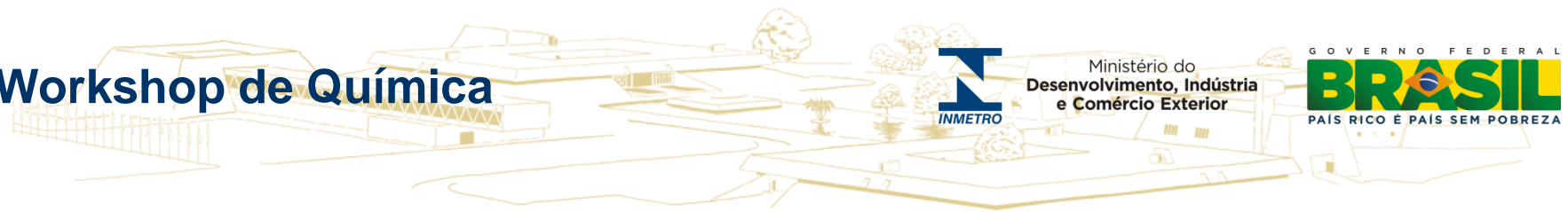


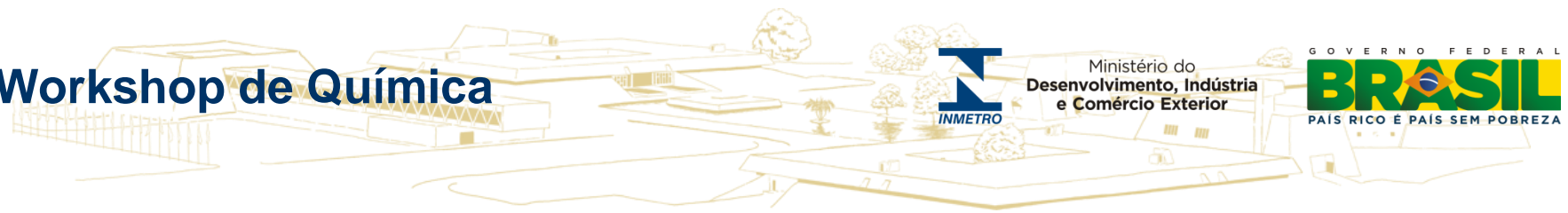
Avaliação de Câmaras Térmicas

Lúcia Salgado Moreira

Analista Executivo em Metrologia e Qualidade

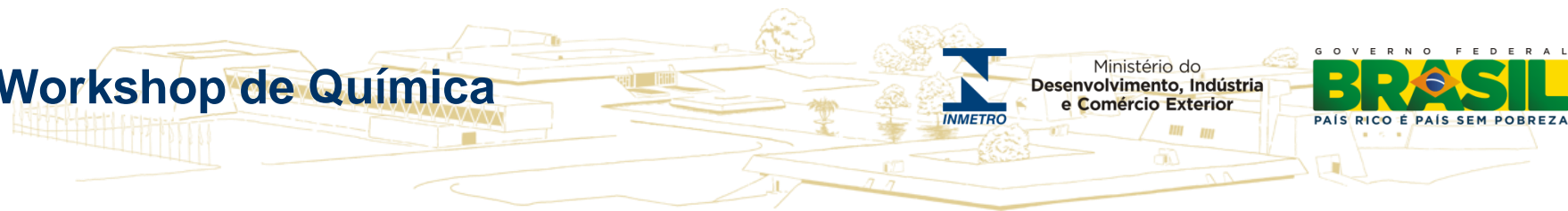


Por que “câmaras” térmicas?



Estufa



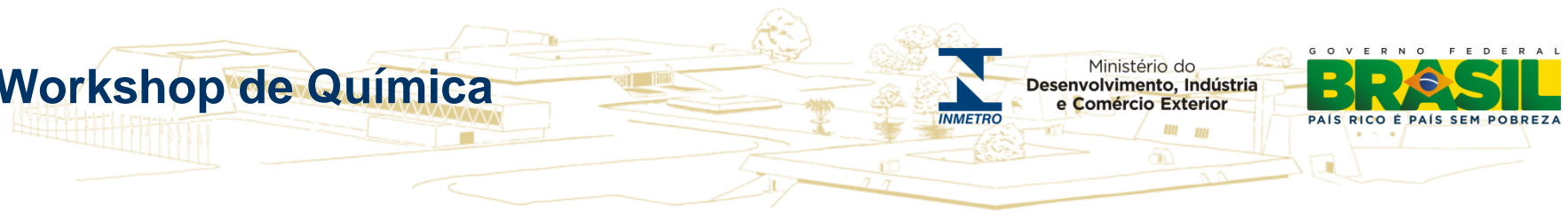


Estufa de Cultura



Estufa de Secagem



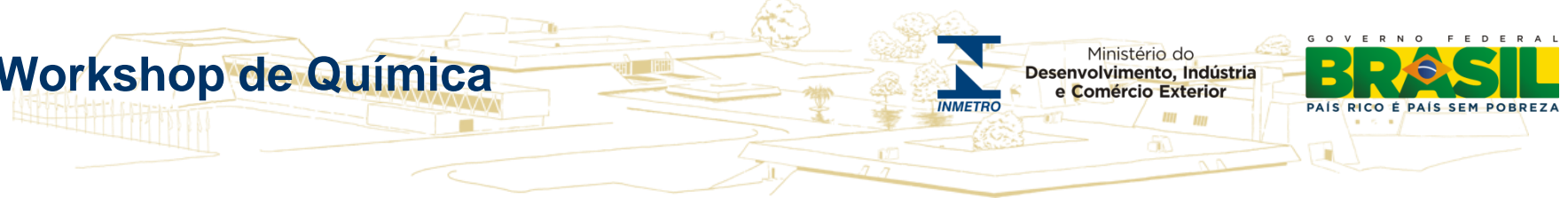


Estufa de Esterilização



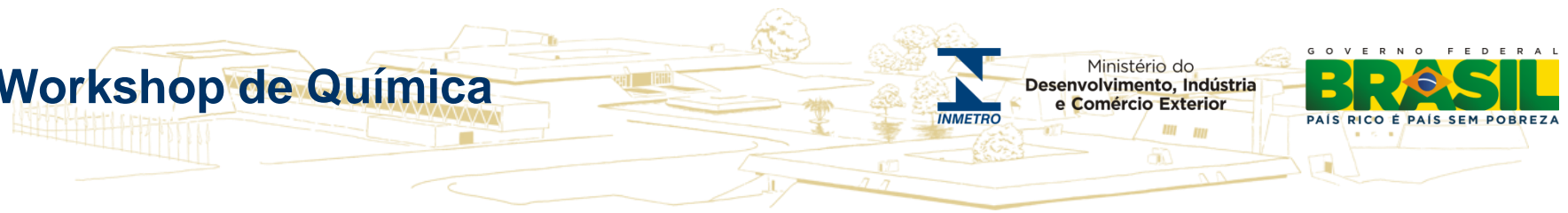
Estufa Incubadora





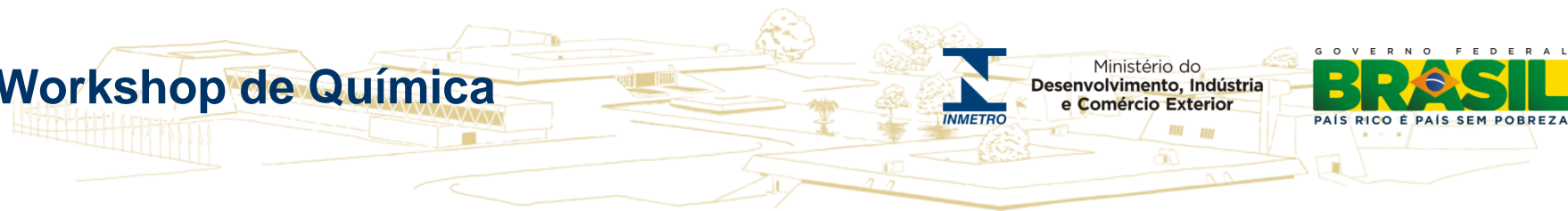
Autoclave





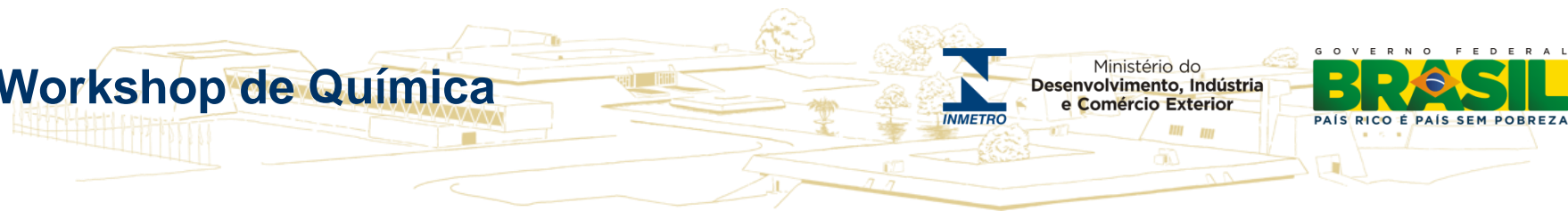
Câmara de Refrigeração





Caminhão Frigorífico





Forno Despirogenizador



Mufla



Sala para Produção de Vacinas



Câmara Climática

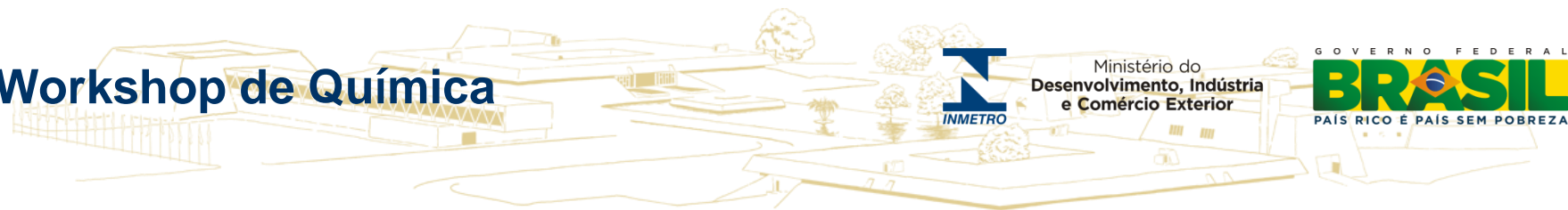


Forno Industrial

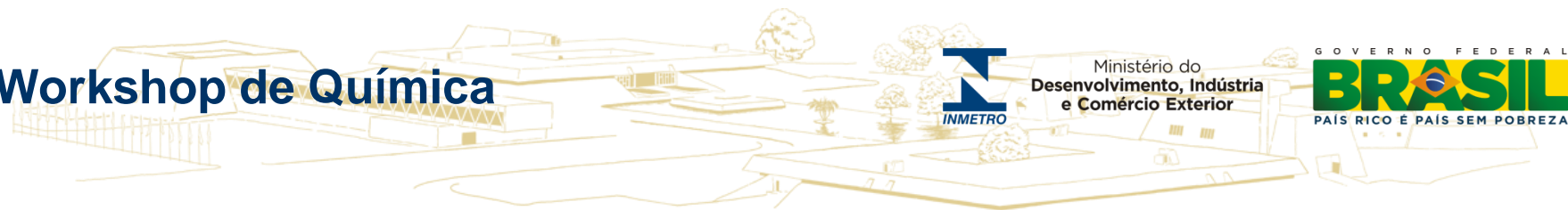


Forno de Tratamento Térmico





**O que todos esses
equipamentos têm em comum?**

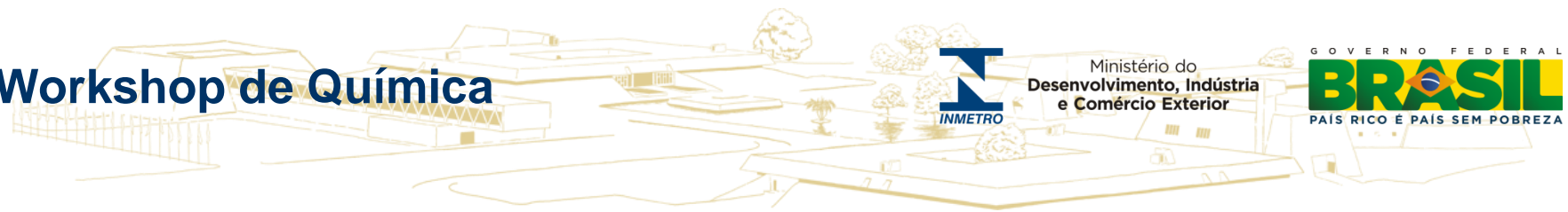


Semelhanças

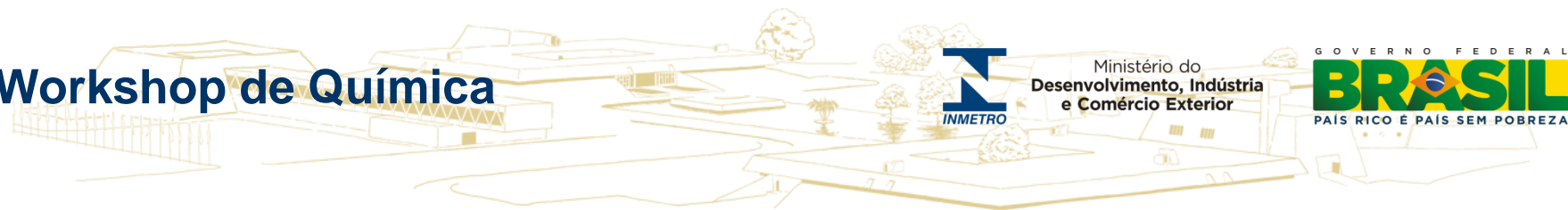
- “Volume” com temperatura controlada

Diferenças

- Dimensões variadas
- Finalidades variadas
- Sistemas de controle de temperatura variados
- Características e tolerâncias variadas

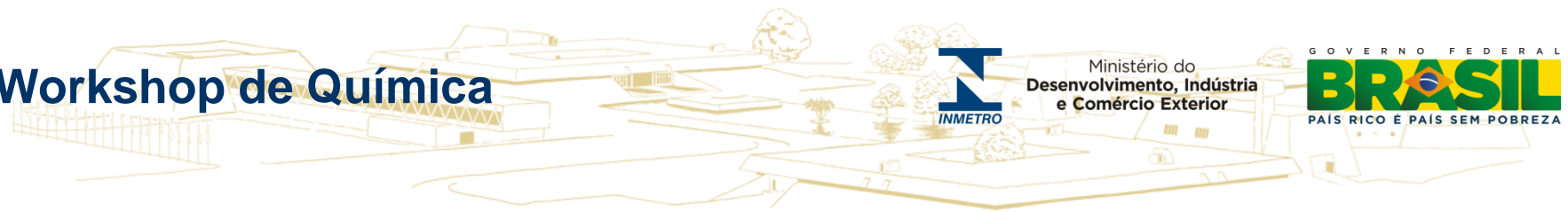


- **Como avaliar a competência do laboratório?**
 - **Conhece as necessidades do método?**
 - **Sabe escolher o melhor equipamento para sua aplicação?**
 - **Possui claros critérios de aceitação?**
 - **Sabe comprovar a conformidade com esses critérios?**



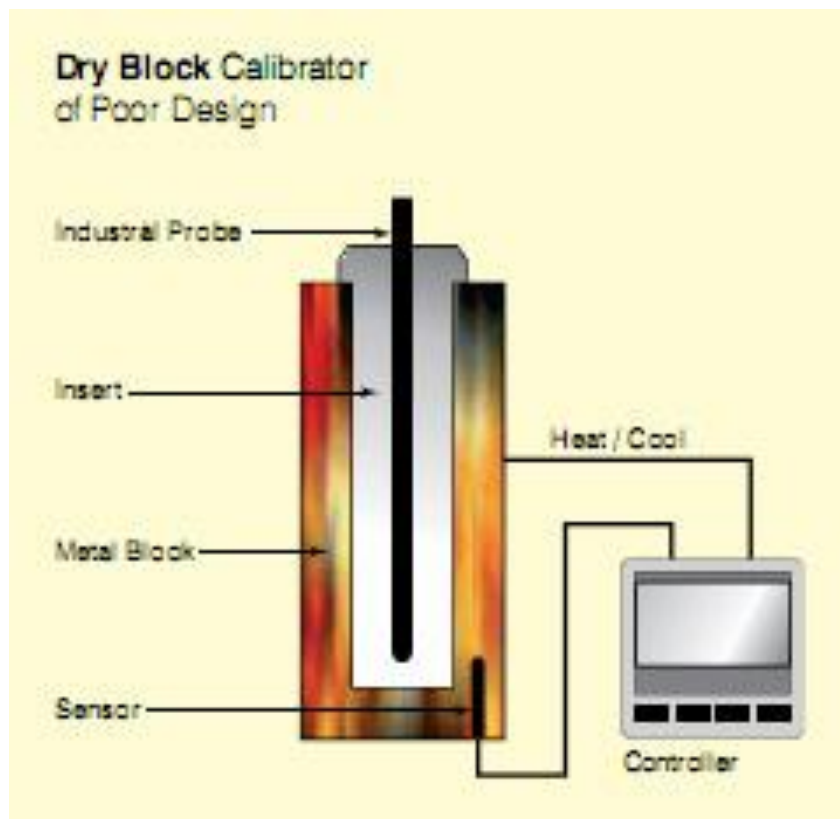
Duas perguntas fundamentais

- Qual é a temperatura da câmara?
- Ela é a mesma em todas as posições dentro da câmara?

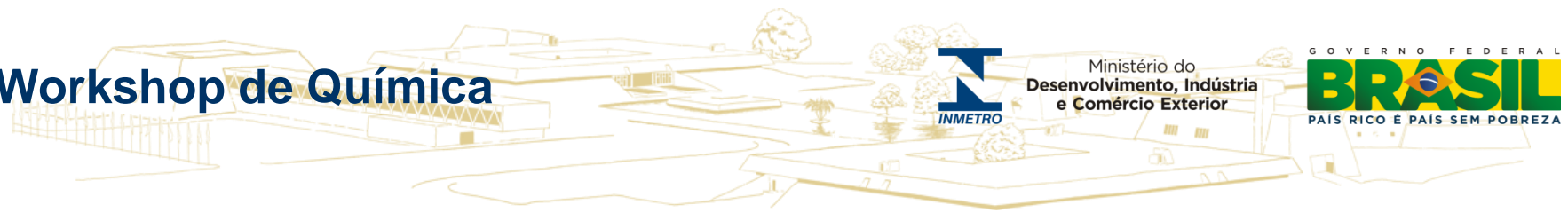


Como funcionam as câmaras térmicas

Sistema de controle da temperatura



Com base nessa
medição, o sistema
de aquecimento ou
resfriamento é
ligado ou desligado



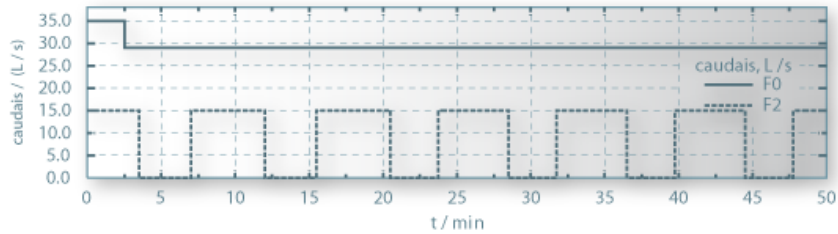
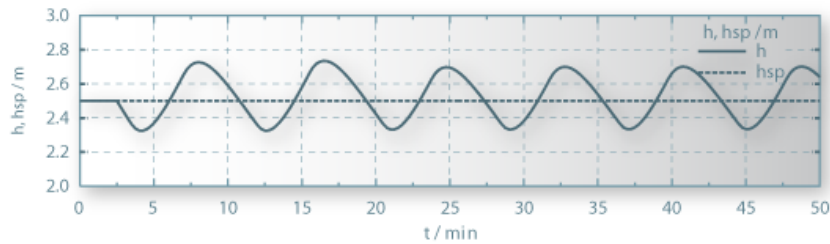
Controle analógico



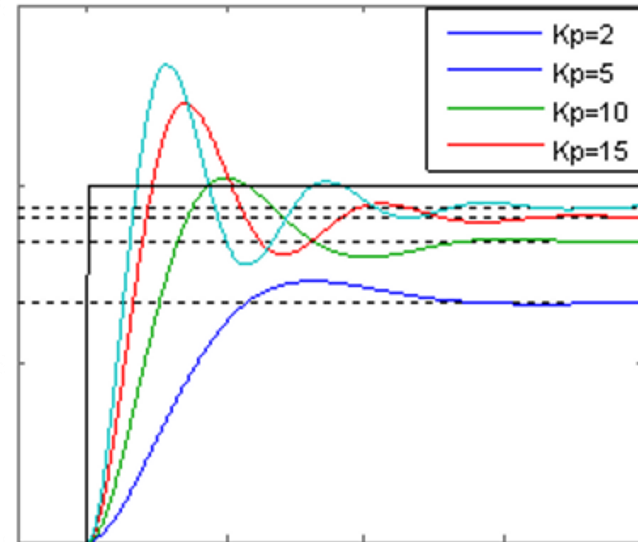
Controle microprocessado

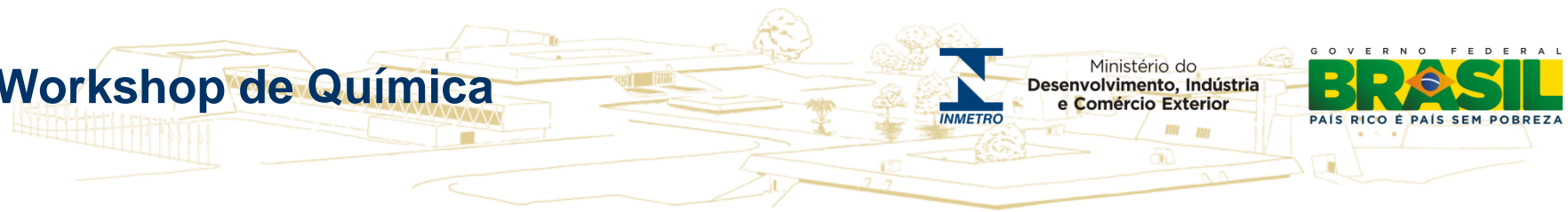


Controle on/off

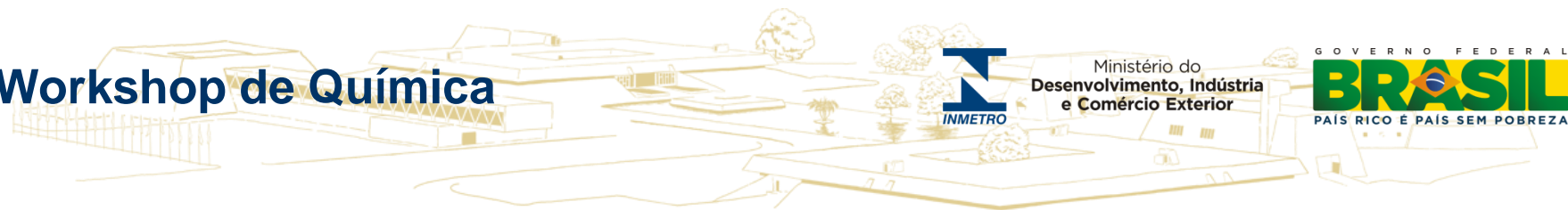


Controle PID



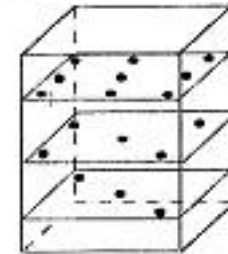
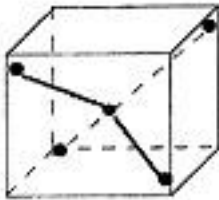


- **DOQ-CGCRE-028 - ORIENTAÇÃO PARA A CALIBRAÇÃO DE CÂMARAS TÉRMICAS SEM CARGA**
 - Documento de caráter orientativo
 - Determinação da Uniformidade
 - Determinação da Estabilidade
 - Determinação do desvio da Temperatura de Controle



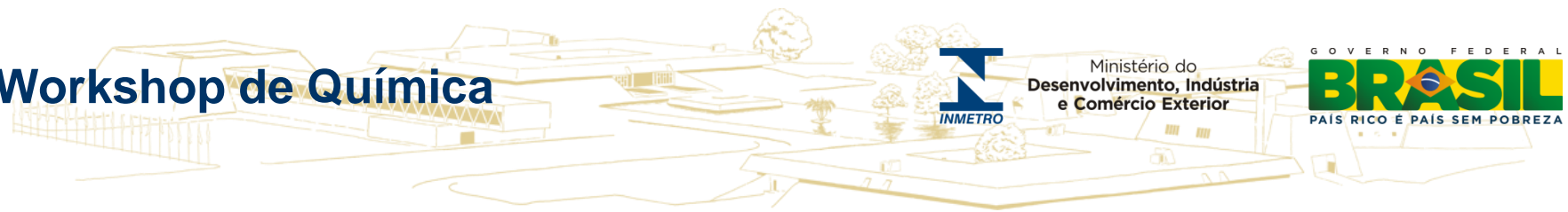
- Este documento foi desenvolvido de acordo com diretrizes internacionais e contém aplicações sobre os requisitos da acreditação. Caso o laboratório siga estas orientações, atende os respectivos requisitos; caso contrário, o laboratório deverá demonstrar como é assegurado o seu atendimento. As não-conformidades constatadas numa avaliação serão registradas contra o requisito da acreditação e não contra este documento orientativo, porém as orientações deste documento serão consideradas pelos avaliadores e especialistas.

- Usar no mínimo 9 sensores para volumes até 2 m^3
 - volumes maiores – acordo com o cliente
- 30 minutos de aquisição (mínimo)
 - depende de como a câmara é usada

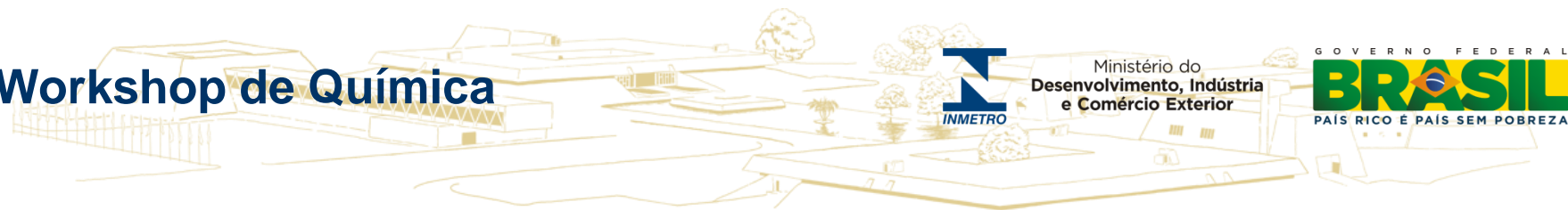


Exemplos de instalação dos sensores





- Qual é a temperatura da câmara?
 - Média de todos os sensores
 - Diferença entre a média e o set-point
 - Capacidade de manter essa temperatura ao longo do tempo: ***Estabilidade***
 - Maior variação temporal de um mesmo sensor (desvio padrão)



- Ela é a mesma em todas as posições dentro da câmara?
 - **Uniformidade:** maior desvio padrão experimental das medições de todos os sensores de temperatura, num dado momento

III Workshop de Química



Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior



Time	Temperature sensor measurements °C								At each measurement	
	1	2	3	4	5	6	7	8	Average	SD
09:48	39,15	39,90	39,62	40,06	39,36	40,31	40,53	39,68	39,525	0,469
09:49	39,13	39,86	39,60	39,88	39,30	40,21	40,43	39,66	39,771	0,441
09:50	39,13	39,06	39,56	40,00	39,28	40,23	40,47	39,66	39,773	0,460
09:51	39,13	39,84	39,58	39,86	39,28	40,19	40,37	39,64	39,748	0,429
09:52	39,05	39,74	39,50	39,86	39,20	40,10	40,27	39,60	39,664	0,419
09:53	39,19	39,86	39,64	40,02	39,36	40,23	40,37	39,68	39,790	0,411
09:54	39,15	39,82	39,62	39,96	39,32	40,17	40,31	39,66	39,751	0,400
09:55	39,17	39,86	39,62	40,02	39,32	40,25	40,47	39,68	39,798	0,445
09:56	39,13	39,80	39,56	39,94	39,28	40,19	40,41	39,66	39,748	0,438
09:57	39,17	39,82	39,58	39,94	39,28	40,21	40,45	39,68	39,766	0,438
09:58	39,19	39,82	39,58	39,98	39,32	40,23	40,47	39,70	39,786	0,437
09:59	39,15	39,84	39,62	39,98	39,32	40,21	40,39	39,70	39,776	0,423
10:00	39,17	39,86	39,64	40,00	39,36	40,25	40,47	39,72	39,808	0,436
10:01	39,17	39,86	39,64	40,00	39,38	40,23	40,41	39,72	39,798	0,420
10:02	39,19	39,86	39,62	39,98	39,36	40,23	40,45	39,74	39,803	0,424
10:03	39,19	39,86	39,62	40,00	39,36	40,21	40,39	39,74	39,795	0,409
10:04	39,28	39,94	39,70	40,12	39,44	40,35	40,55	39,80	39,897	0,434
10:05	39,24	39,86	39,68	39,98	39,38	40,21	40,43	39,76	39,815	0,398
10:06	39,23	39,86	39,68	40,00	39,38	40,17	40,37	39,74	39,798	0,389
10:07	39,28	39,94	39,70	40,08	39,42	40,29	40,49	39,78	39,872	0,414
10:08	39,28	39,92	39,68	40,04	39,38	40,25	40,45	39,76	39,848	0,404
10:09	39,21	39,86	39,62	39,96	39,34	40,17	40,39	39,72	39,783	0,400
10:10	39,13	39,78	39,58	39,86	39,28	40,10	40,33	39,70	39,718	0,397
10:11	39,19	39,82	39,62	39,94	39,32	40,17	40,37	39,72	39,768	0,401
10:12	39,21	39,86	39,66	40,04	39,38	40,25	40,49	39,76	39,833	0,429
10:13	39,19	39,86	39,64	40,00	39,36	40,21	40,45	39,78	39,810	0,420
10:14	39,21	39,88	39,66	40,02	39,38	40,23	40,45	39,78	39,825	0,416
10:15	39,19	39,86	39,64	39,98	39,36	40,19	40,39	39,76	39,798	0,401
10:16	39,19	39,86	39,66	40,00	39,36	40,21	40,41	39,76	39,808	0,408
10:17	39,21	39,86	39,66	40,02	39,38	40,21	40,39	39,78	39,813	0,400

For each sensor

Mean	39,160	39,852	39,623	39,987	39,342	40,219	40,424	39,715		
SDs	0,052	0,041	0,044	0,053	0,049	0,052	0,061	0,051		

Estabilidade

Overall mean

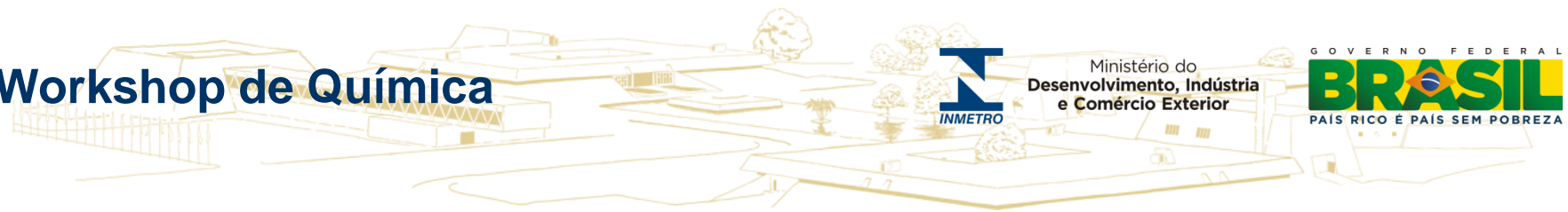
39,793

Overall SD

0,397

Uniformidade

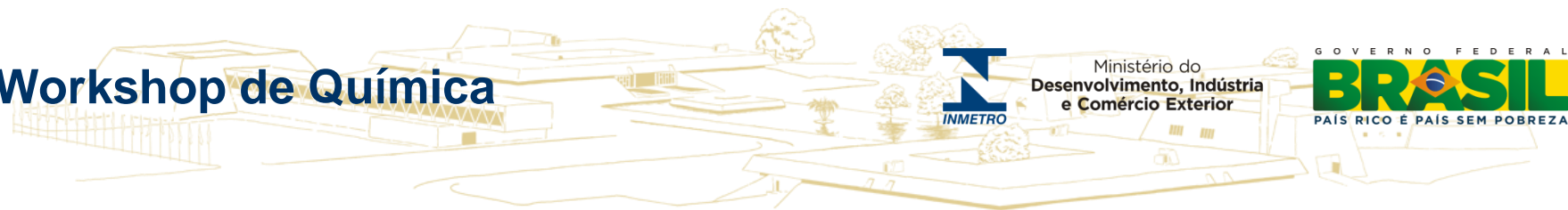
Temperatura
média



• Contribuições à incerteza

- Incertezas dos certificados de calibração dos sensores e instrumentos padrões;
- Derivas associadas aos padrões;
- Resolução dos padrões;
- Compensação da junção de referência (quando forem usados termopares);
- Influências ambientais nos instrumentos (para compensação eletrônica da junção de referência de termopares);
- Estabilidade térmica da câmara;
- **Uniformidade térmica da câmara;**
- Histerese (a histerese deve ser determinada a partir de medições em ciclos diferentes conforme as normas específicas ou necessidade do cliente).

III Workshop de Química



Lúcia Moreira

21 2145-3214

ismoreira@inmetro.gov.br