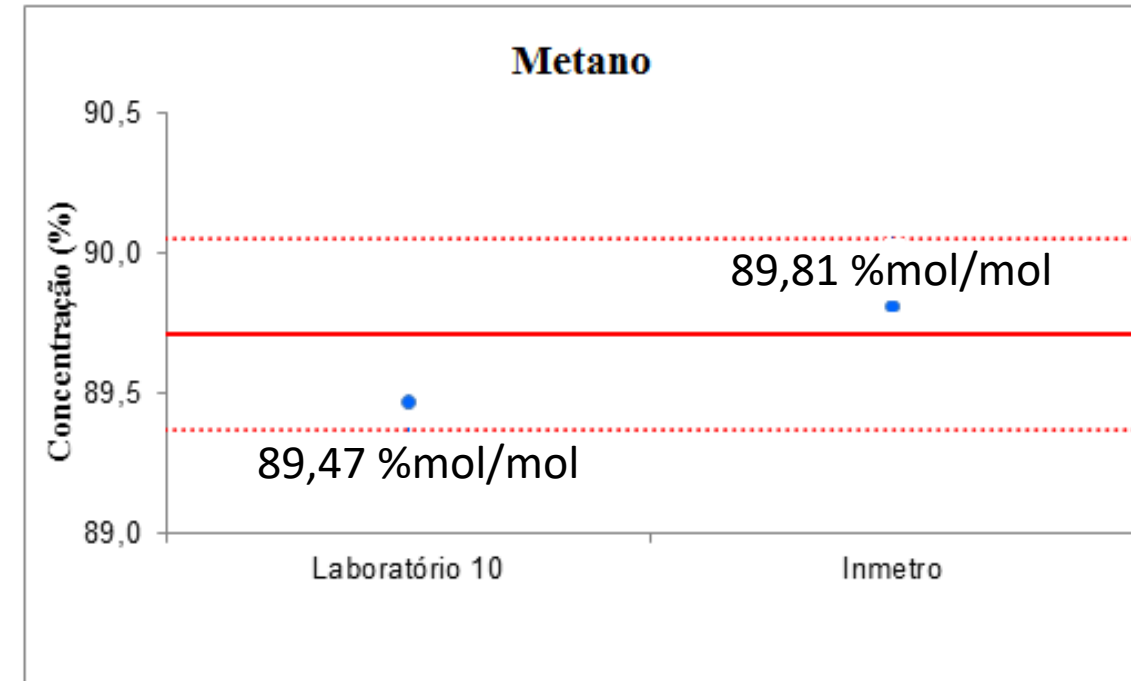
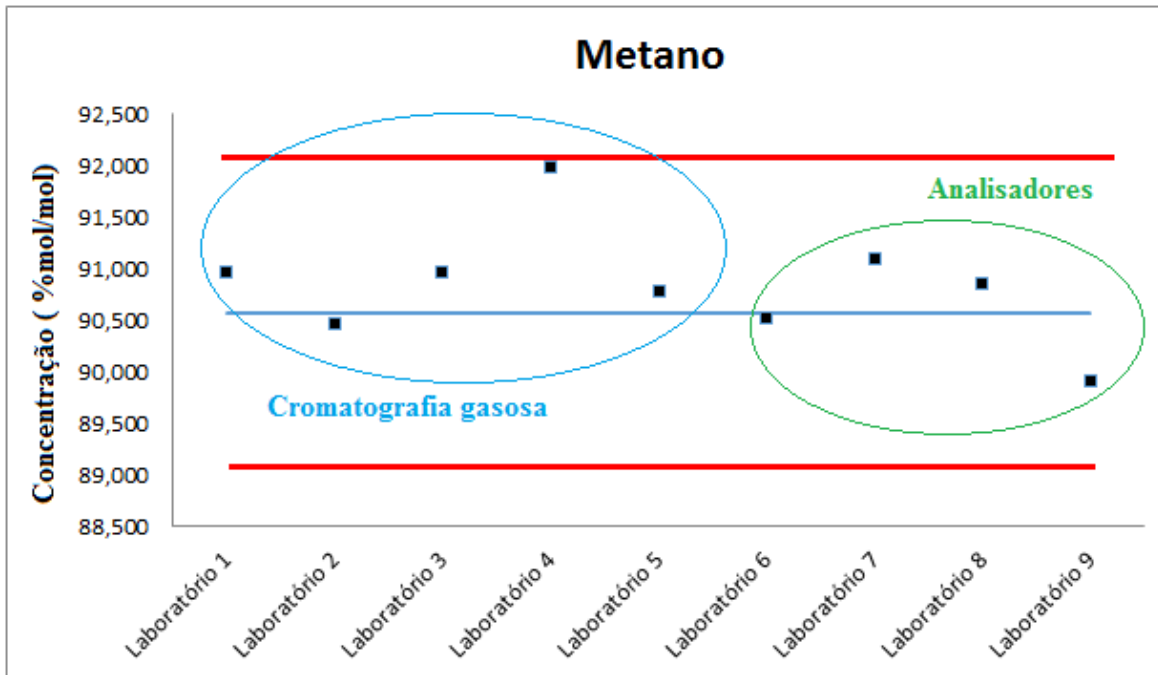
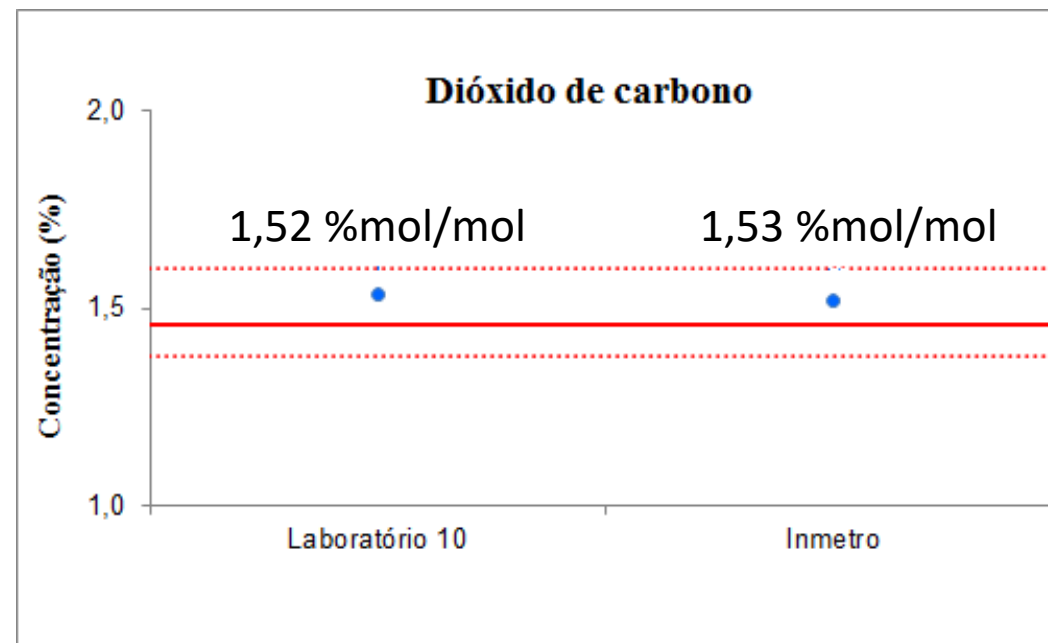
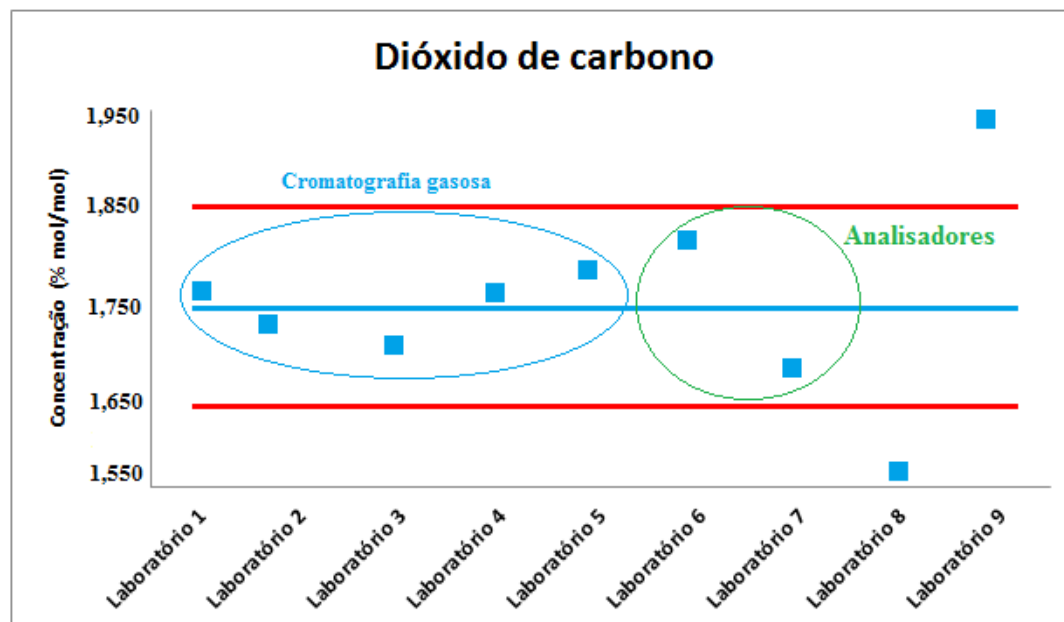


Figura 02 – Graus de equivalência para o Dióxido de carbono



## POSSÍVEIS FONTES DE ERROS

- Falta do uso de um material de referência certificado (MRC) próximo da faixa de medição da amostra na calibração dos instrumentos;
- Uso de MRC fora da validade;
- Uso de mistura gasosa que não seja um MRC ou de produtor de MRC sem competência reconhecida;
- Falta de experiência na execução do auto zero monitor de gases.



## Propostas de atuação:

- ✓ Estudo de validação de metodologia analítica de determinação de composição de Biometano
- ✓ LANAG/INMETRO produziu e analisou os cilindros por CG
- ✓ EMBRAPA irá analisar tanto o cilindro contendo a amostra via analisador fixo
- ✓ INMETRO emitirá o relatório de validação e enviará a ANP

| Range de Biometano            |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| O <sub>2</sub>                | 0,50 – 1,20 (% mol/mol)         |
| CO <sub>2</sub>               | 1,50 – 3,50 (% mol/mol)         |
| N <sub>2</sub>                | 5,0 – 9,0 (% mol/mol)           |
| CH <sub>4</sub>               | 88 – 91 (% mol/mol)             |
| Range da AMOSTRA de Biometano |                                 |
| O <sub>2</sub>                | Aproximadamente 0,8 (% mol/mol) |
| CO <sub>2</sub>               | Aproximadamente 2,5 (% mol/mol) |
| N <sub>2</sub>                | Aproximadamente 6,0 (% mol/mol) |
| CH <sub>4</sub>               | Mais que 90 (% mol/mol)         |

# Propostas de atuação:

CONFIANÇA É A  
NOSSA MARCA.  
[gov.br/inmetro](http://gov.br/inmetro)



- ✓ Proposta a ABNT de criação de uma norma brasileira para calibração e quantificação de componentes majoritários do biometano com o uso de analisadores fixos.
- ✓ Possibilidades de atuação do INMETRO:
  1. Acreditar laboratórios que estejam interessados em prestar serviços analíticos em determinação de composição de biometano;
  2. Aprovar modelos de analisadores de gases que quantificam componentes majoritários de biometano;
  3. Coordenar Ensaio de Proficiência de determinação de composição majoritária de biometano regularmente;
  4. Buscar apoiar uma rede de laboratórios com *expertise* em determinação de composição de biometano;



Obrigada pela atenção.



Ouvidoria: 0800 285 1818



[gov.br/inmetro](http://gov.br/inmetro)



[linkedin.com/company/inmetro](https://linkedin.com/company/inmetro)



[instagram.com/inmetro\\_oficial](https://instagram.com/inmetro_oficial)



[facebook.com/Inmetro](https://facebook.com/Inmetro)



[youtube.com/tvinmetro](https://youtube.com/tvinmetro)



[x.com/inmetro](https://x.com/inmetro)



[flickr.com/inmetro](https://flickr.com/inmetro)



MINISTÉRIO DO  
**DESENVOLVIMENTO,  
INDÚSTRIA, COMÉRCIO  
E SERVIÇOS**

