

KINROSS

# Plano de Segurança de Barragens Usina Hidrelétrica de Caçu

**VOLUME II**

# Plano de Segurança de Barragem

## Volume II – Planos e Procedimentos

Documento elaborado conforme estabelecido na Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010. Itens apresentados neste volume:

1. Plano de operação;
2. Plano de monitoramento e instrumentação;
3. Planejamento das manutenções;
4. Cronograma de testes e calibração de equipamentos e instrumentos, caso existam;

**VOLUME II**  
**Planos e**  
**Procedimentos**

**1. Plano de operação**

## Procedimentos e Manuais

A seguir estão relacionados os procedimentos e manuais operacionais de componentes eletromecânicos, estruturais e monitoramento da usina. Na íntegra estão anexos os manuais de operação do reservatório (FCT-71-GL-701-Q-001-MO).

### ➤ Manuais

- Manual Operação:
  - 1027/02-5R-MA-0410 – Manual de manutenção elétrica.
- Tomada 'água:
  - 1027/02-4M-DE-0301 – Tomada 3G-MA-0020
- Pórtico Rolante com Limpa Grade da Tomada D' Água e Vertedouro:
  - 1027/02-4M-DE-0301 – Desenho;
  - 1027\_02-4M-MA-0303 - Manual comissionamento;
  - 1027\_02-4M-MA-0301 - Manual de montagem, operação e manutenção;
  - 1027\_02-5Z-DE-5002 – Desenho transformador;
  - 1027\_02-5Z-DE-5003 - Desenho transformador;
  - 1027\_02-5Z-DE-5004 - Desenho transformador.
- Gerador:
  - 1027/02-5R-MA-0410 – Manual de manutenção;
  - MO 1238 017 – Manual de operação Uschemaq.
- Moto-Bomba:
  - 72574 – SKID Manual de manutenção e operação.
- Instrumentação:
  - FCT-71-GL-701-Q-001-ET - Especificação Técnica - ET/RT para Reinstrumentação de Auscultação;
  - FCT-71-GL-701-Q-002-ET - Especificação Técnica para Boroscopia e Limpeza de Drenos;
  - FCT-71-GL-701-Q-006-ET - Especificação Técnica para Reinstrumentação e Limpeza de Drenos;

### ➤ Procedimentos Operacionais

- ENER-PO-3703 - Operar Motobombas Diesel de Emergência para Abertura das Comportas dos Vertedouros;
- KRC-71-GL-701-Q-004-DG - Procedimento leitura de piezômetro elétrico;
- KRC-71-GL-701-Q-007-DG - Procedimento leitura extensômetros de haste;
- KRC-71-GL-701-Q-009-DG - Procedimento leitura medidores trinca;

- KRC-71-GL-701-Q-006-DG - Procedimento medidor de vazão;
- KRC-71-GL-701-Q-005-DG - Procedimento medidor triortogonais;
- KRC-71-GL-701-Q-010-DG – Procedimento instalação standpipe;
- KRC-71-GL-701-Q-011-DG – Procedimento instalação piezômetros elétricos;
- KRC-71-GL-701-Q-012-DG - Procedimento limpeza das canaletas - usinas;
- KRC-71-GL-701-Q-008-DG - Procedimento leitura de piezômetro stand-pipe e medidor de nível d'água;
- KRC-71-GL-701-Q-013-DG - Procedimento operação do sistema de alerta sonoro
- KRC-71-GL-701-Q-003-DG - Procedimento inspeção geotécnica usinas;
- KRC-71-GL-701-Q-013-DG - Procedimento Voo de drone;



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-1 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 1 MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – UHE CAÇU

### 1.1 PRINCÍPIOS

1. A operação do reservatório deve evitar a indução de cheias artificiais;
2. Em bacias com aproveitamentos gerenciados por diferentes empresas há a necessidade de estabelecimento de regras de operação consensadas e bem definidas. Estas regras devem prever a sequência na ocupação dos volumes vazios dos reservatórios, as taxas máximas de descargas e valores de níveis e afluências que configurem restrições operativas;
3. As providências deverão ser sempre tomadas preventivamente, com a finalidade de retardar ou evitar a ocorrência de emergências;
4. Os responsáveis e as responsabilidades deverão estar claramente definidos de forma a evitar descontinuidade nas decisões e/ou a existência de dualidade de comando;
5. O órgão executor de manobras de descargas é a equipe de turno em serviço, sob a autoridade do líder da equipe da Usina em operação. Embora a responsabilidade de decisão acompanhe, com a evolução da severidade da situação, uma hierarquia pré-definida, a equipe de turno em serviço sempre será responsável pela execução de operações, pelas inspeções nos equipamentos e pelas informações no acompanhamento passo-a-passo das situações;
6. Uma vez seguidas as normas, nenhuma consequência danosa poderá ser imputada aos líderes da operação dos reservatórios;
7. A responsabilidade civil sobre a operação do aproveitamento é sempre da empresa proprietária, mesmo com a interveniência do ONS nos aspectos de coordenação, supervisão, controle e comando da operação dos reservatórios componentes do sistema interligado.

### 1.2 Fatores de eficácia

- Realizar treinamento permanente dos operadores responsáveis pela operação dos reservatórios, certificando sua habilitação e atualização sobre os procedimentos de operação;
- Dispor de rotina clara e objetiva para levantamento e registro de dados representativos, considerando qualquer situação;
- Definir claramente responsabilidades e a hierarquia de decisões considerando fatores de praticidade, continuidade e clareza;
- Manter atualizadas as instruções de procedimentos para a execução de manobras dos órgãos de descargas;

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-2 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

- Zelar pela manutenção das instalações da usina e suas boas condições, com vistorias e manutenções preventivas;
- Manter uma alimentação de energia elétrica confiável, com fontes de alimentação alternativas;
- Realizar inspeções e testes periódicos nos equipamentos de controle hidráulico controlando e aferindo a instrumentação de supervisão de nível;
- Manter um sistema de comunicação adequado e confiável;
- Conhecer permanentemente as condições de jusante do reservatório e acompanhar a evolução a montante em todos os eventos;
- Dispor de informações hidrometeorológicas da bacia hidrográfica em questão, através da obtenção de medições pluvio-fluviométricas da rede básica hidrológica e boletins hidrológicos.

### 1.3 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

A UHE Caçu iniciou sua operação em 2010. Localizada no rio Claro, esta usina conta com duas unidades geradoras, totalizando 65 MW de potência instalada. No Quadro 1 são apresentadas as principais informações estruturais, hidráulicas, hidrológicas e do reservatório.

**Quadro 1. Ficha técnica da UHE Caçu.**

<b>(1) Geral</b>			
Nome do barramento	UHE Caçu		
Empreendedor	Kinross Brasil Mineração S/A		
Início de Operação	2010		
Idade	10 anos		
Entidade Fiscalizadora	ANEEL		
Localização			
- Curso de água barrado	Rio Claro		
- Município	Caçu		
- Unidade da Federação	Goiás (GO)		
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 18° 31' 50" S	Long. 51° 08' 52" O	
<b>(2) Reservatório</b>			
<b>NA Montante – Reservatório:</b>			
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	477,00		
- Máximo Normal [m-IBGE]	477,00		
- Mínimo Normal [m-IBGE]	475,00		
<b>NA Jusante</b>			
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	454,30		
- Máximo Normal [m-IBGE]	449,00		
- Mínimo Normal [m-IBGE]	448,40		
<b>Áreas Inundadas</b>			
- No NA Máximo Maximorum [km²]	13,87		
- No NA Máximo Normal [km²]	13,87		

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-3 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

<b>(2) Reservatório</b>	
Volume do Reservatório:	
- No NA Máximo Maximorum [hm <sup>3</sup> ]	185,427
- No N.A. Máximo Normal [hm <sup>3</sup> ]	185,427
<b>(3) Barragem</b>	
- Altura máxima [m]	50,35
Barragem de Terra Margem Direita (BTMD)	
- Tipo	Terra
- Comprimento da Crista [m]	160,00
- Largura da Crista [m]	6,00
- Cota da Crista [m-IBGE]	480,00
Barragem de Transição (MD)	
- Tipo	Enrocamento
- Comprimento da Crista [m]	36,00
- Largura da Crista [m]	6,00
- Cota da Crista [m-IBGE]	480,00
Barragem de Gravidade (CCR)	
- Tipo	Concreto Compactado a Rolo
- Comprimento da Crista [m]	130,00
- Largura da Crista [m]	7,00
- Cota da Crista [m-IBGE]	479,00
Barragem de Transição (ME)	
- Tipo	Enrocamento
- Comprimento da Crista [m]	50,00
- Largura da Crista [m]	6,00
- Cota da Crista [m-IBGE]	480,00
Barragem de Terra Margem Esquerda (BTME)	
- Tipo	Terra
- Comprimento da Crista [m]	585,00
- Largura da Crista [m]	6,00
- Cota da Crista [m-IBGE]	480,00
<b>(4) Sistema Extravasador</b>	
Vertedouro Soleira Controlada (VS)	
- Tipo	Creager com comportas
- Vazão de Projeto [m <sup>3</sup> /s]	2.658,00
- Número de vãos	3
- Cota da Soleira [m]	464,55
- Cota fechamento da comporta [m]	463,46
Comportas	
- Tipo	Segmento
- Número de comportas	3
- Largura (m)	9,20
- Altura (m)	12,95
- Acionamento	Hidráulico

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-4 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

<b>(5) Sistema Adutor</b>	
Tomada d'água	
- Tipo	Gravidade
- Cota da Soleira [m]	442,12
- Número de Vãos	4
Dimensões da Boca de Entrada	
<b>(5) Sistema Adutor</b>	
Largura (m)	12,85
Altura (m)	6,44
<b>(6) Casa de Força</b>	
Tipo	Abrigada
Largura Total [m]	56,00
Número de Unidades Geradoras	2
Turbinas Hidráulicas	
Tipo	Kaplan Eixo Vertical (tipo Umbrela)
Número de Turbinas	2
Vazão máximo por unidade (m <sup>3</sup> /s)	138
Potência Nominal Unitária [MW]	33,16
Rotação Síncrona [rpm]	180,00

## 1.4 POSICIONAMENTO DAS COMPORTAS

As comportas são indicadas como: Comporta 1, Comporta 2 e Comporta 3. O critério para identificar cada comporta segue a convenção da visada montante-jusante<sup>1</sup> (rio abaixo), da margem direita para a margem esquerda:

- Comporta 1: direita hidráulica
- Comporta 2: central
- Comporta 3: esquerda hidráulica

<sup>1</sup> Conforme aplicado nos ensaios do modelo reduzido. RP06-990-2009. UHE Caçu Modelo Reduzido Tridimensional. Estudo de Manobra de Comporta.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-5 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo



**Figura 1. Ilustração do posicionamento das comportas para a UHE Caçu.**

## 1.5 TOPOLOGIA DE EMPREENDIMENTO NA BACIA

Situada na porção sul do Estado de Goiás, a bacia do Rio Claro faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraná (Bacia 6). Com uma área de drenagem total equivalente a 12.100 km<sup>2</sup>, no eixo do barramento da UHE Caçu, a usina encontra-se localizada na sub-bacia do Rio Paranaíba, 105 km distante da foz do rio Claro, no município de Caçu, GO.

Com cerca de 450 km de extensão, o rio Claro nasce na Serra do Caiapó percorrendo o Estado de Goiás por, aproximadamente, 390 km até desaguar na margem direita do rio Paranaíba, entre os municípios de Caçu e São Simão, GO. A declividade média do rio Claro é da ordem de 1,1 m/km, sendo observado, ao longo de seu curso, diversas ilhas, corredeiras, saltos e cachoeiras.

A montante da UHE Caçu encontra-se a PCH Jataí, a aproximadamente 137 km no Rio Claro, e a PCH Irara, a aproximadamente 69 km no Rio Doce. As efluências dessas duas PCHs são responsáveis por 56% das afluições na UHE Caçu. A jusante da UHE Caçu encontra-se a UHE Barra dos Coqueiros, também pertencente à Kinross, a cerca de 30 km. A 103 km de distância, encontra-se ainda a UHE Foz do Rio Claro.

A Figura 2 apresenta o diagrama unifilar da bacia do Rio Paranaíba, identificando os principais aproveitamentos hidráulicos em operação e a rede telemétrica de estações hidrométricas.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-1 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

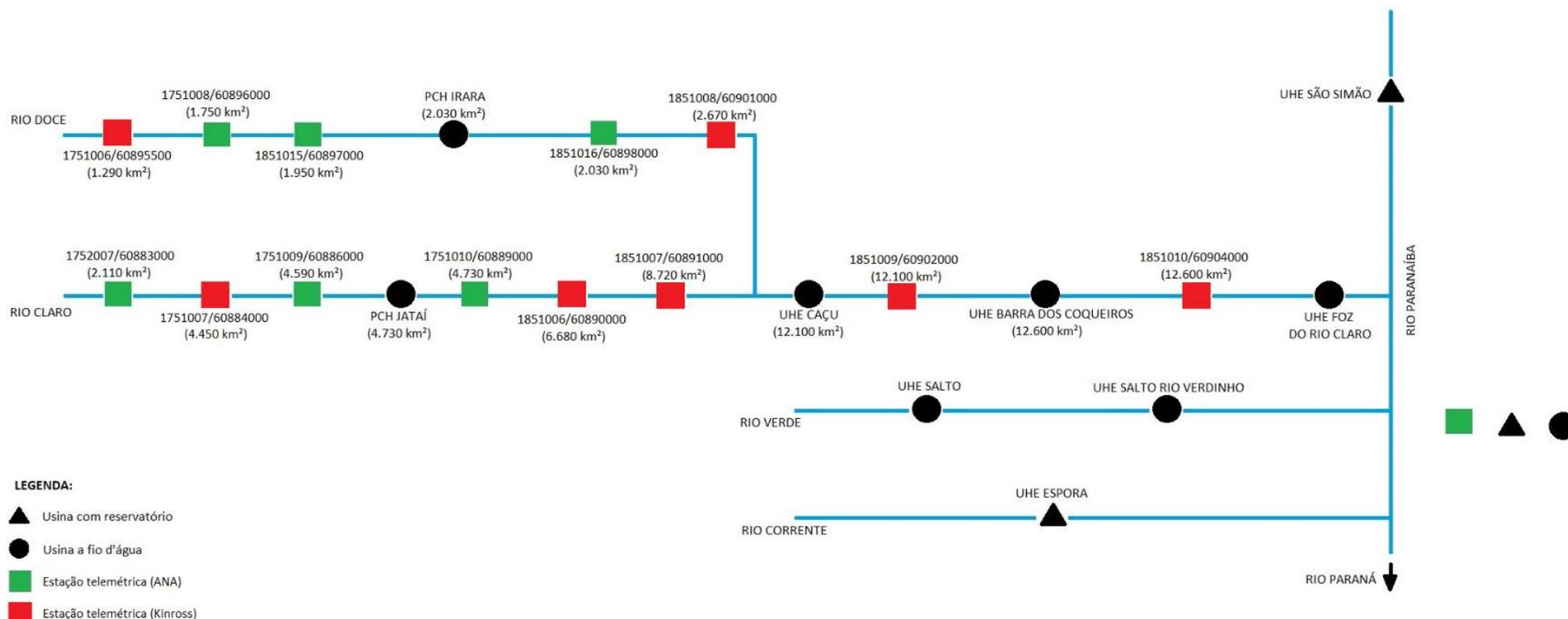


Figura 2. Diagrama unifilar da bacia do Rio Parnaíba

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-1 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 2 ORGANOGRAMA OPERACIONAL

A cadeia de comando para operação da UHE Caçu é dividida em dois grupos e pode ser visualizada na Figura 3. O primeiro é representado pela Kinross e envolve ações de gerência de operação e geração. O segundo, que responde à Kinross, envolve a operação da usina com equipe pertencente à RIP Kaefer. O elo final da cadeia de comando é o Operador Nacional do Setor Elétrico (ONS), que possui uma relação bilateral com a usina, sendo reportada sobre manobras realizadas e ditando a operação e geração da usina de acordo com a necessidade de despacho de energia do Sistema Interligado Nacional (SIN).

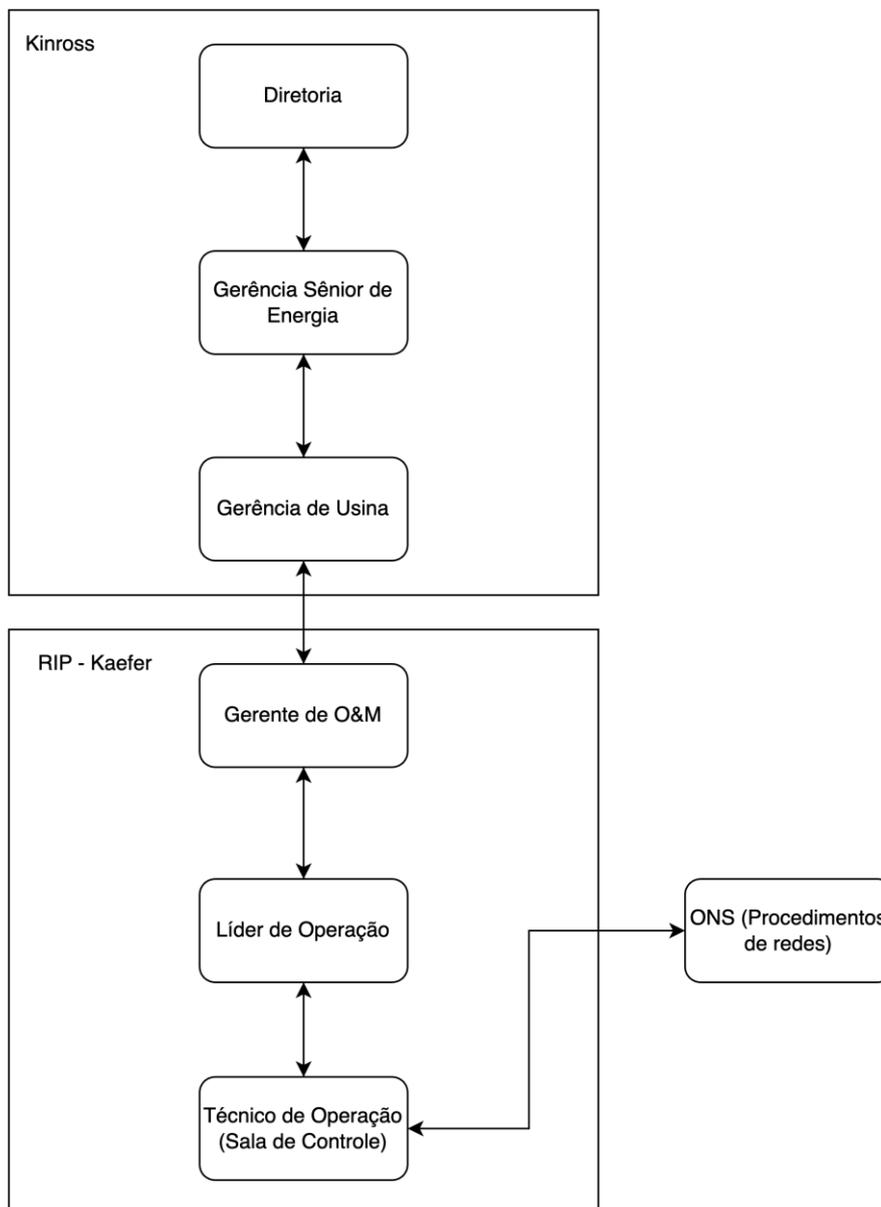


Figura 3. Organograma de operação.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-2 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

A Cadeia de Comando e descrição de responsabilidades para as operações hidráulicas do reservatório da UHE Caçu estão detalhadas para cada situação operativa do reservatório no documento 600-MOPH-CC-CAC-001 do Volume III.

### 3 REGRAS DE OPERAÇÃO

As condições operativas são classificadas a partir da interpretação do diagrama de operação para cada tipo de operação, sendo CHEIA 0, CHEIA 1, CHEIA 2, CHEIA 3 e RISCO ESTRUTURAL.

O período com maior frequência de operação das comportadas é de NOVEMBRO até ABRIL, caracterizado pelo período úmido/chuvoso. Entre MAIO até OUTUBRO ocorre a estação seca, com baixa das vazões afluentes.

Os próximos itens descrevem as diretrizes gerais dos tipos de operação, as quais estão detalhadas nos documentos de ação denominados Instruções Operativas.

**O NAR de referência é a cota 477,00 [m-IBGE], devendo variar entre 475,00 [m-IBGE] até 477,00 [m-IBGE].**

#### 3.1 RESUMO HIDROLÓGICO

As regras de operação levam em consideração informações do comporta hidrológico da Bacia do Rio Claro, bem como o diagrama de operação do reservatório é elaborado com valores chave advindo dos estudos hidrológicos.

**Tabela 1. Referencial hidrológico.**

Referência	Valor [m³/s]
<b>Vazão média – Período seco (MAI-OUT)</b>	125
<b>Vazão média – Período úmido (NOV-ABR)</b>	278
<b>Vazão TR 100 anos</b>	1.586 ± 118
<b>Vazão TR 10.000 anos (50%)</b>	2.450 ± 448
<b>Vazão máxima afluente observada – Período de operação</b>	1.125

Período seco de maio até outubro apresenta os menores valores diários e mensais, sendo o período indicado para a programação das manutenções nos sistemas eletromecânicos.

No eixo da UHE Caçu a resposta hidrológica apresenta comportamento sazonal bem definido com uma estação seca e uma estação chuvosa (Figura 4).

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-3 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

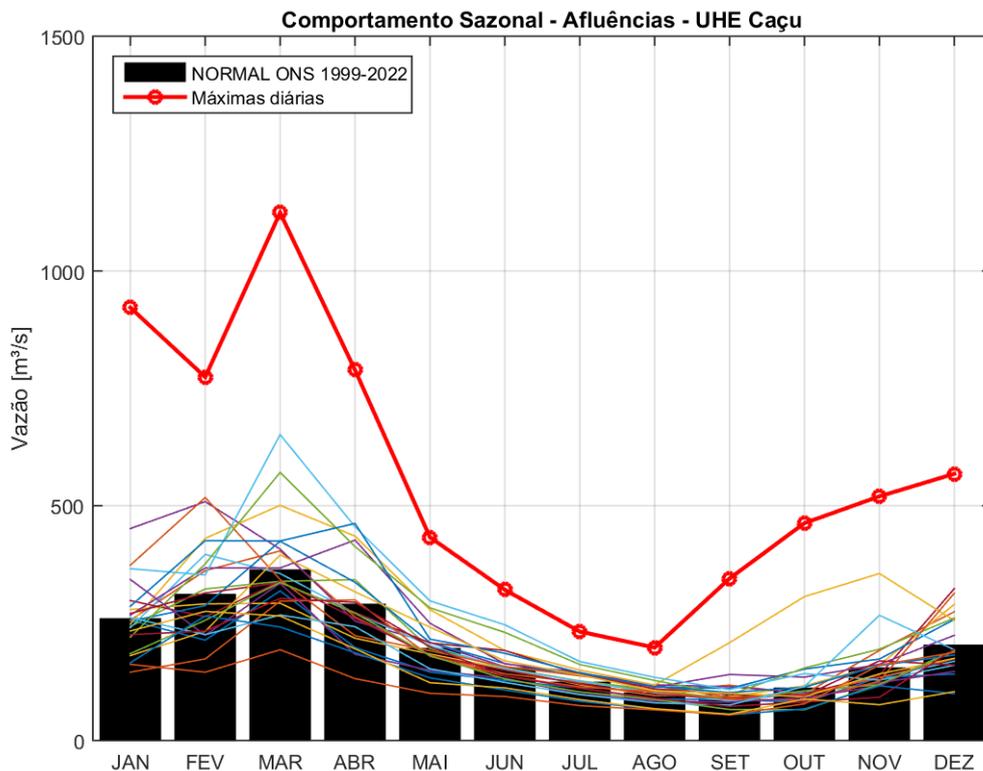


Figura 4. Resposta sazonal do rio Claro no eixo da UHE Caçu.

### 3.2 OPERAÇÃO CHEIA 0/NORMAL

A operação CHEIA 0/NORMAL caracteriza-se pela disponibilidade das três comportas e ocorrência de vazões afluentes iguais ou inferiores a 1.250 m<sup>3</sup>/s. O NAR deve ser igual ou inferior a cota 477,00 [m-IBGE].

As manutenções programadas do sistema de comportas e outros elementos eletromecânicos deverão ser realizadas preferencialmente no período seco do ano hidrológico. Nesse período é aceitável a indisponibilidade de 1 ou 2 comportas operadas assimetricamente.

Deve-se avaliar a variação do nível de água no reservatório nas últimas seis horas e a vazão média a ser turbinada nas próximas seis horas.

Para o estado hidráulico normal do reservatório, é tolerada uma sobre-elevação de até 5 cm acima da cota 477,00 [m-IBGE] num período no máximo 12 horas referente à periodicidade das atividades de planejamento e validação da operação.

A operação deve ser planejada e avaliada com uso de dados hidrológicos observados a montante do eixo e por uso de sistema tecnológico de previsão de vazões com horizonte de até 4 dias.

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-4 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

### 3.3 OPERAÇÃO CHEIA 1

Entre as cotas 477,01 [m-IBGE] e 477,20 [m-IBGE], o estado hidráulico do reservatório entra em CHEIA 1, devem ser manobradas as comportas para que o reservatório volte para a cota igual ou inferior a de referência. As três comportas devem estar disponíveis.

Vazões afluentes ao reservatório entre 1.250 m<sup>3</sup>/s até 2.000 m<sup>3</sup>/s determinam o estado hidráulico de CHEIA 1 do reservatório.

Se a variação do NAR das últimas 6 horas for superior a 0,20 m no estado CHEIA 0/NORMAL do reservatório, a situação hidráulica do reservatório passa para estado de CHEIA 1. Tal situação demanda abertura incremental das comportas para restabelecimento do nível de referência do reservatório.

Então, o estado hidráulico de CHEIA 1 do reservatório pode ser determinado por análise do NAR, ou Vazão Afluente ou Taxa de Subida do NAR, podendo ocorrer de forma combinada.

### 3.4 OPERAÇÃO CHEIA 2

Entre as cotas 477,21 [m-IBGE] e 477,50 [m-IBGE], o estado hidráulico do reservatório entra em CHEIA 2, devem ser manobradas as comportas para que o reservatório volte para a cota igual ou inferior a de referência. As três comportas devem estar disponíveis.

Vazões afluentes ao reservatório entre 2.000 m<sup>3</sup>/s até 2.750 m<sup>3</sup>/s determinam o estado hidráulico de CHEIA 2 do reservatório.

Se a variação do NAR das últimas 6 horas for superior a 0,20 m no estado de CHEIA 1 do reservatório, a situação hidráulica do reservatório passa para estado de CHEIA 2. Tal situação demanda abertura incremental das comportas para restabelecimento do nível de referência do reservatório.

Então, o estado hidráulico de CHEIA 2 do reservatório pode ser determinado por análise do NAR, ou Vazão Afluente ou Taxa de Subida do NAR, podendo ocorrer de forma combinada.

### 3.5 OPERAÇÃO CHEIA 3

Para vazões afluentes superiores a 2.750 m<sup>3</sup>/s e cota inferior a 477,50 [m-IBGE], o estado hidráulico do reservatório entra em CHEIA 3, devem ser manobradas as comportas para abertura total (TA). As três comportas devem estar disponíveis.

### 3.6 OPERAÇÃO EM RISCO ESTRUTURAL

Para cotas iguais ou superiores a 477,50 [m-IBGE], o estado hidráulico do reservatório entra em situação de RISCO ESTRUTURAL, devem ser manobradas as comportas para que o reservatório volte para a cota igual ou inferior a de referência. Tal condição pode ser determinada por afluência superiores à capacidade de descarga do vertedouro ou por inoperabilidade do sistema de comportas.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	4-5 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

Se a variação do NAR das últimas 6 horas for superior a 0,20 m no estado de CHEIA 2 ou CHEIA 3 do reservatório, a situação hidráulica do reservatório passa para estado de RISCO ESTRUTURAL. Tal situação demanda abertura incremental das comportas para restabelecimento do nível de referência do reservatório.

Nesta situação o Comitê de Crise é acionado para avaliar a operacionalizar o PAE.

#### **4 DIAGRAMA DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO**

O Diagrama de Operação do reservatório auxilia visualmente o operador a identificar o estado hidráulico do reservatório, bem como planejar a pré-operação e garantir a manutenção do estado hidráulico sempre no estado CHEIA 0/NORMAL.

Existem os estados hidráulicos de CHEIA 0/NORMAL, CHEIA 1, CHEIA 2, CHEIA 3 e RISCO ESTRUTURAL. O estado RISCO ESTRUTURAL indica que o NAR está acima do Maximorum e o barramento perdeu a condição de borda livre determinando carregamentos sobre das condições de projeto. O estado hidráulico do reservatório é uma sinalização de que se deve reestabelecer a condição CHEIA 0/NORMAL do reservatório.

O Diagrama de Operação do reservatório deverá estar incorporado por procedimentos de controle e registros da operação e na pré-operação hidráulica e de geração.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	5-6 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

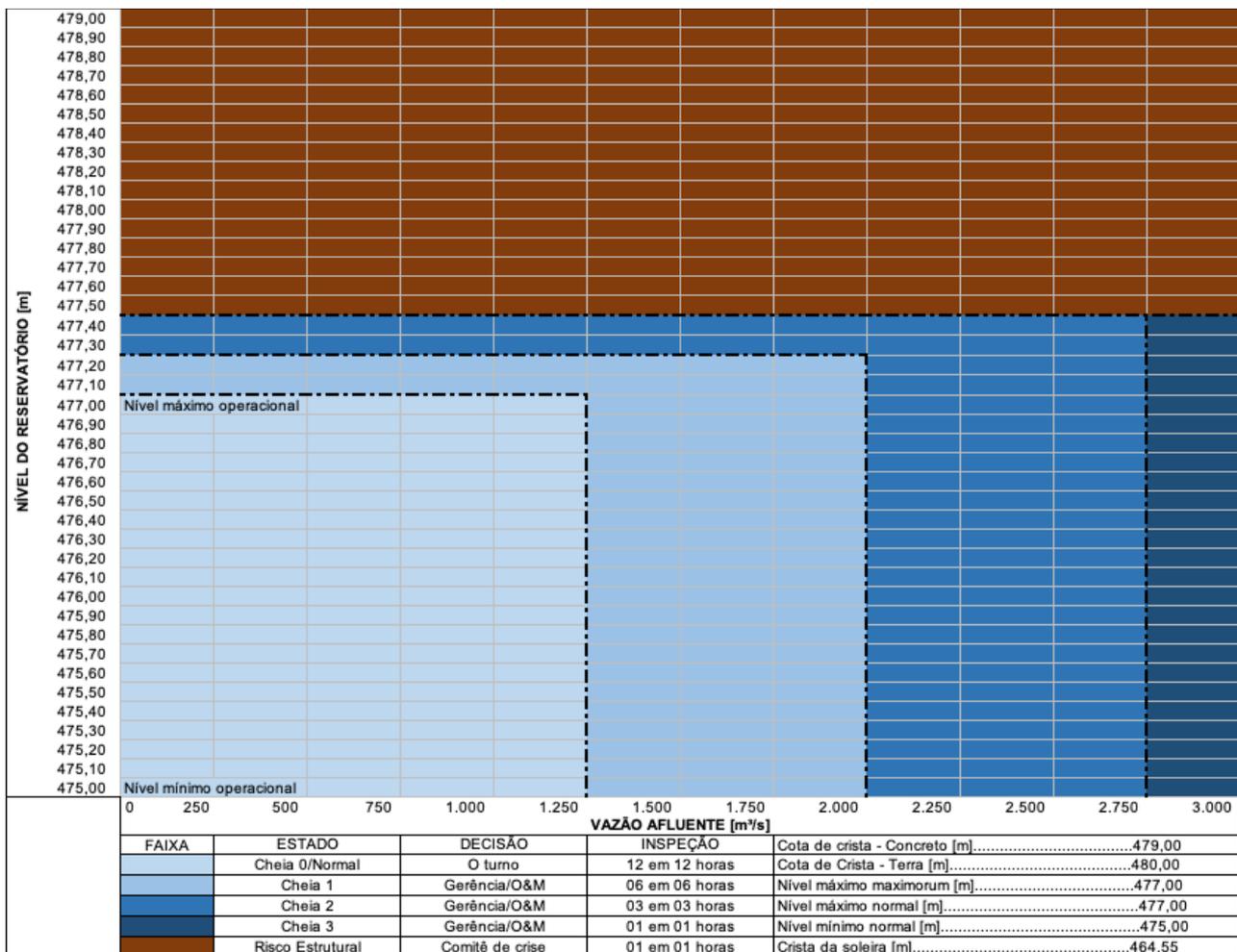


Figura 5. Diagrama de operação do reservatório.

## 5 LEIS DE ABERTURA DE COMPORTAS

Em modelo reduzido foram ensaiadas 24 manobras de operação, em que se analisou a ocorrência de correntes de circulação por operações assimétricas e seu impacto às estruturas<sup>2</sup>. Assim, as operações foram classificadas em “Permitida”, “Restritiva” e “Proibitiva”.

No Volume II do Manual estão as tabelas com as leis de manobra para as aberturas das comportas em condição de operacionalidade total e em condição de operacionalidade parcial e assimétricas.

<sup>2</sup> Relatório final dos ensaios em Modelo Reduzido Tridimensional da UHE Caçu. Documento RF-990-2009-R0.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	7-7 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 6 REGRAS DE OPERAÇÃO

Com base na conceitualização dos dados do empreendimento, hidrologia, tipos de regras, diagrama de operação e detalhamento de operações assimétricas, as Regras de Operação são tratadas no Volume II do MOR da UHE Caçu.

## 7 MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO E PREVISÃO

Existe uma rede de estações telemétricas que registram dados de chuva, vazão e nível em tempo real e de forma automática. Esses dados são registrados a cada 30 min ou 1 hora, dependendo da estação, e estão disponíveis na plataforma SIG<sup>2</sup>A módulo SPEHC para monitoramento Tempo real e Previsão.

A Tabela 2 está o resumo das estações de monitoramento da bacia do Rio Claro até o eixo da UHE Barra dos Coqueiros. As estações marcadas com preenchimento de cor na tabela são operadas e de propriedade da Kinross.

**Tabela 2. Estações de monitoramento.**

Código	Nome	Tipo da Estação	Tipo de Monitoramento	Latitude	Longitude
60901800	UHE Caçu Barramento	Telemétrica	Nível	18° 31' 50" S	51° 08' 52" O
1851009 / 60902000	UHE Caçu Jusante	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	18° 32' 3.12" S	51° 08' 42" O
1851007 / 60891000	UHE Caçu Montante	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	18° 20' 17.16" S	51° 15' 36" O
1851006 / 60890000	UHE Caçu Navislândia	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	18° 05' 11.04" S	51° 55' 05.88" O
1851008 / 60901000	UHE Caçu Rio Doce	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	18° 18' 09" S	51° 08' 58.92" O
1751006 / 60895500	UHE Barra dos Coqueiros Rio Doce	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	17° 52' 01" S	51° 22' 51" O
1551007 / 60884000	UHE Barro dos Coqueiros Foz do Ribeirão Paraíso	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	17° 49' 11" S	51° 49' 24" O
1851016 / 60898000	PCH Irara Jusante	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	18° 04' 21" S	51° 10' 16" O
1851015 / 60897000	PCH Irara Montante	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	18° 01' 00" S	51° 12' 07" O
1751008 / 60896000	PCH Irara Fazenda Água Mansa	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	17° 58' 38" S	51° 12' 18" O
1751010 / 60889000	PCH Jataí Jusante	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	17° 57' 21" S	51° 43' 09" O
1751009 / 60886000	PCH Jataí Montante 1	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	17° 53' 33" S	51° 44' 59" O
1752007 / 60883000	PCH Jataí Montante 2	Telemétrica	Pluviométrico / Fluviométrico	17° 39' 03" S	52° 00' 27" O

**Nota:** Estações destacadas em cinza pertencem à rede de monitoramento da Kinross.

As estações telemétricas indicadas devem ser usadas nos procedimentos de operação e balanço hídrico do reservatório da UHE Caçu. Os dados das estações telemétricas permitem o cálculo das afluições ao

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	7-8 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

reservatório da UHE Caçu com até 24 horas de antecedência. Na Figura 6 está detalhado o esquema unifilar das estações telemétricas da Kinross com os respectivos tempos de percurso (tempo de viagem) da água para as estações localizadas no rio Claro.

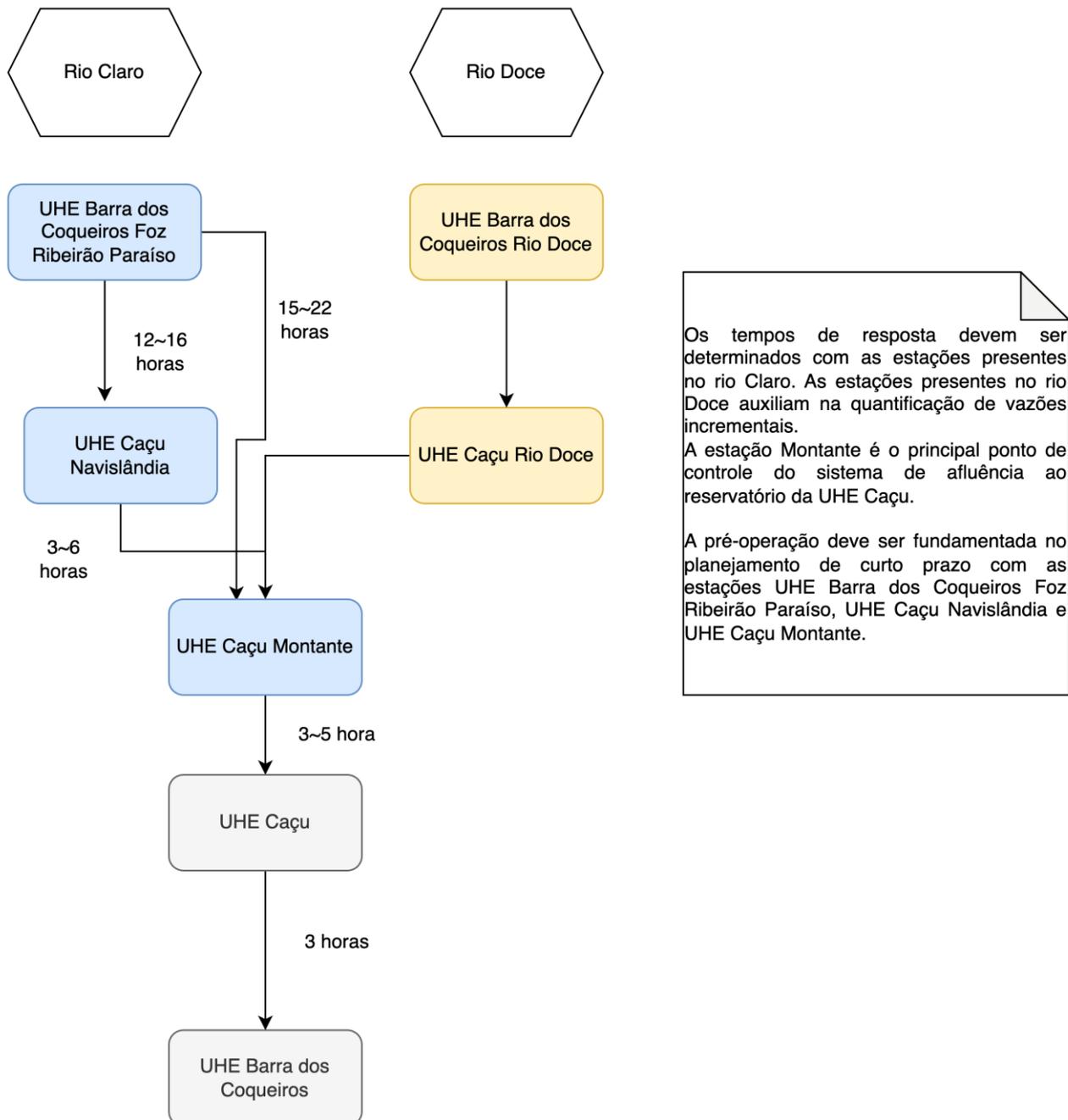


Figura 6. Esquema das estações telemétricas da Kinross.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	7-9 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 7.1 Plataforma de monitoramento e previsão hidrológica – SIG<sup>2</sup>A-SPEHC

O empreendimento da UHE Caçu conta com sistema web de monitoramento e previsão hidroclimatológica SIG<sup>2</sup>A-SPEHC de aflúências para uso na programação da operação. O sistema sintetiza dados ocorridos a nível de bacia e calcula previsões hidrológicas de aflúência para fins de pré-operação e planejamento da operação dos reservatórios da UHE Caçu e da UHE Barra dos Coqueiros.

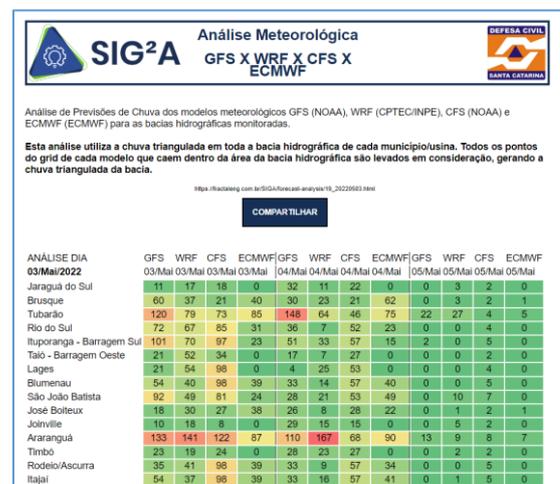
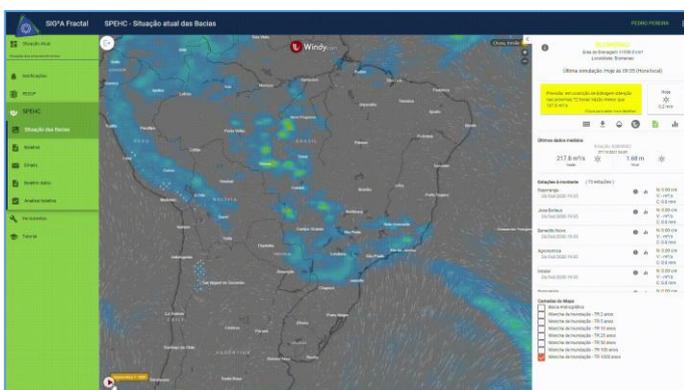
Boletins são diariamente emitidos com dados de aflúência com as vazões médias diárias. A plataforma integra e disponibiliza o acesso dos dados observados e da previsão.

## 7.2 Previsão de Chuva

Assimilação de previsão meteorológica:

- GFS da National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA para previsões de 15 dias.

Aquecimento dos dados por radares meteorológicos locais disponíveis na bacia e/ou satélite Global Precipitation Measurement – GPM da NASA. Exemplos de recursos e interfaces:



## 7.3 Previsão de Vazão em Modelagem Chuva-Vazão de Base Física

Previsão de vazão gerada a partir da previsão de chuva, em modelagem hidrológica de base física.

O modelo considera os parâmetros hidrológicos de cada bacia, tais como tempo de concentração, tempo de reposta do escoamento de base, condutividade hidráulica saturada, profundidade do solo, capacidade de infiltração mínima do solo, ponto de murcha permanente e relação de resposta entre o hidrograma e o hietograma, entre outros.

A modelagem varia entre formulações hidrológicas concentradas, distribuídas ou semi-distribuídas a depender destes parâmetros, em especial o tamanho da área de contribuição em km<sup>2</sup>.

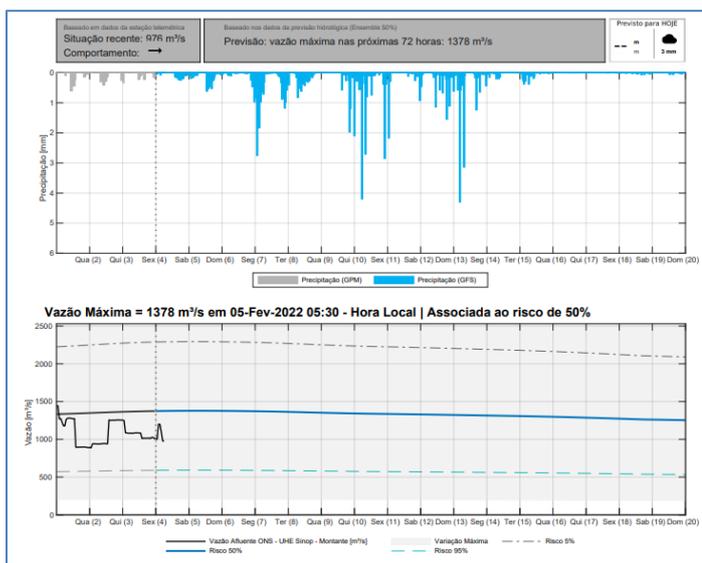
CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	<b>KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO</b>	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	7-10 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

A seguir apresentamos exemplos de interfaces em tela e nos boletins fornecidos diariamente.

 Boletim Diário de Afluências SPEHC - Sistema de Previsão de Eventos Hidrológicos Críticos		
<b>BOLETIM DIÁRIO DE AFLUÊNCIAS</b>		
SPEHC - 3.16.9		Sexta-Feira, 04 de Fevereiro de 2022
Boléim: 271		Página: 1 de 1
Rodada com CFS - Última assimilação: 03-Fev-2022 <b>SITUAÇÃO DA VAZÃO AFLUENTE (ONS) - nome cliente</b> 23314 m³/s - 04/Fev/2022 06:00		
<b>AFLUÊNCIAS PREVISTAS PARA nome cliente</b>		
04/02/2022 - SEXTA	22595 m³/s	
05/02/2022 - SÁBADO	22731 m³/s	
<b>DADOS DE PREVISÃO DE AFLUÊNCIA</b>		
	<b>Vazão Afluente [m³/s]</b>	
	<b>Média Diária</b>	<b>24h</b>
04/Fev - SEXTA	22595	22611
05/Fev - SÁBADO	22731	22891
06/Fev - DOMINGO	23198	23538
07/Fev - SEGUNDA	23895	24297
08/Fev - TERÇA	24996	25584
09/Fev - QUARTA	26108	26374
10/Fev - QUINTA	26421	26337
11/Fev - SEXTA	26245	26101
12/Fev - SÁBADO	25877	25853
13/Fev - DOMINGO	25938	26200
14/Fev - SEGUNDA	26266	26447
15/Fev - TERÇA	26492	26946
16/Fev - QUARTA	27105	27373
17/Fev - QUINTA	27443	27457
18/Fev - SEXTA	27371	27338
19/Fev - SÁBADO	27255	27286
20/Fev - DOMINGO	27123	26965



## 7.4 Monitoramento e Notificações Hidrológicas

Assimilação das estações hidro meteorológicas constantes da resolução conjunta ANA/ANEEL nº127/2022 e de estações customizadas sob demanda, conforme a necessidade do cliente, computando dados de chuva, nível e vazão.

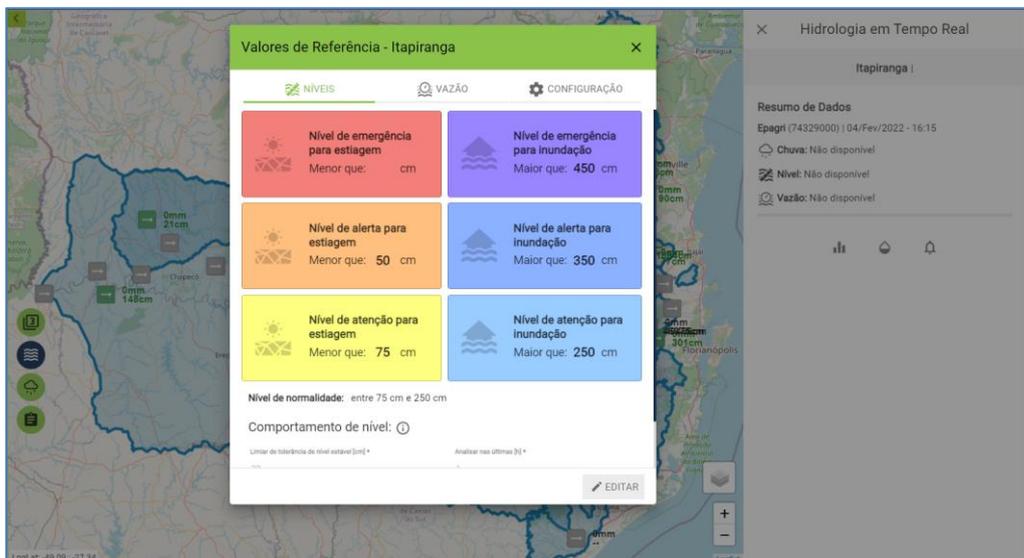
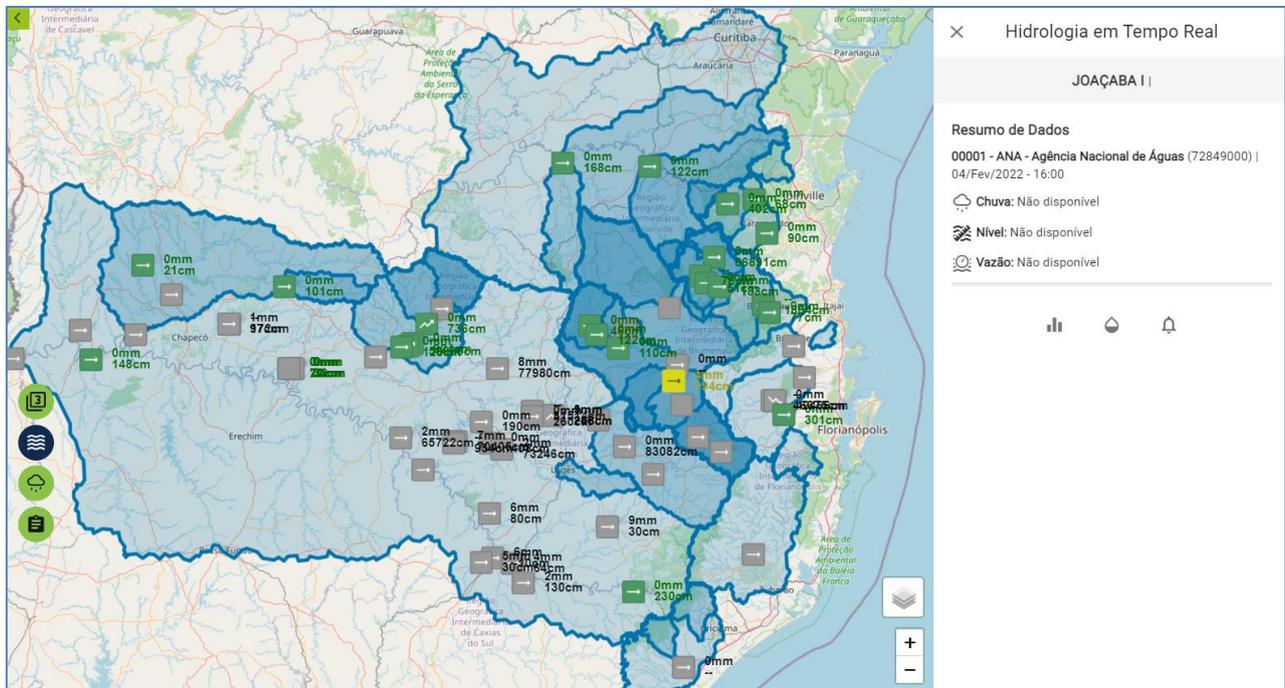
Os dados são apresentados em plataforma e permite a parametrização de níveis de atenção, alerta e emergência para estiagem e inundação, com configuração de diferentes alertas.

Permite a visualização da última leitura em mapa no sistema, bem com a série histórica da estação sob consulta. Os dados das estações ainda são utilizados em funcionalidades de previsão para verificação e calibração dos modelos.

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	<b>KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO</b>	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	7-11 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	8-12 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo



O monitoramento das estações ainda está conectado ao software notificador do SIG<sup>2</sup>A.

Trata-se de automação que permite a configuração de alertas automáticos para determinadas leituras identificadas nas estações hidro meteorológicas. Requer a funcionalidade “Monitoramento de Vazão”.

É possível configurar envios automáticos de mensagens via Telegram e E-mail para diferentes e customizáveis níveis de leituras das diversas variáveis. Por exemplo, se a chuva observada na estação 777777 na última hora for maior que YY milímetros, enviar uma mensagem pelo Telegram a cada XX minutos.

Deste modo, a ferramenta de notificações compõe o acervo de previsões, disponibilizando leituras em tempo real para tomada de decisões operativas de curto prazo.

## 8 BALANÇO HÍDRICO DO RESERVATÓRIO

O método do Balanço Hídrico é utilizado para a reconstituição das vazões afluentes aos reservatórios das usinas hidrelétricas. Com o controle de registros e apuração dos dados da operação, após a o cálculo da vazão afluente os dados são transmitidos para o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

O Procedimento Específico para Registros da Operação do reservatório da UHE Caçu está descrito no documento 600-MOPH-PE-CAC-001.

Em termos de cálculo, realiza-se um balanço de massa em que se considera o que sai do sistema (reservatório ou usina) é igual ao que entra. Abaixo são apresentados os cálculos necessários.

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	8-13 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

$$Q_{afluente} = \frac{\Delta_{reservatório}}{\Delta t} + Q_{defluente} + Q_{transposição} \quad (1)$$

$$\Delta_{reservatório} = V_{NA}^{t1} + V_{NA}^{t0} \quad (2)$$

$$Q_{defluente} = Q_{turbinado} + Q_{vertido} + Q_{ecológico} + Q_{transposição} \quad (3)$$

em que:

$Q_{afluente}$  é a vazão afluente ao reservatório [m<sup>3</sup>/s];

$Q_{defluente}$  é a vazão defluente total do reservatório [m<sup>3</sup>/s];

$Q_{transposição}$  é a vazão de transposição para o reservatório (entrada) ou do reservatório (saída) [m<sup>3</sup>/s];

$Q_{turbinado}$  é a vazão das unidades geradoras [m<sup>3</sup>/s];

$Q_{vertido}$  é a vazão do vertedouro ou comportas [m<sup>3</sup>/s];

$Q_{ecológico}$  é a vazão para fins ambientais [m<sup>3</sup>/s];

$\Delta_{reservatório}$  é a variação de volume do reservatório no intervalo de tempo considerado [m<sup>3</sup>];

$V_{NA}^{t1}$  é o volume do reservatório no instante t1 [m<sup>3</sup>];

$V_{NA}^{t0}$  é o volume do reservatório no instante t0 anterior ao instante t1 [m<sup>3</sup>];

$\Delta t$  é o intervalo de tempo adotado definido entre os instantes t0 e t1.

Ressalta-se que, na Equação 1, o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) adotado deve ser compatível com a unidade de tempo das vazões consideradas.

A equação de balanço de deverá estar programada em planilha ou em sistema especialista. O balanço hídrico do reservatório deverá ser registrado hora a hora e feito para na etapa de programação da operação com uso dos dados da previsão de afluência.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME I</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	11-14 de 21
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 9 CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Coleta	Indexação	Acesso	Arquivo	Armazenagem	Tempo	Disposição

## 10 CONTROLE DE REVISÃO

Revisão	Item	Histórico da revisão	Data

## 11 APROVAÇÃO

Nome  
Setor

Nome  
Setor

Nome  
Setor

Nome  
Setor

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-1 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 1 REGISTRO DE OPERAÇÃO

Independentemente do estado hidráulico do reservatório, os registros da operação, conforme Procedimento Específico para controle e registros de operação<sup>1</sup>, devem ser executados a cada 1 hora.

<b>Situação CHEIA 0/NORMAL</b>	<b>Periodicidade</b>
Registro da operação	1 hora
Planejamento e validação de operação	12-24 horas
Consulta à rede telemétrica	12 horas
Consulta à previsão hidrológica	Diário
<b>Situação CHEIA 1</b>	<b>Periodicidade</b>
Registro da operação	1 hora
Planejamento e validação de operação	6 horas
Consulta à rede telemétrica	6 horas
Consulta à previsão hidrológica	Diário
<b>Situação CHEIA 2</b>	<b>Periodicidade</b>
Registro da operação	1 hora
Planejamento e validação de operação	3 horas
Consulta à rede telemétrica	3 horas
Consulta à previsão hidrológica	12 horas
<b>Situação CHEIA 3</b>	<b>Periodicidade</b>
Registro da operação	1 hora
Planejamento e validação de operação	1 hora
Consulta à rede telemétrica	1 hora
Consulta à previsão hidrológica	6 horas
<b>Situação RISCO ESTRUTURAL</b>	<b>Periodicidade</b>
Registro da operação	1 hora
Planejamento e validação de operação	1 hora
Consulta à rede telemétrica	1 hora
Consulta à previsão hidrológica	6 horas

<sup>1</sup> 600-MOPH-PE-CAC-001

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-2 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

As regras de operação e controle hidráulico do reservatório devem ser executadas e seguidas hora a hora conforme procedimento do ONS<sup>2</sup>. A validação e programação da operação devem ser feitas conforme periodicidade indicada para cada nível de segurança do reservatório (CHEIA 0/NORMAL, CHEIA 1, CHEIA 2, CHEIA 3 e RISCO ESTRUTURAL). O Diagrama de Operação é a entidade visual para reconhecimento do estado hidráulico do reservatório e reconhecimento das regras de operação aplicáveis.

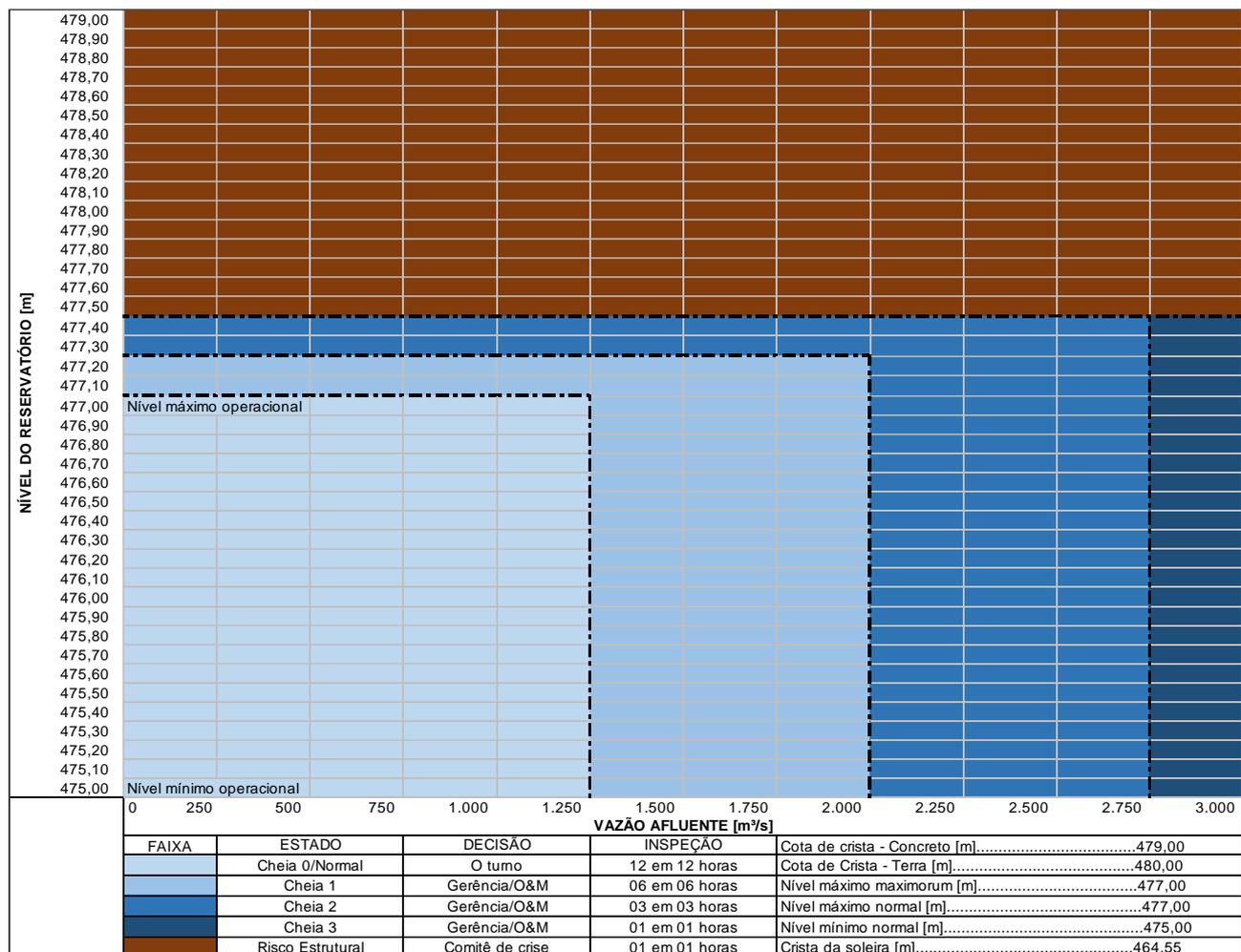


Figura 1. Diagrama de operação

<sup>2</sup> Manual de Procedimentos da Operação. Rotina Operacional. Apuração dos Dados Hidrológicos e Hidráulicos. RO-AO.BR.02. Revisão 06. Item 4.3.2

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-3 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 2.1 PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO

O planejamento da operação é a programação da operação e deve ser feito para as próximas 24 horas ou até 4 dias de horizonte. Porém, períodos com horizontes maiores podem ser aplicados conforme necessidade definida pela equipe de operação.

Indica-se para a programação da operação:

- Considerar o NAR atual no momento do procedimento de planejamento;
- Calcular o balanço hídrico do reservatório para as próximas X horas;
- Definir o estado hidráulico do reservatório para as próximas X horas;
- Calcular o balanço hídrico do reservatório e avaliar cenários de defluência e geração, usando previsão hidrológica para as próximas 24 horas até 4 dias de antecedência;
- Manter controle hora a hora com o lançamento dos registros de operação e validar e/ou alterar planejamento da operação anterior;
- O valor de referência do NAR é a cota 477,00 [m-IBGE], variando idealmente entre 476,80 [m-IBGE] até 477,00 [m-IBGE];
- No momento de uma primeira abertura do vertedouro, inspecionar região de jusante dos canais de fuga e restituição e gerar registro.

Pontos importantes para uma operação segura:

- **É proibido o cenário hipotético de indisponibilidade de 3 comportas. A usina deve garantir meios para que seja realizada a abertura das comportas;**
- **Num cenário de 2 comportas indisponíveis no período hidrológico úmido o PAE deverá ser acionado e o comitê de crise formado.**
- **Num cenário de 3 comportas indisponíveis, o PAE deverá ser acionado e o comitê de crise formado;**
- Em caso de sobrelevação não esperada do reservatório, a vazão máxima incremental, entre os passos de manobra, deve somar ao vertimento até 150 m<sup>3</sup>/s.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-4 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 2.2 INSTRUÇÕES COMPLEMENTARES

Para os estados hidráulicos CHEIA 0/NORMAL, CHEIA 1, CHEIA 2, CHEIA 3 e RISCO ESTRUTURAL, deve-se considerar as instruções de operação:

- **Instrução Provisória de Operação nº 001 – IP 01 – CAC-BCO – Abertura do vertedouro após Trip de Unidade Geradora;**
- **Instrução Provisória de Operação nº 002 – IP 02 – CAC-BCO – Primeira abertura do vertedouro.**

Os documentos das instruções estão vinculados ao presente Volume II no ANEXO.

## 2.3 PROCEDIMENTOS COMPLEMENTARES

Aplica-se, em caso de problemas de acionamento do sistema de comportas, o procedimento de operacional de abertura das comportas:

- **Procedimento Operacional SSMA-PRO-044-ANO1 – Operar Motobombas Diesel de Emergência para Abertura das Comportas dos Vertedouro.**

O documento do procedimento está vinculado ao presente Volume II no ANEXO.

Aplica-se como procedimento complementar ao manual o documento:

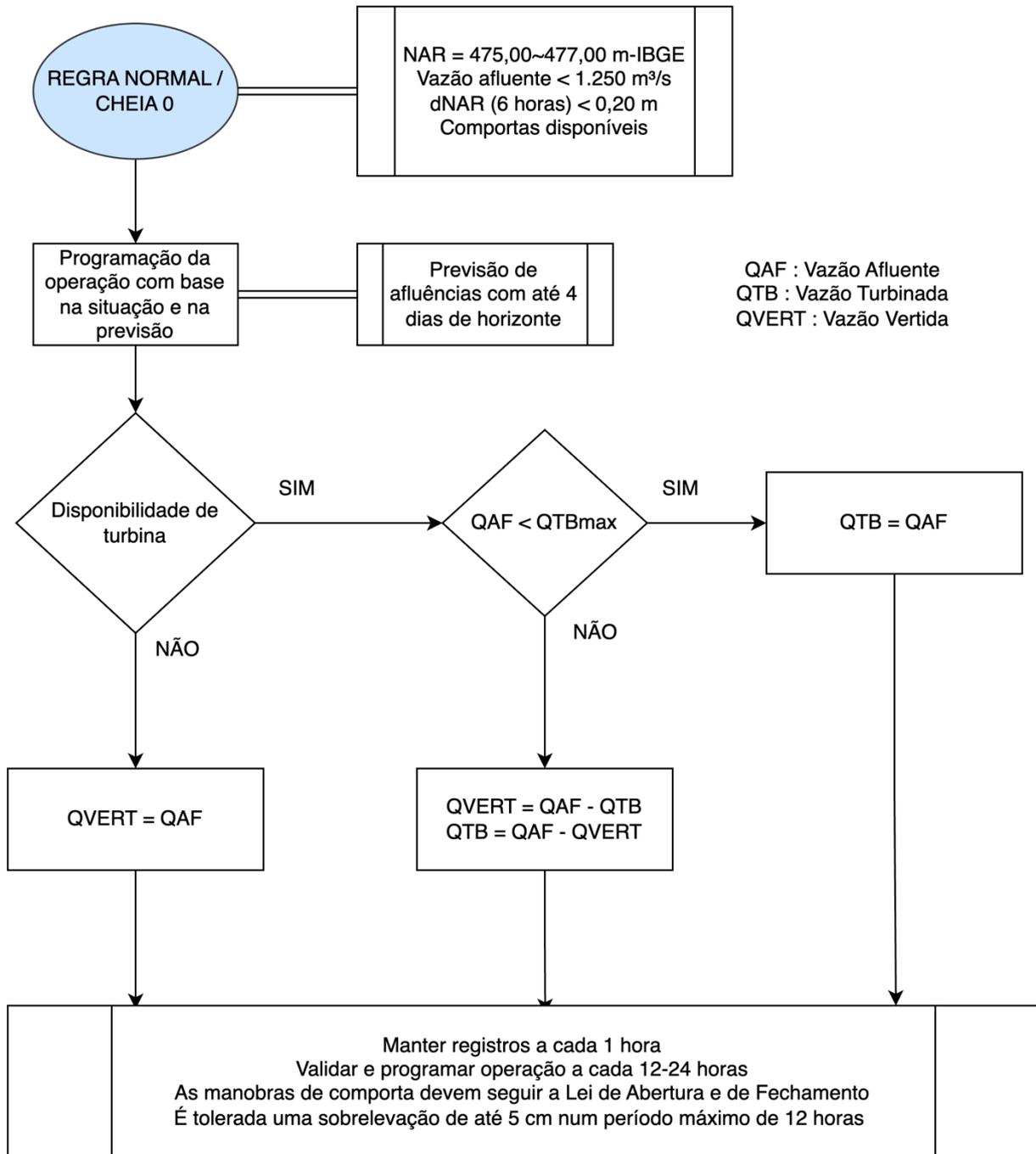
- **Procedimento Operacional do Reservatório da UHE Caçu CAC-IO-001.**

Esse documento, feito pela RIP, é uma síntese do manual de operação. Desta forma, as informações do Manual de Operação Hidráulica deverão estar compatibilizadas com o procedimento CAC-IO-001.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-5 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

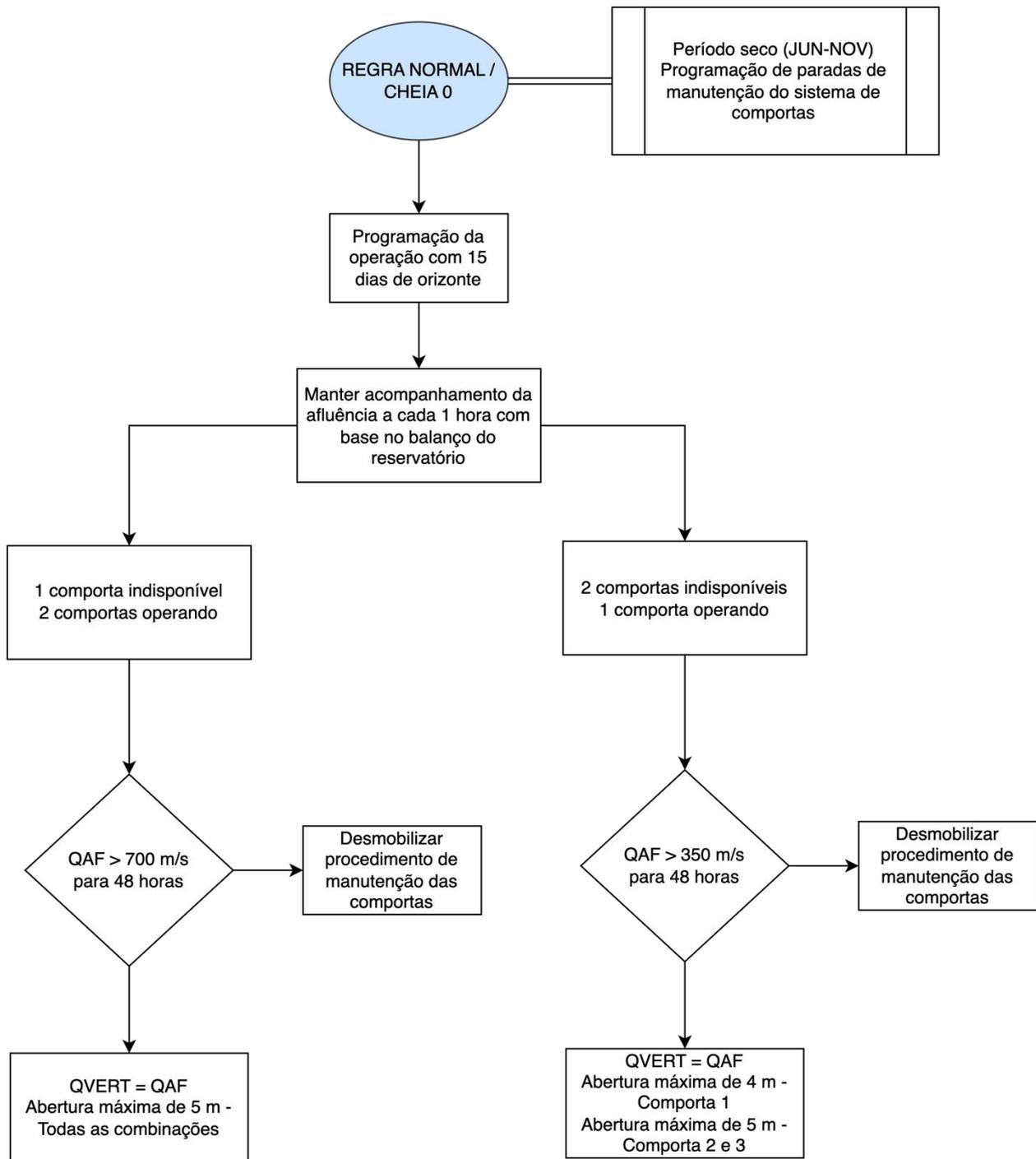
### 3 OPERAÇÃO NORMAL

#### 3.1 CHEIA 0 – ROTINEIRA



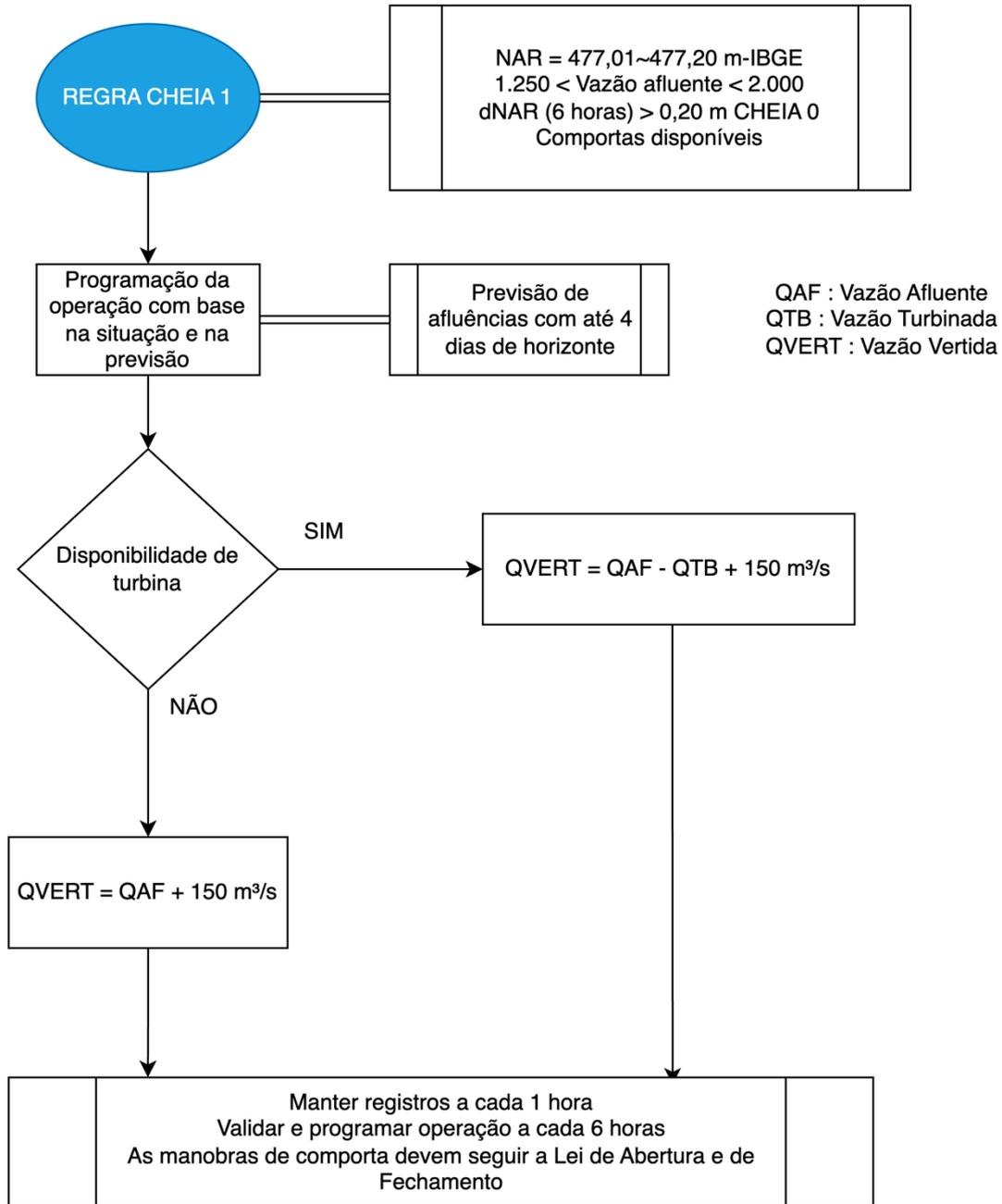
	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-6 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

### 3.2 MANUTENÇÃO PROGRAMADA DE COMPORTAS



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	4-7 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

#### 4 OPERAÇÃO EM CHEIA 1

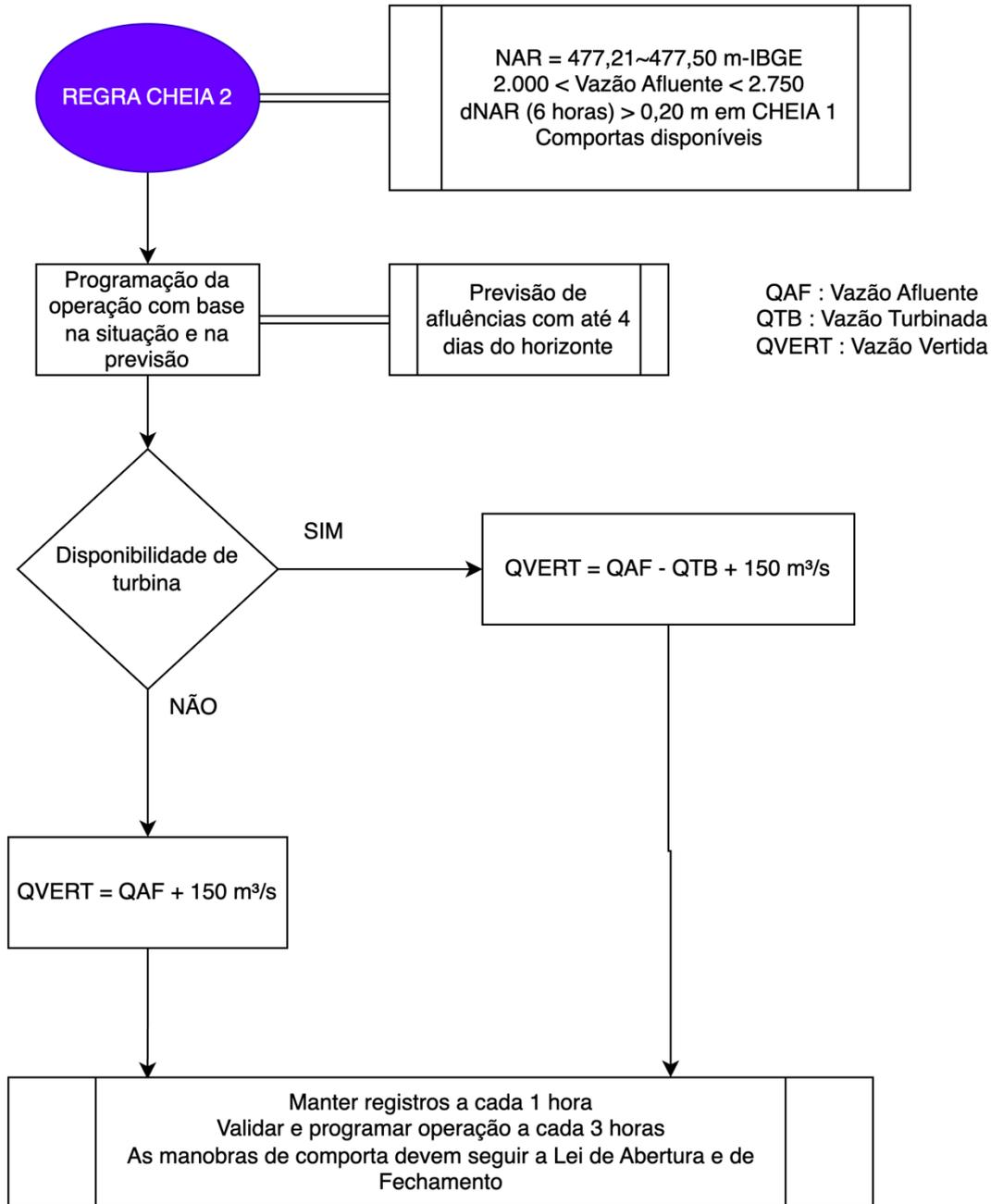


CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

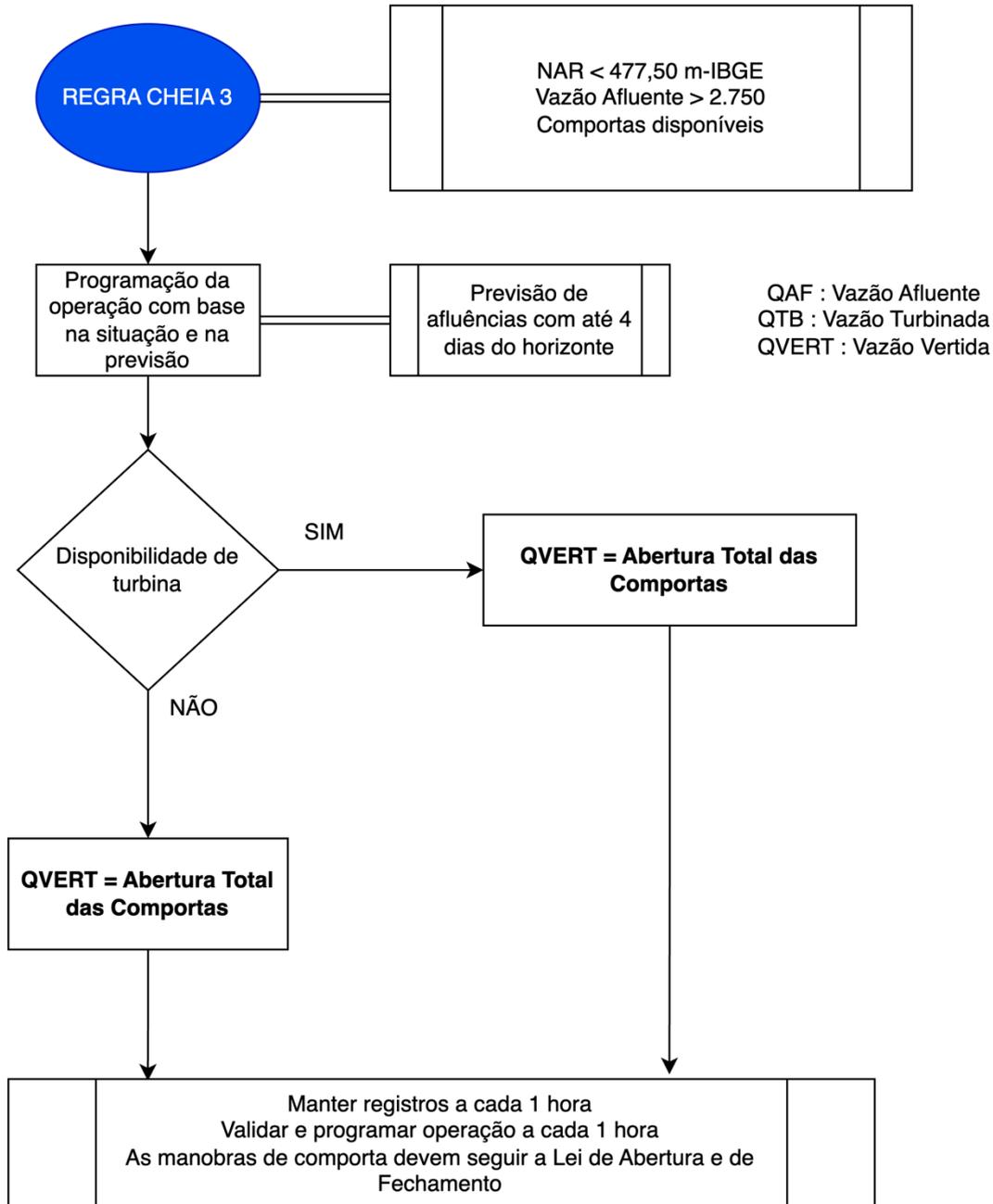
	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	5-8 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 5 OPERAÇÃO EM CHEIA 2



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	6-9 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

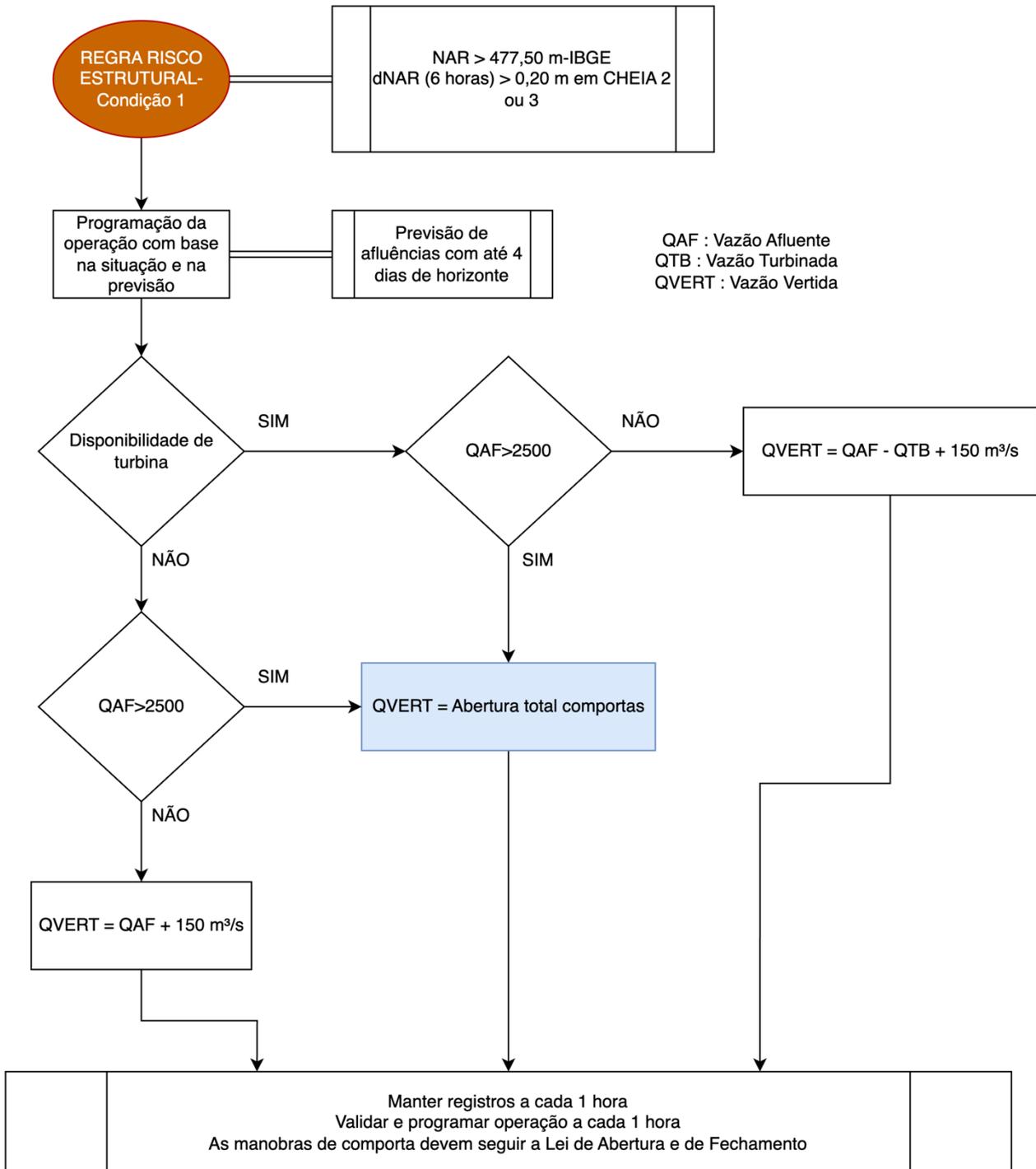
## 6 OPERAÇÃO EM CHEIA 3



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	7-10 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 7 OPERAÇÃO EM RISCO ESTRUTURAL

### 7.1 CONDIÇÃO 1

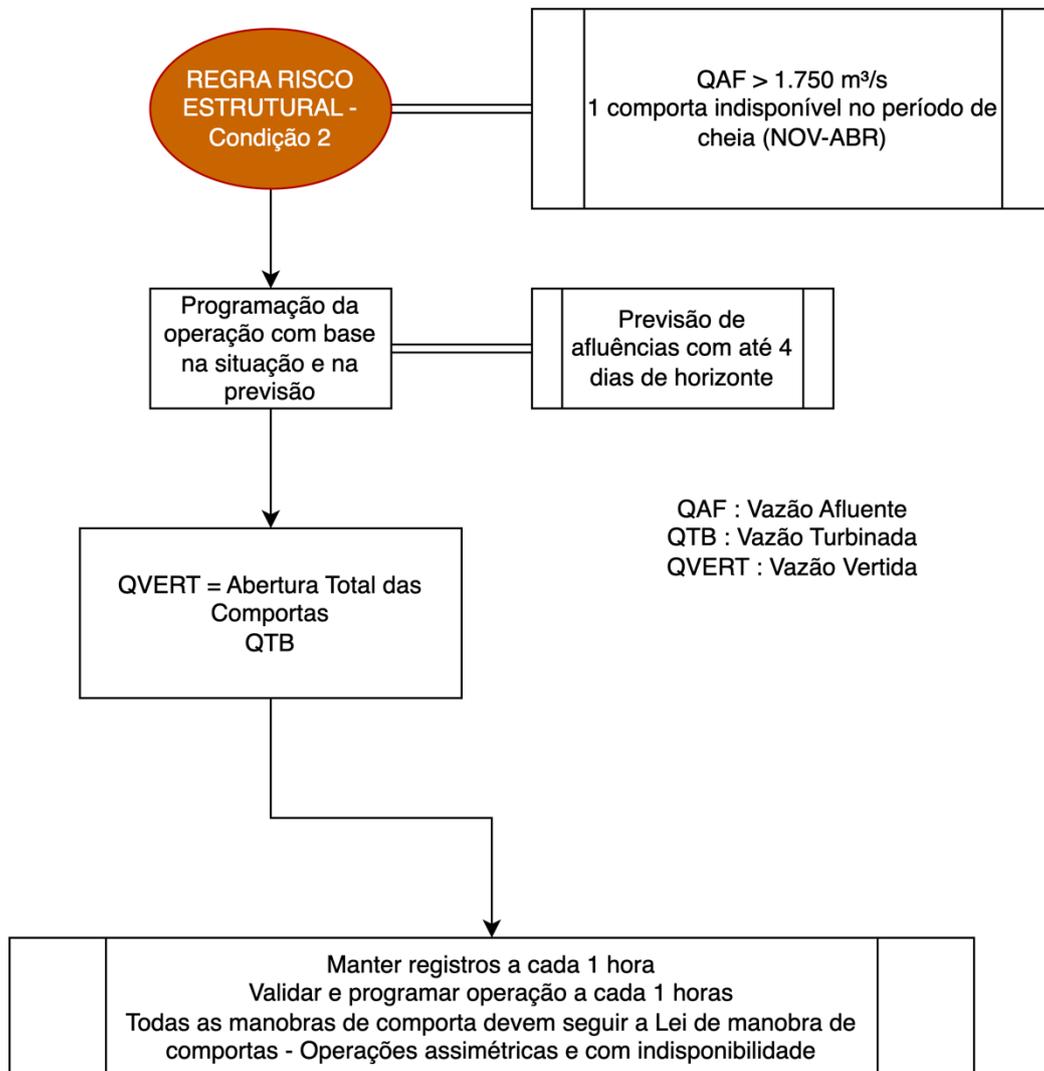


CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	7-11 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 7.2 CONDIÇÃO 2



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	8-12 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 8 LEIS DE MANOBRAS DAS COMPORTAS

Tabela 1. Passos de abertura e incremento de vazão.

Passo	Abertura [m]			Vazão [m³/s]	Δ [m³/s]	Δ [%]
	Comporta 1	Comporta 2	Comporta 3			
1	-	0,10	-	17	17	100%
2	0,10	0,10	-	33	17	50%
3	0,10	0,10	0,10	50	17	33%
4	0,10	0,25	0,10	72	22	30%
5	0,25	0,25	0,25	115	44	38%
6	0,25	0,50	0,25	137	22	16%
7	0,50	0,50	0,50	181	44	24%
8	0,50	0,75	0,50	211	31	14%
9	0,75	0,75	0,75	273	61	22%
10	0,75	1,00	0,75	304	31	10%
11	1,00	1,00	1,00	366	63	17%
12	1,00	1,50	1,00	397	30	8%
13	1,50	1,50	1,50	457	61	13%
14	1,50	2,00	1,50	487	29	6%
15	2,00	2,00	2,00	546	59	11%
16	2,00	2,50	2,00	591	45	8%
17	2,50	2,50	2,50	681	90	13%
18	2,50	3,00	2,50	725	44	6%
19	3,00	3,00	3,00	813	88	11%
20	3,00	3,50	3,00	845	32	4%
21	3,50	3,50	3,50	909	64	7%
22	3,50	4,00	3,50	945	36	4%
23	4,00	4,00	4,00	1.016	71	7%
24	4,00	5,00	4,00	1.110	94	8%
25	5,00	5,00	5,00	1.299	189	15%
26	5,00	6,00	5,00	1.389	91	7%
27	6,00	6,00	6,00	1.570	181	12%
28	6,00	7,00	6,00	1.649	79	5%
29	7,00	7,00	7,00	1.806	157	9%
30	7,00	8,00	7,00	1.867	60	3%
31	8,00	8,00	8,00	1.987	120	6%
32	8,00	TA	8,00	2.208	221	10%
33	TA	TA	TA	2.650	442	17%

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	8-13 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

**Tabela 2. Lei de Abertura das Comportas – Operação Simétrica – Operacionalidade total**

Passo	Abertura incremental [m]		
	Comporta 1	Comporta 2	Comporta 3
0	-	-	-
1	-	0,10	-
2	0,10	-	-
3	-	-	0,10
4	-	0,15	-
5	0,15	-	0,15
6	-	0,25	-
7	0,25	-	0,25
8	-	0,25	-
9	0,25	-	0,25
10	-	0,25	-
11	0,25	-	0,25
12	-	0,50	-
13	0,50	-	0,50
14	-	0,50	-
15	0,50	-	0,50
16	-	0,50	-
17	0,50	-	0,50
18	-	0,50	-
19	0,50	-	0,50
20	-	0,50	-
21	0,50	-	0,50
22	-	0,50	-
23	0,50	-	0,50
24	-	1,00	-
25	1,00	-	1,00
26	-	1,00	-
27	1,00	-	1,00
28	-	1,00	-
29	1,00	-	1,00
30	-	1,00	-
31	1,00	-	1,00
32	-	TA	-
33	TA	-	TA

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	8-14 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

**Tabela 3. Lei de Fechamento das Comportas – Operação Simétrica – Operacionalidade total.**

Passo	Fechamento incremental [m]		
	Comporta 1	Comporta 2	Comporta 3
33	-	-	-
32	8,00	-	8,00
31	-	8,00	-
30	1,00	-	1,00
29	-	1,00	-
28	1,00	-	1,00
27	-	1,00	-
26	1,00	-	1,00
25	-	1,00	-
24	1,00	-	1,00
23	-	1,00	-
22	0,50	-	0,50
21	-	0,50	-
20	0,50	-	0,50
19	-	0,50	-
18	0,50	-	0,50
17	-	0,50	-
16	0,50	-	0,50
15	-	0,50	-
14	0,50	-	0,50
13	-	0,50	-
12	0,50	-	0,50
11	-	0,50	-
10	0,25	-	0,25
9	-	0,25	-
8	0,25	-	0,25
7	-	0,25	-
6	0,25	-	0,25
5	-	0,25	-
4	0,15	-	0,15
3	-	0,15	-
2	-	-	0,10
1	0,10	-	-
0	-	0,10	-

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	8-15 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

Tabela 4. Lei de manobra de comportas – Operações assimétricas e com indisponibilidade

CENÁRIO	ABERTURA [m]			OPERAÇÃO
	COMPORTA 1	COMPORTA 2	COMPORTA 3	
1	2	F	F	Restritiva
2	F	2	F	Permitida
3	F	F	2	Permitida
4	2	2	F	Permitida
5	2	F	2	Permitida
6	F	2	2	Permitida
7	3	F	F	Restritiva
8	F	3	F	Permitida
9	F	F	3	Permitida
10	3	3	F	Permitida
11	3	F	3	Permitida
12	F	3	3	Permitida
13	4	F	F	Restritiva
14	F	4	F	Permitida
15	F	F	4	Permitida
16	4	4	F	Restritiva
17	4	F	4	Permitida
18	F	4	4	Permitida
19	5	F	F	Proibitiva
20	F	5	F	Permitida
21	F	F	5	Permitida
22	5	5	F	Restritiva
23	5	F	5	Permitida
24	F	5	5	Permitida

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME II</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	12-16 de 16
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 9 ANEXO

Quadro 1. Documentação de apoio do manual de operação.

Código	Documento	Emissor/Responsável
IP 01 – CAC-BCO		Rip
IP 02 – CAC-BCO		Rip
ENER-PO-3703		Kinross

## 10 CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Coleta	Indexação	Acesso	Arquivo	Armazenagem	Tempo	Disposição

## 11 CONTROLE DE REVISÃO

Revisão	Item	Histórico da revisão	Data

## 12 APROVAÇÃO

Nome  
Setor

Nome  
Setor

Nome  
Setor

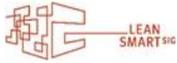
Nome  
Setor

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO



# INSTRUÇÃO PROVISÓRIA DE OPERAÇÃO



## Primeira abertura do vertedouro



Setor: **OPERAÇÃO**

Data: **10/11/2021**

Revisão: **00**

IP: **02**

ELABORADOR	
Nome e cargo	Assinatura e data

APROVADOR	
Nome e cargo	Assinatura e data

NÚMERO DA INSTRUÇÃO: **002**

DATA DO INÍCIO DA INSTRUÇÃO: **10/11/2021**

**Data prevista do término ou condição específica que permite o cancelamento da IP:**

### Nova orientação da Kinross

- Para a primeira abertura do vertedouro, o operador deverá realizar uma inspeção visual à jusante e emitir comunicado no rádio de comunicação.
- Registrar a realização do procedimento no registro de turno.

Nome	Data	Assinatura
Fabiano Lima	10/11/2021	

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 1 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020



<b>ELABORADO</b>	Nome: Uélinton N. Macêdo	Assinatura		
	Cargo: Supervisor de O&M			
<b>APROVADO</b>	Nome: Eduardo Bueno	Assinatura		
	Cargo: Gerente de O&M			
	<b>Assunto:</b>  <b>Partida e Parada</b>  <b>das</b>  <b>Unidades Geradoras</b>			
<b>Tipo do documento</b>  PROCEDIMENTO DE OPERAÇÃO	<b>Número</b>  UCAC-PO-0001	<b>REV.</b>  5	<b>EMISSÃO</b>  06/01/2020	<b>PÁGINA</b>  1/8

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 2 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

### Sumário

1.	Objetivo.....	3
2.	Premissas Básicas .....	3
3.	Procedimento de Parada.....	4
4.	Procedimento de Partida .....	5
5.	Considerações Finais.....	7
6.	Telefones de Contato.....	7
7.	Anexos.....	8
8.	Controle de Revisões.....	9
9.	Lista de Distribuição .....	9

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 3 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

## 1. Objetivo

Este procedimento de operação complementa o documento MANUAL DE OPERAÇÃO DA UHE CAÇU e tem o objetivo de descrever o **procedimento complementar de partida e parada das unidades geradoras** na UHE Caçu.

Com isso este **PROCEDIMENTO OPERACIONAL COMPLEMENTAR**, rege os procedimentos que devem ser adotados por todos os operadores da UHE CAÇU para parada e partida das unidades geradoras.

## 2. Premissas Básicas

- 2.1 Toda equipe de operação, manutenção, meio ambiente e terceiros relacionados ao processo de operação e manutenção da usina, devem ter pleno conhecimento dos procedimentos complementares descritos neste documento, para isso, serão treinadas anualmente. O treinamento deve ser registrado por lista de presença e arquivada conforme normas internas;
- 2.2 Uma cópia deste documento deve ficar disponível na sala de operação da UHE CAÇU;
- 2.3 Em caso de desligamento automático ou partida da unidade geradora, a gestão da usina deve informar imediatamente o representante da KINROSS, ou quem foi delegado por ela;
- 2.4 A equipe local das usinas deverá acionar, a equipe de inspeção ambiental contratada pela KINROSS. A equipe de inspeção ambiental será a responsável por verificar em campo a presença de peixes no canal de restituição da usina e, portanto, autorizar ou não a partida das unidades geradoras;
- 2.5 Não será permitida, a partida das unidades geradoras sem a inspeção ambiental. Caso ocorra a necessidade ou a solicitação de partida em condições que não pode ser feita a vistoria prévia na jusante (no período noturno, por exemplo), deve-se, primeiramente, comunicar ao CNOS-NCO, que devido ao risco da mortandade de peixes, nesse momento não será possível disponibilizar para a operação a unidade geradora, pela falta de possibilidade de inspeção ambiental para verificar a presença de cardumes, ficando a unidade geradora no estado operativo **DCA** (desligado por necessidade do agente) e condição operativa **GAG** (necessidade do agente);

UHE CAÇU	Páginas 3/8
----------	----------------

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 4 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

- 2.6 Somente iniciar o processo de partida de unidade geradora, com autorização da equipe de inspeção ambiental, conforme Check List UHECAC.PO.0001;
- 2.7 Anteriormente à partida da unidade geradora, uma equipe composta por duas pessoas (dentre elas, um biólogo ictiólogo). Essa equipe será responsável por monitorar a presença de peixes no canal de fuga, com o instrumento sonar e inspeções visuais. Constatando-se a ausência de peixes no canal de restituição e sendo autorizado por escrito o retorno da unidade geradora pelo líder da equipe da inspeção ambiental, conforme Check List UHECAC.PO.0001 do Anexo 01, a equipe operacional deverá iniciar a retomada em “giro mecânico” (sem geração de energia/sem carga). Esse giro mecânico servirá para expulsar alguma ictiofauna que ainda venha a estar na tubulação da sucção da unidade geradora;
- 2.8 Caso a operação em tempo real da usina seja questionado pelo CNOS-NCO sobre o retorno da unidade geradora, informar que “devido à necessidade de uma inspeção ambiental no canal de fuga, para mitigar qualquer problema envolvendo peixes, o retorno da unidade geradora não será imediato.

### 3. Procedimento de Parada

#### 3.1 Parada Normal

- 3.1.1 Solicitar autorização ao CNOS-NCO para realizar a parada da unidade geradora;
- 3.1.2 Informar ao COS-STEAG a parada da unidade geradora e seu motivo;
- 3.1.3 Se nesta ocasião, a usina ficar com as duas unidades geradoras paradas, o operador deve realizar o controle hidráulico, conforme instrução IO - 006-2018 - Manobra no Vertedouro - Garantia de Defluência mínima e informar o a vazão vertida ao CNOS-NCO;
- 3.1.4 Iniciar o procedimento de parada da unidade geradora, conforme manual padrão operacional - UCAC-MPO-0003- Operação da Usina;
- 3.1.5 Com a velocidade da unidade geradora em 30% da rotação nominal (54 rpm), realizar o fechamento da comporta vagão de jusante, através do acionamento manual da botoeira de parada de emergência (86H), localizada no painel QPE da respectiva unidade;

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 5 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

3.1.6 Realizar inspeção visual no canal de fuga da usina, e caso seja necessário, acionar a gestão da STEAG.

### 3.2 Parada Emergencial

3.2.1 Verificar o bloqueio que atuou no desligamento automático da unidade geradora e caso não seja o bloqueio **86H**, o operador deve realizar o procedimento do item 4.1.5 desta instrução;

3.2.2 Se nesta ocasião, a usina ficar com as duas unidades geradoras paradas, o operador deve realizar o controle hidráulico, conforme instrução IO - 006-2018 - Manobra no Vertedouro - Garantia de Defluência mínima e informar o a vazão vertida ao CNOS-NCO;

3.2.3 Informar ao CNOS-NCO, COS-STEAG e gestores da STEAG a parada da unidade geradora e seu motivo, e em caso de vertimento, informar a vazão para os mesmos;

3.2.4 Realizar inspeção visual no canal de fuga da usina, e caso seja necessário, acionar a gestão da STEAG.

## 4. Procedimento de Partida

4.1 Partida de uma unidade geradora com a outra em operação;

4.1.1 Solicitar autorização da gestão da STEAG para o sincronismo da unidade geradora;

4.1.2 Acionar a equipe de apoio ambiental, para ser realizado inspeção no canal de fuga;

4.1.3 Verificar as pré-condições de partida da unidade geradora, conforme item 4.1.1. do manual padrão operacional - UCAC-MPO-0003- Operação da Usina;

4.1.4 Caso seja constatando-se a ausência de peixes no canal de fuga e sendo autorizado por escrito o retorno da unidade geradora, conforme Check List UHECAC.PO.0001 do anexo 01, a equipe operacional local, deverá iniciar o processo de retomada em “giro mecânico” (sem geração de energia/sem carga). Esse giro mecânico servirá para expulsar alguma ictiofauna que ainda venha a estar na tubulação da sucção da unidade geradora;

4.1.5 Com a unidade geradora excitada, entrar em contato com CNOS-NCO, e

UHE CAÇU	Páginas 5/8
----------	----------------

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 6 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

solicitar autorização para sincronismo;

4.1.6 Informar o COS STEAG, gestores locais da STEAG e KINROSS, a partida da unidade geradora, conforme procedimento interno.

4.2 Partida de uma unidade geradora com a usina completamente parada;

4.2.1 Realizar o controle hidráulico, conforme instrução IO - 006-2018 - Manobra no Vertedouro - Garantia de Defluência mínima;

4.2.2 Solicitar autorização da gestão da STEAG para o sincronismo da unidade geradora;

4.2.3 Acionar a equipe de apoio ambiental, para ser realizado inspeção no canal de fuga;

4.2.4 Verificar as pré-condições de partida da unidade geradora, conforme item 4.1.1. do manual padrão operacional - UCAC-MPO-0003- Operação da Usina;

4.2.5 Antes de iniciar o processo de partida da unidade geradora, deve-se garantir que ao menos uma comporta do Vertedouro ficou aberta com vazão igual ou superior a 72 m<sup>3</sup>/s por ao menos 1 hora. Isso servirá para como uma tentativa para atrair os peixes para a região do vertedouro.

4.2.6 Caso seja constatando-se a ausência de peixes no canal de fuga pela equipe de inspeção ambiental e sendo autorizado por escrito o retorno da unidade geradora, conforme Check List UHECAC.PO.0001 do anexo 01, a equipe operacional local, deverá iniciar o processo de retomada em “giro mecânico” (sem geração de energia/sem carga). Esse giro mecânico servirá para expulsar alguma ictiofauna que ainda venha a estar na tubulação da sucção da unidade geradora;

4.2.7 Com a unidade geradora excitada, entrar em contato com CNOS-NCO, e solicitar autorização para sincronismo;

4.2.8 Informar o COS STEAG, gestores locais da STEAG e KINROSS, a partida da unidade geradora, conforme procedimento interno.

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 7 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

## 5. Considerações Finais

Este procedimento deve ser mantido na sala de operação da UHE CAÇU e deve ter a ciência de todos os operadores e equipes envolvidas registrada e assinada.

Esse procedimento deve ser mantido no COS STEAG e deve ter a ciência de todos os operadores. A Pós Operação da STEAG deve realizar conferência na plataforma SAMUG, do ONS, para certificar a correta classificação de horas das indisponibilidades devido à impossibilidade de partida.

No período de piracema não deve ser feito a alternância de máquinas para controle de horas.

## 6. Telefones de Contato

Gestor – Steag Eduardo Bueno	Supervisor – Steag Uélinton Macedo	Supervisor – Steag Heriberto	Gestor - AQUABIO Elvis Souza
(21) 9 9840-0499	(64) 9 9973-9737	(66) 9 9716-1165	(64) 9 9927-9092
Gestor – Kinross Ricardo	Gestor – Kinross Andre Martinussi	Meio Ambiente – Kinross Fabio Oliveira	Polícia Ambiental 2ª CPMA
(64) 9 9991-0689	(64) 9 9919-7978	(69) 9 8167-5997	(64) 3622 - 1965

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 8 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

## 7. Anexos

9.1 Anexo 01 - Check List UHECAC.PO.0001.

		<b>Check List - UHECAC.PO.0001</b>	
Procedimento Operacional		Documento Vinculado	UCAC-PO-0001
		Data de Elaboração	25/11/2019
<b>Detalhes da Execução</b>	Liberação para partida de Unidade Geradora _____.		
	Local de Execução	Canal de Fuga da UHE Caçu	
	Data:		
<b>VERIFICAR E REGISTRAR ANTES DO INICIO DAS MANOBRAS DE PARTIDA DE UNIDADE GERADORA</b>			
<b>Item</b>	<b>Leituras</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
01	Estão utilizando o SONAR?		
02	A equipe embarcada está com todos equipamentos e EPI's?		
03	Foi constatada presença de peixes pelo equipamento SONAR?		
04	Na inspeção visual, foi identificada a presença de peixes?		
05	Pode ser realizado o início da partida da unidade geradora?		
Após inspeção ambiental à jusante da UHE Caçu, autorizo a partida da Unidade Geradora _____.			
Data:		Assinatura Responsável (STEAG):	
Data:		Assinatura Responsável (Aquabio):	

Projeto: STEAG ENERGY SERVICES DO BRASIL LTDA.	Nº UCAC-PO-0001	Revisão 05	Página 9 de 9
Assunto: PARTIDA E PARADA DE UNIDADE GERADORA	Equipamento   Sistema UNIDADE GERADORA		Data 06.01.2020

## 8. Controle de Revisões

Rev.	Data	Elaboração		Revisão		Aprovação	
		Depto	Nome	Depto	Nome	Depto	Nome
01	11.10.2018	O&M	Heriberto Souza	O&M	Eduardo Bueno	O&M	Claudio Viana
02	25.11.2019	O&M	Uélinton Macedo	O&M	Eduardo Bueno	O&M	Claudio Viana
03	26.11.2019	O&M	Uélinton Macedo	KINROSS	André Martinussi		
04	28.11.2019	O&M	Uélinton Macedo	O&M	Eduardo Bueno	O&M	Claudio Viana
05	06/01/2020	O&M	Uélinton Macedo	O&M	Eduardo Bueno	O&M	Claudio Viana

## 9. Lista de Distribuição

COS STEAG	UHE CAÇU	UHE BCO	KINROSS	AQUABIO	
-----------	----------	---------	---------	---------	--



	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – VOLUME III</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-1 de 1
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 1 APÊNDICE

Fazem parte do Volume III do Manual de Operação Hidráulica do Reservatório da UHE Caçu os documentos considerados apêndices listados abaixo.

Código	Documento
600-MOPH-CC-CAC-001	Cadeia de Comando
600-MOPH-PE-CAC-001	Procedimento Específico
600-MOPH-CH-CAC-001	Informações Hidráulicas

## 2 CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Coleta	Indexação	Acesso	Arquivo	Armazenagem	Tempo	Disposição

## 3 CONTROLE DE REVISÃO

Revisão	Item	Histórico da revisão	Data

## 4 APROVAÇÃO

Nome  
Setor

Nome  
Setor

Nome  
Setor

Nome  
Setor

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

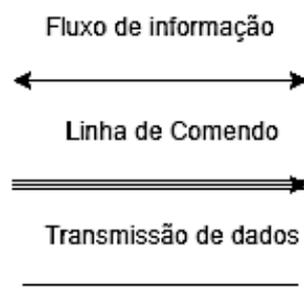


	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-1 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 1 HIERARQUIA DE DECISÃO

Para a definição da responsabilidade sobre as decisões a serem tomadas durante a operação do reservatório devem ser seguidas as diretrizes da Hierarquia de Decisão, indicadas nos fluxogramas a seguir, onde são caracterizados os centros de decisões e as linhas básicas de comunicação para cada situação de operação hidráulica: Cheia 0/Normal, Cheia 1, Cheia 2, Cheia 3 e Risco Estrutural.

Os seguintes sinais são aplicados nas cadeias de comando para cada situação operação.



**Figura 1. Sinais aplicados nas cadeias de comando.**

As caixas vermelhas (preenchidas de cor<sup>1</sup>) indicam o centro da tomada de decisão. As cadeias de comando estão em consonância com o Módulo 5 – Operação do Sistema do ONS, especificamente o Submódulo 5.12 de operações hidráulica do reservatório referente ao Controle dos Reservatórios da Região Hidrográfica do Paraná – Bacia do Rio Paraná até Porto São José<sup>2</sup>.

### 1.1 CHEIA 0/NORMAL

O centro de decisão será de responsabilidade do operador responsável pelo turno conjuntamente com o time de operação.

A comunicação de informação de rotina permeia entre o Operador responsável do Turno de Operação, o Líder de Operação, Gerente de O&M e Gerente da Usina e o ONS.

<sup>1</sup> Orientação sobre preenchimento, caso o fluxograma seja em preto e branco ou analisado por colaborador (a) daltônico (a).

<sup>2</sup> Manual de Procedimentos da Operação – Módulo 5 – Submódulo 5.12 - Controle dos Reservatórios da Região Hidrográfica do Paraná – Bacia do Rio Paraná até Porto São José. IO-OR.PR.PAR. Revisão 50. Item 3.6.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-2 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

CHEIA 0/NORMAL

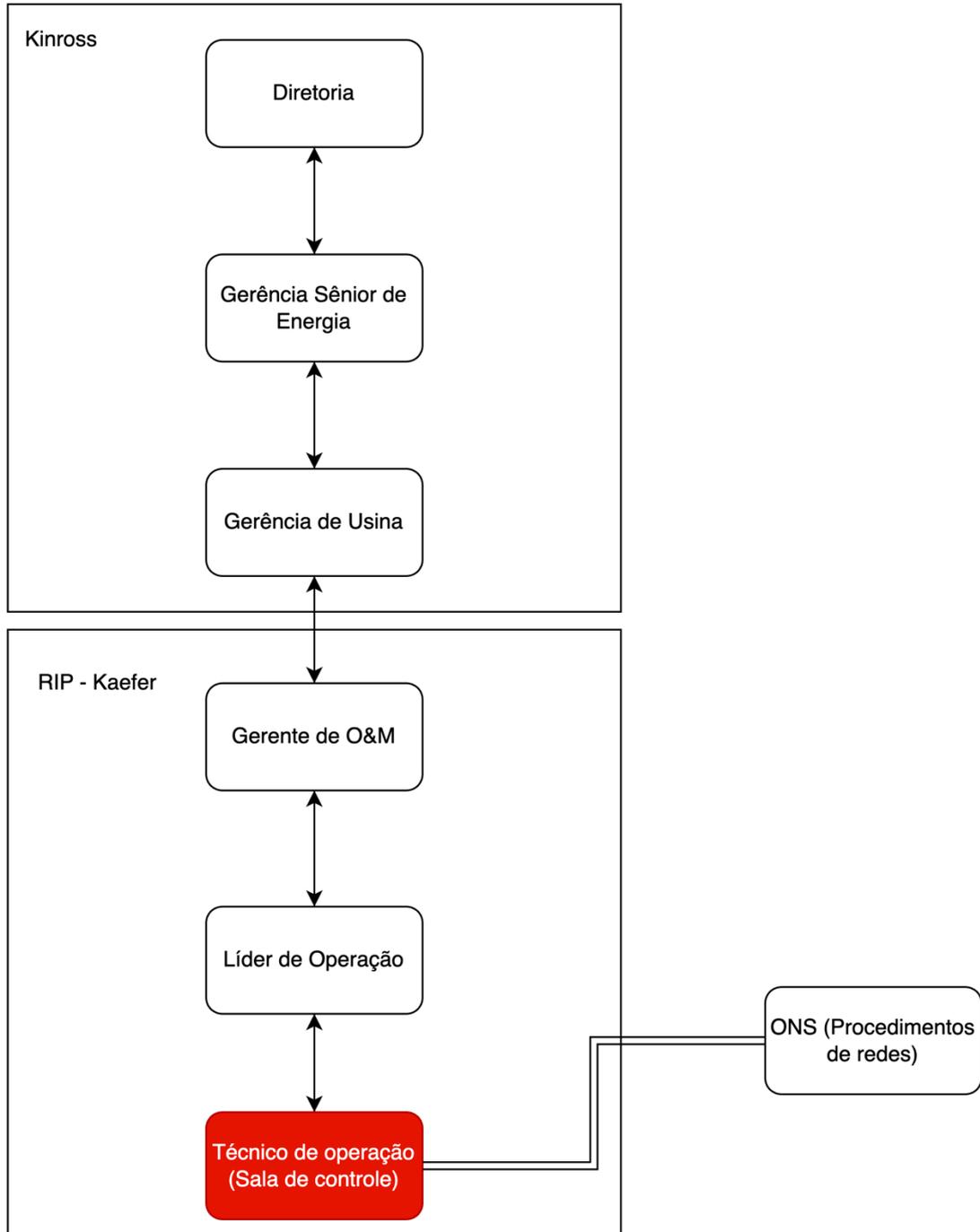


Figura 2. Hierarquia de Decisão para a Situação CHEIA 0/NORMAL.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-3 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 1.2 CHEIA 1, 2 E 3

O centro de decisão será de responsabilidade do Líder de Operação.

A comunicação de informação de rotina permeia entre o Operador responsável do Turno de Operação, o Líder de Operação, Gerente de O&M e Gerente da Usina e o ONS.

CHEIA 1 2 E 3

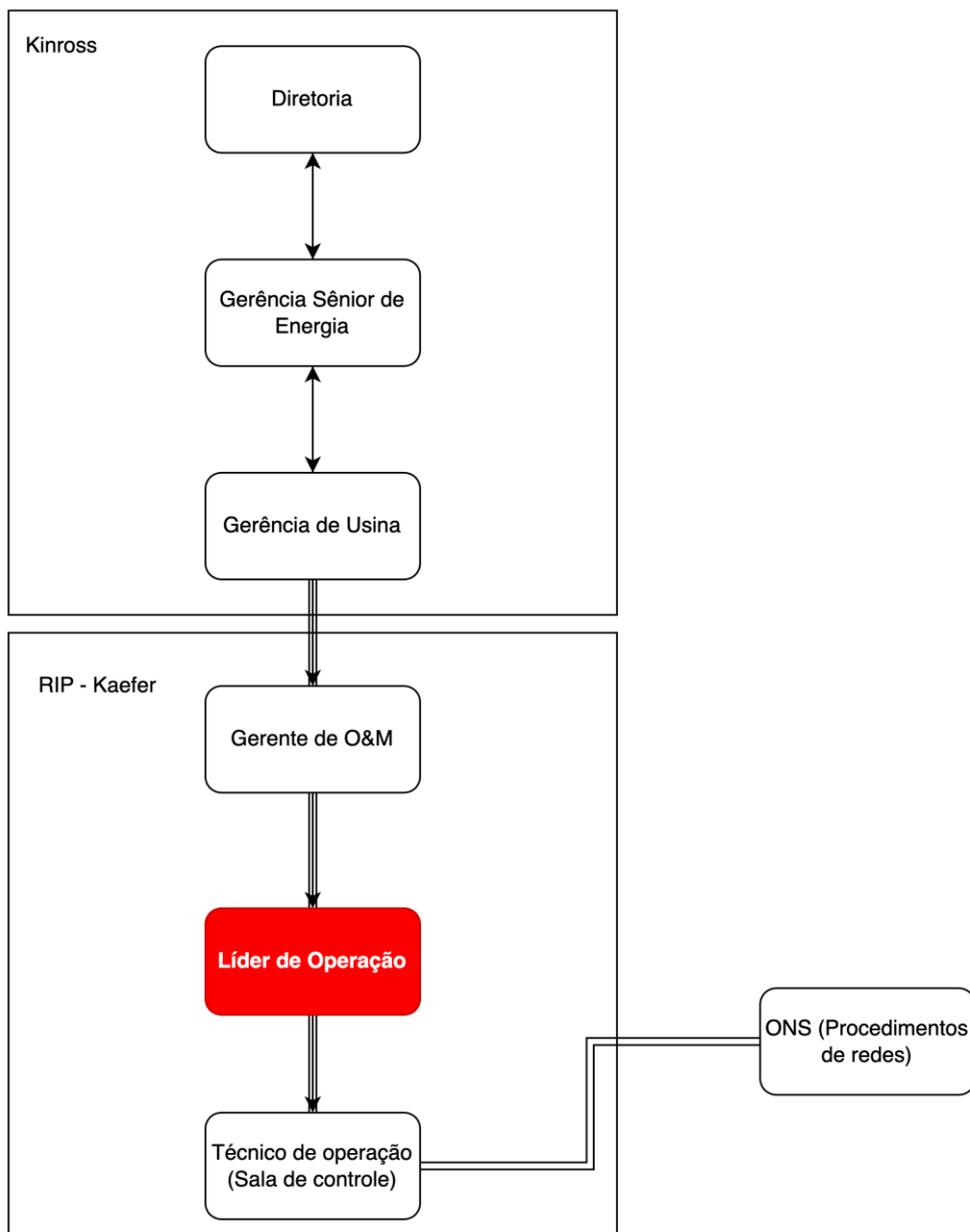


Figura 3. Hierarquia de Decisão para a Situação CHEIA 1, 2 e 3.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-4 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

### 1.3 RISCO ESTRUTURAL

Atingido o estado de RISCO ESTRUTURAL, o coordenador do PAE deve avaliar a necessidade de acionamento do PAE.

O centro de decisão fica identificado junto ao Comitê de Crise, representado pelo Coordenador do PAE. O PAE direciona “o que deve ser feito” e o Manual de Operação Hidráulico do Reservatório direciona “como deve ser feito”.

A troca de informações existe entre a Diretoria, o Comitê de Crise, a Gerência da Usina, a Gerência de O&M, o Líder de Operação, o Operador responsável do Turno de Operação.

O ONS deve ser mantido informado pela equipe de operação.

A Gerência da Usina convoca o Comitê de Crise para assumir o comando, se necessário. Neste caso ocorre a transferência do ponto de decisão.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-5 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

ESTADO RISCO ESTRUTURAL

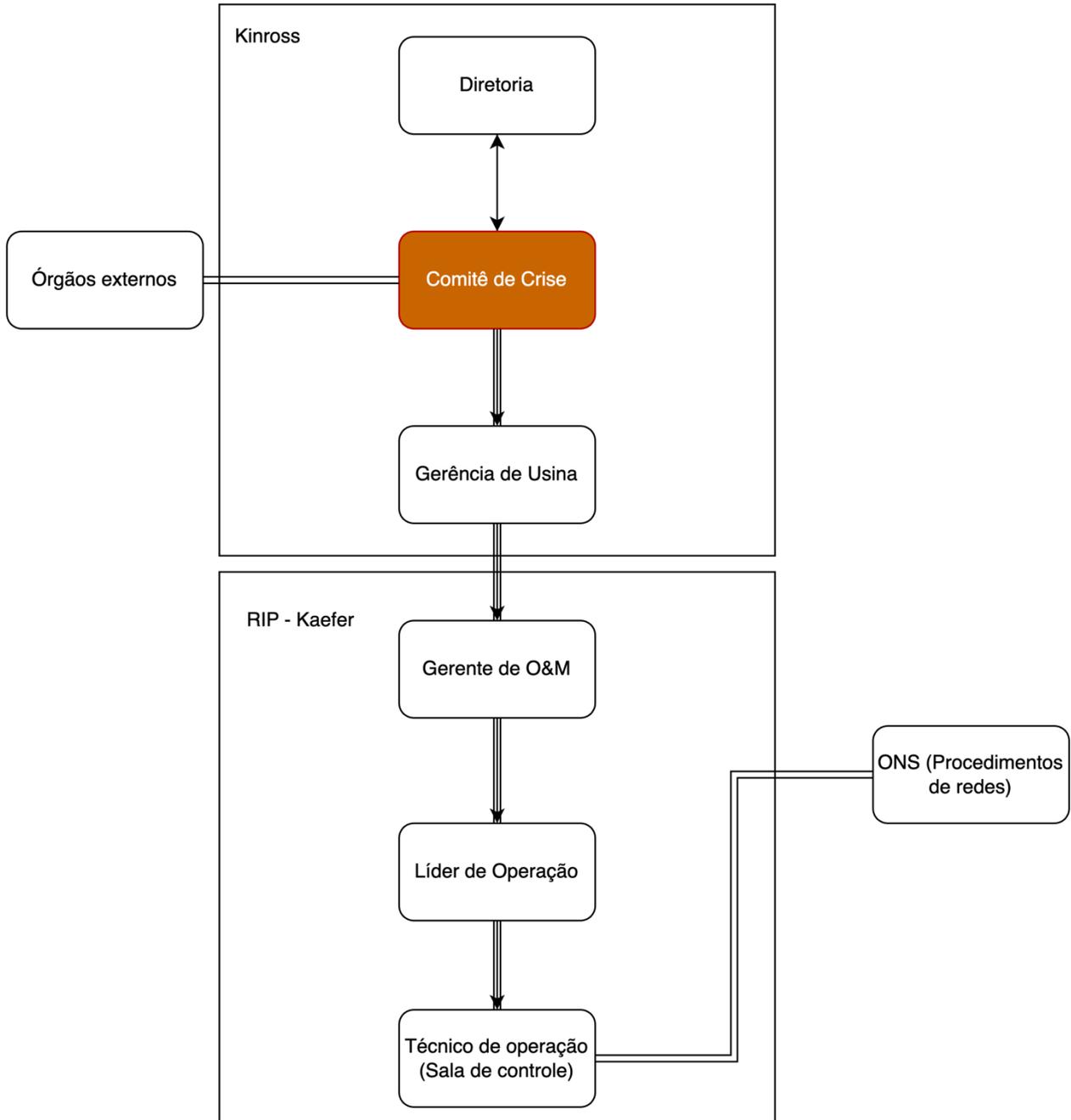


Figura 4. Hierarquia de Decisão para a Situação de RISCO ESTRUTURAL.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-6 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 2 RESPONSABILIDADES

### 2.1.1 Centro Nacional de Operação do Sistema - CNOS

- a) Coordenar, supervisionar e controlar a operação hidráulica, bem como os volumes de espera, dos reservatórios das bacias hidrográficas onde se localizam as usinas da Rede de Operação, nas situações de operação Cheia 0/ Normal, Cheia 1, Cheia 2 e Cheia 3.
- b) Coordenar, supervisionar e controlar as ações para o cumprimento do Programa Diário de Operação (PDO), no que se refere ao Programa Diário de Defluências consolidado (PDF), bem como as reprogramações que provoquem alterações significativas nos valores de afluência ou defluência previstos.
- c) Atender, em caráter preliminar, às solicitações de alterações ou inclusões de restrições operativas hidráulicas de reservatórios identificadas e informadas pelos agentes de geração.
- d) Coordenar a Teleconferência da Operação Hidráulica das Bacias Hidrográficas, quando de situações especiais de operação de reservatórios entre novembro e abril<sup>3</sup>.

### 2.1.2 Centros de Operação do Sistema – COSR

- a) Coordenar, supervisionar e controlar, por delegação do CNOS, a operação hidráulica, bem como os volumes de espera, dos reservatórios das bacias hidrográficas onde se localizam as usinas da Rede de Operação nas situações de operação Cheia 0/ Normal, Cheia 1, Cheia 2 e Cheia 3.
- b) Supervisionar e controlar as ações para o cumprimento PDO, no que se refere ao PDF.
- c) Solicitar ao CNOS as reprogramações do PDO, no que se refere ao PDF, em função das alterações significativas nos valores previstos de afluência ou defluência e informar aos agentes de geração envolvidos as reprogramações.
- d) Atender, em caráter preliminar, às alterações ou inclusões de restrições operativas hidráulicas de reservatórios identificadas e informadas pelos agentes de geração.
- e) Declarar ao CNOS e aos agentes de geração envolvidos a mudança de situação de operação dos reservatórios sob sua coordenação.

<sup>3</sup>Manual de Procedimentos da Operação. Módulo 5 – Submódulo 5.13 – Rotina Operacional – Teleconferência da Operação Hidráulica para Controle de Cheias nas Bacias Hidrográficas do SIN. RO-OR.BR.02. Revisão 04 Item 4.2.2.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-7 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

- f) Aceitar a declaração de mudança de situação de operação de reservatórios feita pelo CNOS ou pelo agente de geração responsável pelo reservatório.

## 2.2 RESPONSABILIDADE DA USINA

- a) Supervisionar, comandar e executar, em situação de operação Cheia 0/ Normal, Cheia 1, Cheia 2 e Cheia 3, a operação hidráulica do reservatório sob sua responsabilidade operacional pertencentes às bacias hidrográficas onde se localizam as usinas da Rede de Operação.
- b) Coordenar, supervisionar, controlar, comandar e executar, nas situações de Risco Estrutural, a operação hidráulica, bem como os volumes de espera, de cada um dos reservatórios sob sua responsabilidade operacional e pertencentes às bacias hidrográficas onde se localizam as usinas da Rede de Operação.
- c) Informar ao COSR com o qual se relaciona os dados hidráulicos dos reservatórios sob sua responsabilidade.
- d) Informar, em caráter preliminar, ao COSR com o qual se relaciona as alterações ou inclusões nas restrições operativas hidráulicas e as informações operativas relevantes que necessitam de implantação imediata e, a posteriori, formalizar essas informações.
- e) Fornece ao COSR previsões de vazões incrementais às usinas com a periodicidade e discretização adequadas à característica da bacia.
- f) Emitir documento que formalize alterações ou inclusões nas restrições operativas hidráulicas e as informações operativas relevantes referente ao reservatório sob sua responsabilidade operacional que devam ser implantadas a curto prazo e disponibilizar ao do COSR com o qual se relaciona.
- g) Informar ao COSR com o qual se relaciona as indisponibilidades, as restrições e informações operativas relevantes ocorridas ou prestes a ocorrer que afetem, ou possam vir a afetar, a operação de cada reservatório sob sua responsabilidade.
- h) Declarar ao COSR com o qual se relaciona a mudança de situação de operação no reservatório sob sua responsabilidade operacional que possam colocar em risco vida humana, bens ou patrimônio de terceiros ou próprio, o meio ambiente, a integridade do reservatório ou de suas estruturas.
- i) Aceitar a declaração de mudança de situação de operação para reservatório declaradas pelo COSR com qual se relaciona ou pelo CNOS.

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-8 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

- j) Informar ao COSR com o qual se relaciona e aos agentes envolvidos a ocorrência de violação de restrições e de informações operativas relevantes, bem como de quaisquer outras situações adversas possíveis e não consideradas neste submódulo.
- k) Participar de Teleconferência da Operação Hidráulica das Bacias Hidrográficas, quando de situações especiais de operação de reservatórios.
- l) Manter os equipamentos em pleno e perfeito estado de funcionamento.
- m) Zelar pelo treinamento do pessoal envolvido, tanto operadores como equipe de manutenção, e certificar a sua habilitação.
- n) Manter os operadores conscientes e atualizados com relação às instruções existentes, com plena habilitação e conhecimento de todos os detalhes que tratem da segurança do aproveitamento.
- o) Promover a reavaliação de conceitos e critérios para o aprimoramento das instruções de operação do reservatório.

### 2.2.1 SITUAÇÃO CHEIA 0/NORMAL

**RESPONSABILIDADE DE DECISÃO: Operador do Turno em Serviço.**

**RESPONSABILIDADE DE EXECUÇÃO DA OPERAÇÃO HIDRÁULICA: Operador do Turno em Serviço.**

- Efetuar manobras das comportas de segmento do vertedouro em conformidade com o solicitado pelo ONS;
- Efetuar inspeções e os levantamentos dos dados hidráulicos de acordo com a periodicidade fixada;
- Zelar pela manutenção do nível do reservatório nos valores pré-estabelecidos;
- Monitoração constante dos dispositivos de supervisão, zelando pelo correto desempenho;
- Registrar em formulários próprios as operações hidráulicas do reservatório;
- Zelar para que os escalonamentos de descargas defluídas sigam as leis de manobras estabelecidas para o sistema de comporta;
- Executar operações corretas e adequadas das comportas, como sequência e abertura;
- Fornecer informações ao ONS, repassando dados hidráulicos nas horas fixadas compatibilizados com o Programa Diário de Defluências – PDF;

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-9 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

- Registrar no “Livro de Ocorrências” qualquer anormalidade ou acontecimento relevante, relacionado, de alguma forma, ao aproveitamento hidrelétrico;
- Assumir o controle do reservatório em caso de perda de comunicação ou em caso de declaração de “Estado NÃO NORMAL<sup>4</sup>”, até que a autoridade superior na escala hierárquica assuma o comando das ações na Usina.

### 2.2.2 SITUAÇÕES CHEIA 1, CHEIA 2 E CHEIA 3

**RESPONSABILIDADE DE DECISÃO:** Líder de Operação, com apoio imediato do Operador do Turno em Serviço.

**RESPONSABILIDADE DA EXECUÇÃO DA OPERAÇÃO HIDRÁULICA:** Operador do Turno em Serviço.

Repetem-se as atribuições da situação Cheia 0/Normal e ainda:

- Informar à Gerência da Usina a entrada na Situação de Cheia 1;
- Manter-se informando da evolução dos acontecimentos na bacia onde se localiza;
- Detectar e comunicar, com a máxima antecedência à Gerência da Usina a possibilidade de entrada em situação de RISCO ESTRUTURAL;
- Recomendar à Gerência da Usina contatos com órgãos de divulgação da região, alertando moradores ribeirinhos quando o evento se aproximar dos pontos de restrição;
- Recomendar à Gerência da Usina alertar a população a jusante através de articulações com autoridades locais e órgãos de defesa civil;
- Tomar medida de segurança na Usina e nos locais de restrições, quando for o caso;
- Comandar as operações hidráulicas;
- Proceder o controle do reservatório mantendo o nível na cota fixada na instrução específica da Usina;
- Manter as defluências dentro das normas e regras fixadas e compatibilizadas com o Programa Diário de Defluências – PDF;
- Efetuar registro de dados oriundos do ONS;
- Transmitir ao ONS informações sobre a situação da Usina;
- Avaliar a possibilidade de danos à jusante ou à montante;

<sup>4</sup> Podendo ser CHEIA 1 ou CHEIA 2 ou CHEIA 3 ou RISCO ESTRUTURAL.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-10 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

- Manter-se a par das medidas tomadas nos aproveitamentos da mesma bacia ou adjacentes;
- Procurar detectar eventuais indícios de agravamento de situação;
- Subsidiar as suas decisões com informações e orientações recebidas da Gerência da Usina e da Supervisão do Turno de Operação;
- Avisar às Usinas a jusante das operações rotineiras de comportas;
- Notificar antecipadamente a Usina a jusante e ao ONS qualquer operação de comporta fora de rotina;
- Recomendar à Gerência da Usina antecipação na Escala de Situações, no caso de perda de confiabilidade, comunicando à gerência da Usina, ou no caso de perda total de comunicação;

### 2.2.3 SITUAÇÃO DE RISCO ESTRUTURAL

**RESPONSABILIDADE DE DECISÃO: Coordenador do PAE (Comitê de Crise).**

**RESPONSABILIDADE NA EXECUÇÃO DA OPERAÇÃO HIDRÁULICA: Operador do Turno em Serviço.**

**As estratégias são comandadas pelo Comitê de Crise.**

Repetem-se as atribuições da Situações de Cheia (exceto o primeiro e os dois últimos itens) e ainda:

- Registrar no Livro de Ocorrências a entrada na Situação de Risco Estrutural.
- Registrar no Livro de Ocorrências a convocação do Comitê de Crise, designando nomes e funções dos participantes;
- Promover a execução de manobras das comportas de forma a atender à descarga determinada pela Gerência da Usina;
- Informar constantemente a Comitê de Crise sobre a evolução das situações em área, prestando-lhe subsídios para as decisões;
- Estabelecer turnos de manutenção elétrica, mecânica e eletrônica;
- Tomar providências para mobilizar pessoal e recursos da Usina para enfrentar nova situação, inclusive apoio administrativo;
- Assumir as diretrizes e a responsabilidade das decisões em caso de isolamento (perda de comunicação).

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: **23/01/24**

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-11 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 2.3 RESPONSABILIDADES DO GERENTE DA USINA

A partir do agravamento da situação de RISCO ESTRUTURAL, o Líder de Operação passa a informar constantemente o Gerente da Usina. Devem ser informadas a situação do reservatório, da bacia do Rio Claro e as ações em andamento. Caberá ao Gerente da usina informar o Coordenador do PAE para decretar a Situação de Atenção/ ou Alerta/ou Emergência seguindo com o acionamento do Comitê de Crise.

## 2.4 RESPONSABILIDADES DO COMITÊ DE CRISE

A partir do decreto do estado de RISCO ESTRUTURAL, o Comitê de Crise passa a receber informações sobre o evento e as ações em andamento. O responsável pelo Comitê de Crise é o Coordenador do PAE.

Após sua constituição, passa a exercer todas as atribuições pertinentes aos Estados de Atenção, Alerta e Emergência.

Caberá ao responsável pelo Comitê de Crise decretar a sua dissolução, passando a tomada de decisão à hierarquia definida anteriormente.

### 2.4.1 SITUAÇÃO DE RISCO ESTRUTURAL

Declarada a situação de Risco Estrutural pelo Coordenador do PAE, a linha de comando e direção passa a ser, Coordenador do PAE ⇔ Usina, onde suas atribuições são:

- Assumir o controle da operação do reservatório, dando Instruções à Usina sobre as defluências;
- Registrar todas as ações e situações no Livro de Ocorrências da Usina;
- Estabelecer esquema de coleta de dados, modificando a frequência sempre que necessário;
- Concentrar todos os dados de informes, inclusive os externos, utilizando-os nas decisões;
- Prover medidas de apoio mobilizando, se necessário, outros recursos da Empresa;
- Avaliar a possibilidade de danos às instalações e/ou a terceiros;
- Apoiar as Usinas da mesma bacia em seus contatos e providências externas;
- Estabelecer critérios para a divulgação de notícias;
- Contatar com empresas congêneres, quando necessário;
- Declarar situação de fim de emergência, restabelecendo o controle para a Usina.
- Manter a direção da Kinross a par da situação implementando medidas por ela solicitadas;
- Estabelecer via permanente de comunicação conforme Fluxograma de Notificações do PAE.

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – CADEIA DE COMANDO</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	5-12 de 13
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

### 3 CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Coleta	Indexação	Acesso	Arquivo	Armazenagem	Tempo	Disposição

### 4 CONTROLE DE REVISÃO

Revisão	Item	Histórico da revisão	Data

### 5 APROVAÇÃO

Nome  
Setor

Nome  
Setor

Nome  
Setor

Nome  
Setor

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

 <b>KINROSS</b> <b>PARACATU</b>	 <b>FRACTAL</b> <b>ENGENHARIA</b>	<b>UHE CAÇU</b>		
<b>TÍTULO</b>  <b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA –</b> <b>INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Nº FORNECEDOR</b> 600-MOPH-CH-CAC-001	<b>REV.</b> 4	<b>FOLHA</b> 0/9	
	<b>Nº CLIENTE:</b> FCT-71-GL-701-Q-001-MO		<b>REV.</b> 4	

**REVISÕES – FORNECEDOR**

<b>TE: TIPO</b>	A - PRELIMINAR	D - PARA COTAÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO	M - APROVADO C
<b>DE</b>	B - PARA APROVAÇÃO	E - PARA CONSTRUÇÃO	H - CANCELADO	COMENTÁRIOS
<b>EMISSÃO</b>	C - P/ CONHECIMENTO	F - CONFORME COMPRADO	L - APROVADO	N - NÃO APROVADO
				O - CERTIFICADO

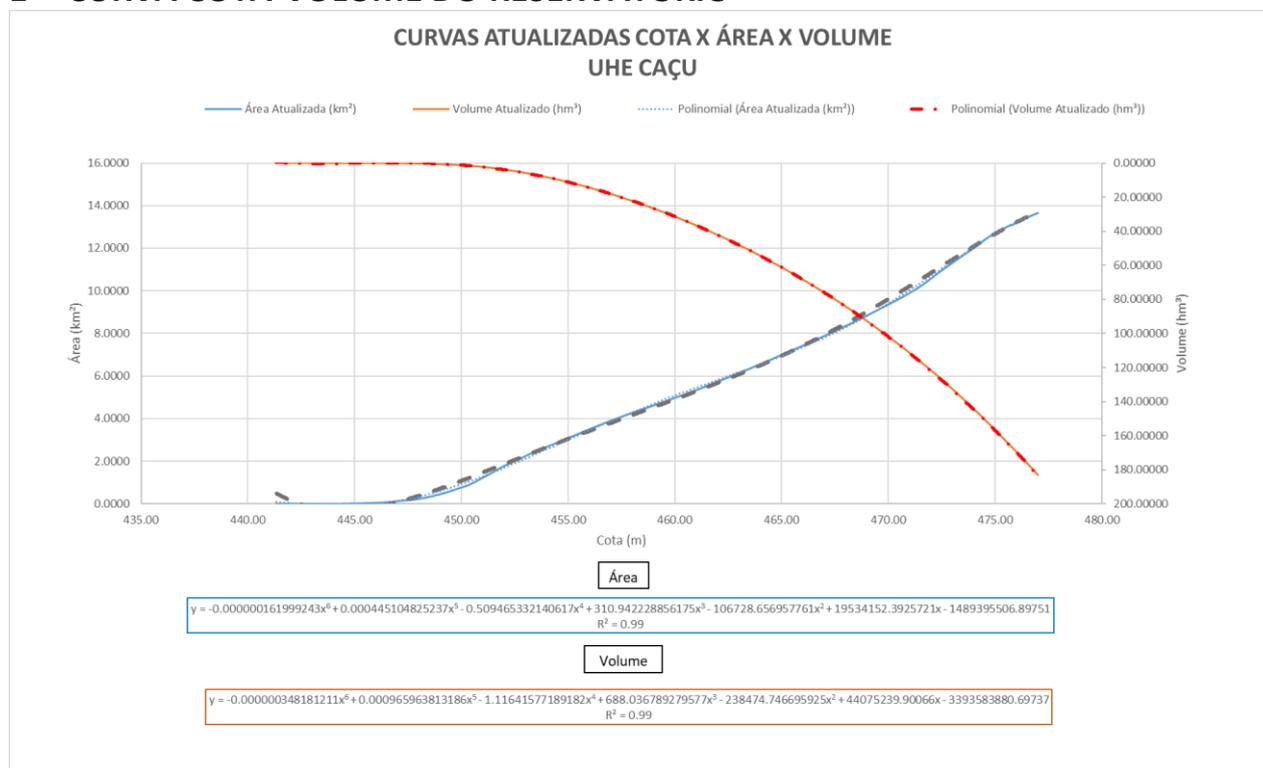
Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr	Data
A	B	Emissão inicial	FPD	GCM	PGL	14/12/2020
0	L	Atualização	PGL	-	GCM	30/07/2021
1	L	Atualização	PGL	-	GCM	24/11/2022
2	L	Aprovado	PGL	-	GCM	22/12/2022
3	B	Atualização	PGL	-	GCM	08/12/2023
4	L	Aprovado	PGL	-	GCM	23/01/2024

**EQUIPE DO PROJETO**

Profissional	Assinatura	Data
Preparado por: PGL		23/01/2024
Verificado por: -	-	-
Aprovado por: GCM		23/01/2024

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	1-1 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 1 CURVA COTA-VOLUME DO RESERVATÓRIO



\* Atualização de CAV da UHE Caçu. Data: 29/11/2020.

Cota Local (m)	Área Atualizada (km <sup>2</sup> )	Volume Atualizado (hm <sup>3</sup> )
441,35	0,000	0,000
450,35	0,888	1,537
460,35	5,107	33,202
470,35	9,551	105,231
475,00	12,719	156,864
477,00	13,662	183,183

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	2-2 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 2 CURVA HIDRÁULICA DO VERTEDOIRO

Tabela 1. Vazão unitária de 1 comporta.

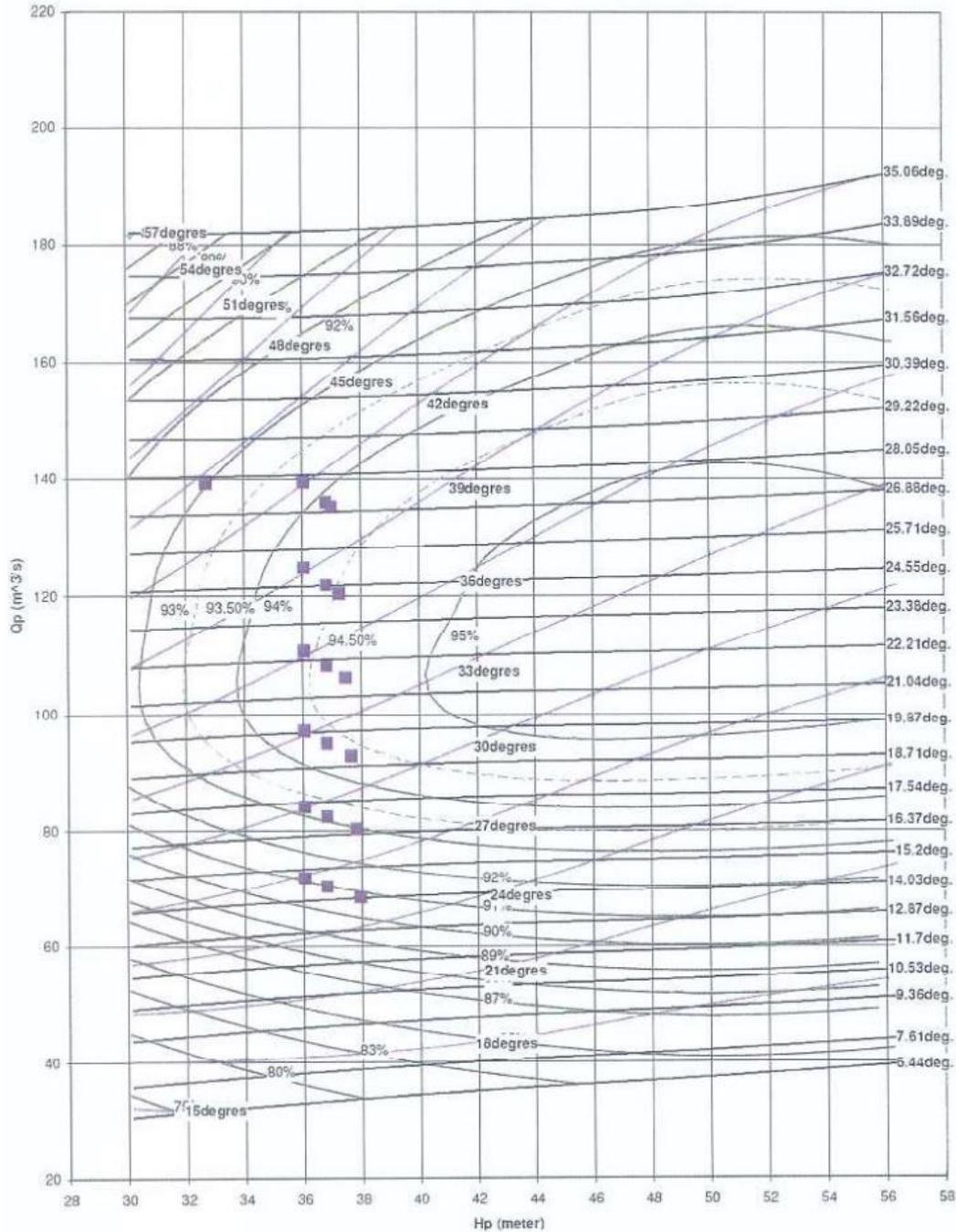
NAR/H	1	2	3	4	5	6	7	8	AT
475,0	87,9	167,7	245,5	321,9	397,3	472,0	546,1	619,7	619,7
475,1	88,3	168,5	246,6	323,4	399,3	474,2	548,8	622,6	624,8
475,2	88,7	169,3	247,8	324,9	401,1	476,6	551,3	625,6	638,9
475,3	89,1	170,1	248,9	326,4	402,9	478,8	553,9	628,6	651,7
475,4	89,5	170,9	250,1	327,9	404,8	481,0	556,6	631,4	664,7
475,5	89,9	171,7	251,2	329,5	406,7	483,2	559,1	634,3	677,7
475,6	90,3	172,4	252,3	331,0	408,5	485,3	561,7	637,2	689,6
475,7	90,7	173,2	253,5	332,5	410,3	487,5	564,1	640,2	701,2
475,8	91,1	174,0	254,6	333,9	412,1	489,8	566,6	642,9	713,3
475,9	91,5	174,7	255,8	335,4	414,0	491,8	569,1	645,8	724,5
476,0	91,9	175,5	256,9	336,8	415,8	494,0	571,7	648,7	735,2
476,1	92,3	176,2	258,0	338,3	417,6	496,2	574,1	651,4	746,0
476,2	92,7	177,0	259,1	339,7	419,4	498,3	576,5	654,3	755,7
476,3	93,1	177,7	260,2	341,2	421,2	500,5	579,1	657,2	764,9
476,4	93,5	178,5	261,3	342,7	423,0	502,6	581,4	659,9	768,8
476,5	93,9	179,2	262,4	344,0	424,8	504,7	584,0	662,5	771,9
476,6	94,3	180,0	263,5	345,5	426,6	506,8	586,4	665,4	775,0
476,7	94,6	180,7	264,5	346,9	428,3	508,9	588,8	668,1	778,4
476,8	95,0	181,4	265,6	348,4	430,1	511,0	591,2	670,8	781,4
476,9	95,4	182,2	266,7	349,8	431,8	513,0	593,6	673,6	784,8
477,0	95,8	182,9	267,7	351,2	433,6	515,1	596,0	676,4	788,0
477,1	96,2	183,6	268,8	352,5	435,3	517,2	598,3	679,0	791,1
477,2	96,6	184,3	269,9	354,0	437,0	519,1	600,7	681,7	794,3
477,3	96,9	185,1	271,0	355,4	438,7	521,3	603,1	684,3	797,3
477,4	97,3	185,8	272,0	356,8	440,4	523,4	605,5	687,1	800,4
477,5	97,7	186,5	273,1	358,1	442,1	525,3	607,9	689,8	803,5

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-3 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

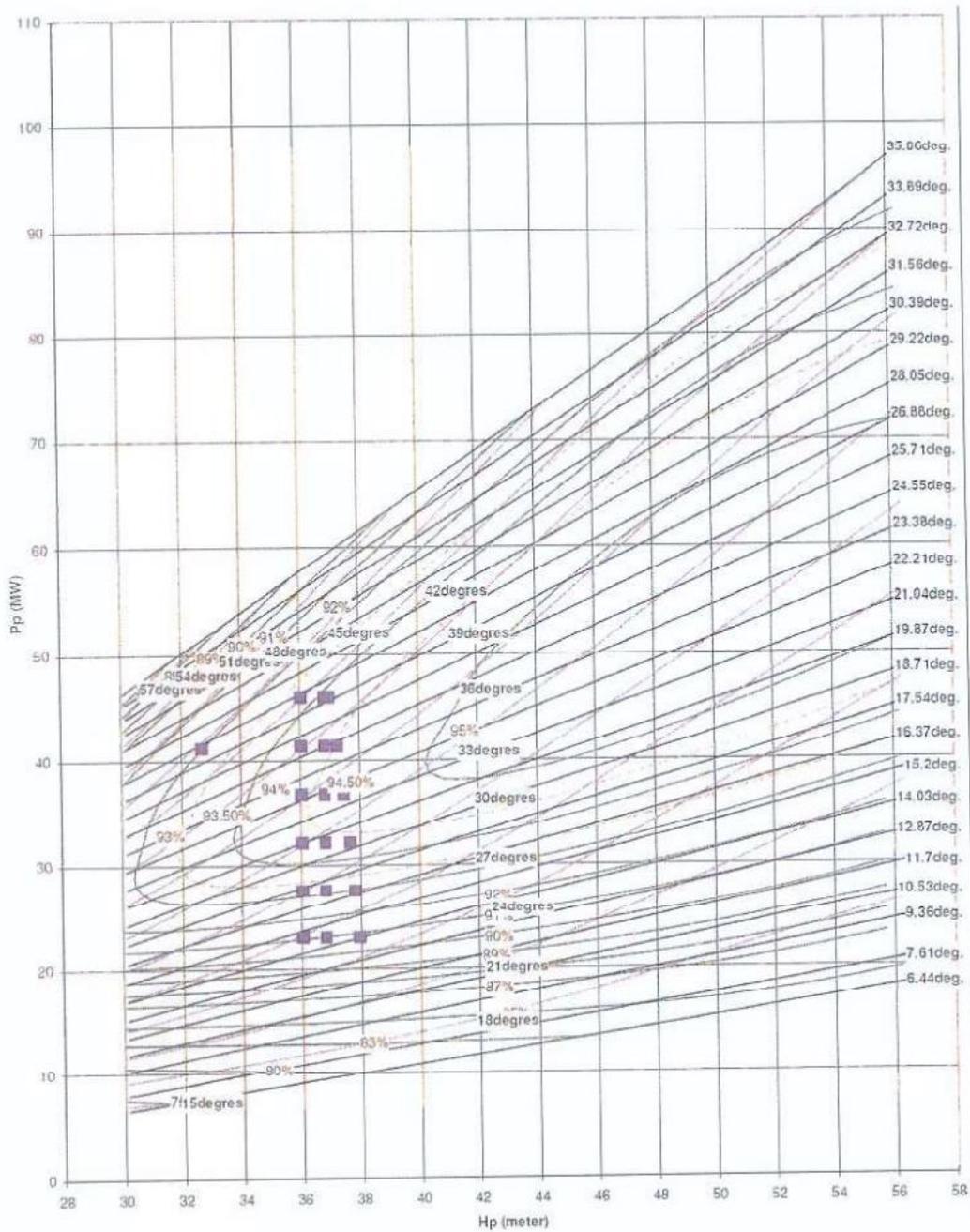
### 3 CURVA HIDRÁULICA DAS TURBINAS



CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-4 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo



CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	3-5 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

Hp	Qp	Pp	Blade Angle	WG Angle	% Max, Output	Efficiency	W	P,Rp,W	P,W
m	m³/s	MW	deg	deg		%			
36,98	135,15	45,91	27,02	40,59	100,00	94,16	1,00	43,23	45,91
37,23	120,34	41,32	24,27	37,54	90,00	94,54	1,00	39,06	41,32
37,44	106,18	36,73	21,61	34,46	80,00	94,70	1,00	34,78	36,73
37,63	92,77	32,14	19,03	31,38	70,00	94,36	1,00	30,33	32,14
37,80	80,33	27,55	16,54	28,35	60,00	92,99	0,50	12,81	13,78
37,94	68,31	22,96	14,04	25,29	50,00	90,80	0,50	10,42	11,48
36,80	135,90	45,91	27,16	40,84	100,00	94,10	7,00	302,41	321,37
36,80	121,85	41,32	24,56	38,09	90,00	94,45	24,00	936,64	991,68
36,80	108,14	36,73	22,00	35,21	80,00	94,60	12,00	416,96	440,76
36,80	94,86	32,14	19,47	32,25	70,00	94,37	6,00	181,98	192,84
36,80	82,39	27,55	16,99	29,27	60,00	93,13	5,00	128,29	137,75
36,80	70,27	22,96	14,51	26,18	50,00	90,99	0,50	10,45	11,48
36,02	139,27	45,91	27,80	42,01	100,00	93,81	4,00	172,27	183,64
36,02	124,72	41,32	25,12	39,14	90,00	94,28	7,00	272,70	289,24
36,02	110,66	36,73	22,49	36,17	80,00	94,45	17,00	589,76	624,41
36,02	96,64	32,14	19,90	33,11	70,00	94,34	9,00	272,89	289,26
36,02	84,08	27,55	17,38	30,02	60,00	93,23	2,75	70,63	75,76
36,02	71,69	22,96	14,85	26,82	50,00	91,12	0,50	10,46	11,48
32,67	139,03	41,21	27,82	44,50	100,00	93,00	0,25	9,58	10,30

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	4-6 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

#### 4 VELOCIDADE DE MANOBRA DA COMPORTA 1

Steps	Abertura [m]	Tempo de abertura
1º	0,10	8s
2º	0,25	20s
3º	0,50	30s
4º	0,75	48s
5º	1,00	1min09s
6º	1,50	1min51s
7º	2,00	2min31s
8º	2,50	3min13s
9º	3,00	3min51s
10º	3,50	4min30s
11º	4,00	5min10s
12º	5,00	6min29s
13º	6,00	7min46s
14º	7,00	8min25s
15º	8,00	9min07s
16º	9,00	9min51s
17º	TA	10min31s
<b>Fechamento</b>		30min45s
<b>Abertura</b>		10min31s

**Nota:** TA significa comporta totalmente aberta.

**Nota:** Velocidade de manobra com base nas comportas da UHE Barra dos Coqueiros.

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	5-7 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 5 VELOCIDADE DE MANOBRA DA COMPORTA 2

Steps	Abertura [m]	Tempo de abertura
1º	0,10	5s
2º	0,25	12s
3º	0,50	21s
4º	0,75	31s
5º	1,00	41s
6º	1,50	1min02s
7º	2,00	1min23s
8º	2,50	1min45s
9º	3,00	2min07s
10º	3,50	2min29s
11º	4,00	2min51s
12º	5,00	3min32s
13º	6,00	4min02s
14º	7,00	4min42s
15º	8,00	5min23s
16º	9,00	6min05s
17º	TA	6min45s
<b>Fechamento</b>		30min20s
<b>Abertura</b>		6min45s

**Nota:** TA significa comporta totalmente aberta.

**Nota:** Velocidade de manobra com base nas comportas da UHE Barra dos Coqueiros.

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	8-8 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

## 6 VELOCIDADE DE MANOBRA DA COMPORTA 3

Steps	Abertura [m]	Tempo de abertura
1º	0,10	5s
2º	0,25	13s
3º	0,50	23s
4º	0,75	33s
5º	1,00	45s
6º	1,50	1min06s
7º	2,00	1min28s
8º	2,50	1min51s
9º	3,00	2min13s
10º	3,50	2min36s
11º	4,00	2min57s
12º	5,00	3min39s
13º	6,00	4min01s
14º	7,00	4min43s
15º	8,00	5min25s
16º	9,00	6min08s
17º	TA	6min48s
<b>Fechamento</b>		27min56s
<b>Abertura</b>		6min48s

**Nota:** TA significa comporta totalmente aberta.

**Nota:** Velocidade de manobra com base nas comportas da UHE Barra dos Coqueiros.

## 7 CONTROLE DE REGISTROS

Identificação	Coleta	Indexação	Acesso	Arquivo	Armazenagem	Tempo	Disposição

## 8 CONTROLE DE REVISÃO

Revisão	Item	Histórico da revisão	Data

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: 23/01/24

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

	KINROSS BRASIL MINERAÇÃO – NORMA E PROCEDIMENTO	<b>Código</b>	FCT-71-GL-701-Q-001-MO
	<b>MANUAL DE OPERAÇÃO HIDRÁULICA – INFORMAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	<b>Versão</b>	4
		<b>Data</b>	23/01/2024
		<b>Página</b>	9-9 de 9
		<b>Gestor</b>	Controladoria
		<b>Item</b>	Sistema Normativo

**9 APROVAÇÃO**

**Nome  
Setor**

**Nome  
Setor**

**Nome  
Setor**

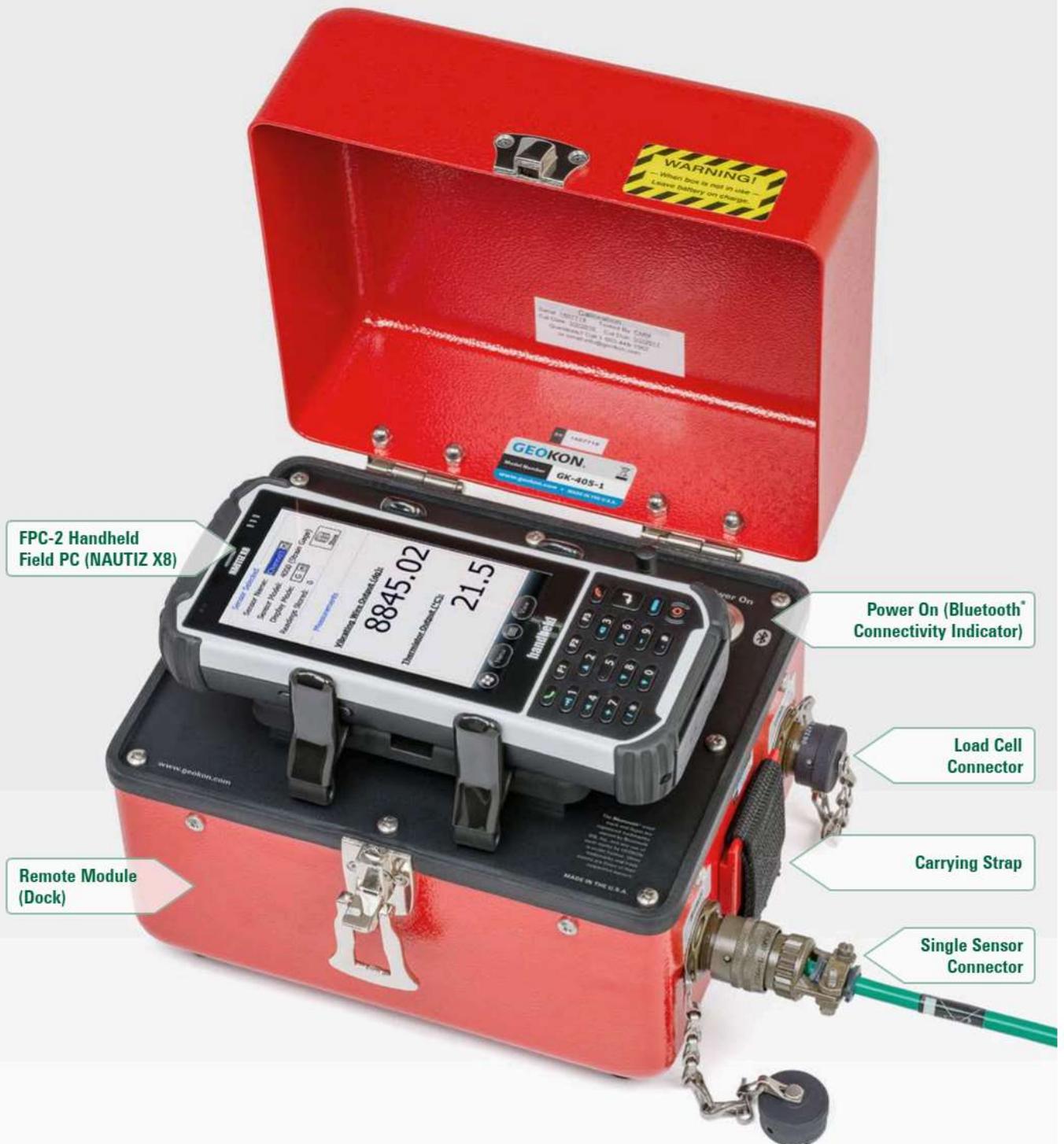
**Nome  
Setor**

CÓPIA NÃO-CONTROLADA – IMPRESSA EM: **23/01/24**

VERIFIQUE SE ESTA É A VERSÃO MAIS ATUALIZADA NO SISTEMA INFORMATIZADO

Manuais instrumentos

## QUICK START GUIDE | MODEL GK-405 VIBRATING WIRE READOUT



The GEOKON® Model GK-405 Vibrating Wire Readout and FPC-2 Handheld Field PC (NAUTIZ X8) placed in dock.

## POWERING UP THE FIELD PC

01. Switch on the Field PC by depressing the power button (lower right).
02. If the Field PC was not in sleep mode (or hibernating), it may take more than 60 seconds to power-up. When the **Windows**® Mobile main screen appears, the Field PC's Programs and Settings can be accessed by tapping (with the

Field PC's stylus) the  menu at the top of the main screen. If, during a pause in operation, the Field PC's screen goes dark, simply press the power button again. The **"Power"** settings of the Field PC can be accessed from the System Settings menu by tapping  then **"Settings,"** then the **"System"** tab and finally **"Power."**

## READING SINGLE SENSORS

01. Plug the flying leads into the 10-pin connector marked **"Sensor"** on the side of the Remote Module (red box). Connect the flying leads color for color to the leads on the sensor. Or, if the sensor has a 10-pin mating connector, connect it directly to the 10-pin **"Sensor"** connector.
02. Press the **"POWER ON"** button on the Remote Module. The blue light (wireless Connectivity Indicator) will turn on.
03. On the Field PC, tap the . Launch the GK-405 application by tapping on the **"GK-405 VW Readout"** icon.

04. When the **"Live Reading"** screen appears, set the **"Display Mode"** to **"B."**
05. The screen should now be displaying the digits reading of the vibrating wire sensor.
06. If this is an unpressurized (for piezometers) **"Zero"** reading, record this in a field book. Or, if you want to store readings electronically in the Handheld, follow the instructions below—but after Step 20 select **"Menu"** then **"Store Zero Reading Value."**

## CONFIGURING THE READOUT FOR ENGINEERING UNITS

To store readings in the Field PC and for the display to read in engineering units, a sensor configuration must first be created that represents the vibrating wire sensor to be read. This sensor configuration contains information that can identify the piezometer (or load cell, strain gauge, etc.) as well as parameters that allow the GK-405 to produce readouts in engineering units. These parameters include: gauge factor, zero reading, units, etc. A new configuration needs to be created for each sensor to be read or to store data for. Sensor configurations are stored in **"Projects"** so that sensors may be grouped by project name, customer, or job site.

To begin the process of creating a sensor configuration, tap the **"View"** menu from the **"Live Readings"** screen and select **"Sensor Selection Screen."** If no **"Project"** exists, in the Project Explorer pane, tap and hold the Workspace icon (looks like a folder) and from the menu that pops up, select **"Add Project."** Enter a project name and a description (optional) then tap **"Menu"** and **"Save Settings."** To add a sensor configuration, tap and hold the Project where the sensor is to be added then tap **"Add Sensor."** Sensor configuration requires more information than Project configuration; the steps at right further describe the process:

## CONFIGURING THE READOUT FOR ENGINEERING UNITS (CONTINUED)

01. Enter the sensor identifying name/number along with any description.
02. Select the sensor model number, i.e., 45xx, from the drop-down menu.
03. Tap the  arrow to reach the next page.
04. Select **"Linear"** (If selecting **"Polynomial,"** see Section 4.2 of the GK-405 User Manual for more information regarding polynomial conversion and entering coefficients).
05. From the **"Output Calculation"** dropdown menu, select **"G(R1-R0)."**
06. Set the zero reading equal to the initial Regression Zero shown on the calibration sheet. Alternatively, when an actual zero reading has been taken, set this parameter to the actual value.
07. Set the **"Gauge Factor"** equal to the Gauge Factor given on the calibration sheet. The Gauge Factor may be a negative number.
08. Leave **"Gauge Offset"** at zero.
09. Tap the  arrow to reach the next page.
10. From the **"Measurement"** dropdown menu, select **"PRESSURE"** (or whatever measurement type that corresponds to the sensor being read).
11. From the **"Input Units"** dropdown menu, select units equal to the gauge factor units.
12. Select the desired output units that will show on the display.
13. Tap the  arrow to reach the next page.
14. If Temperature Correction is not desired, set the **"Sensor Correction"** to **"Disabled"** then skip to step 17. To temperature correct the sensor output, set the **"Sensor Correction"** to **"Enabled."**
15. Set the initial temperature at installation.
16. Set the Thermal Factor from the calibration sheet.
17. Select **"Menu"** and **"Save Settings."**
18. Select **"Applications,"** then select **"Live Readings."**
19. Select **"With Selected Sensor"** (the sensor just created).
20. The Live Readings screen will be displayed and the readings should now be in the selected engineer units.
21. To store data, tap the **"Store"** icon on the screen. The readings will be stored under that particular sensor file, the one created in Steps 1-17.

### Please Note:

If at any time the wireless connection is lost, it can be restored by first pressing **"POWER ON"** (on the Remote Module). Then tap the **"Applications"** menu, tap **"Remote Connect with..."** and finally, tap **"COM 5."**

Where multiple sensors are in use and readings are required in engineering units, from the **"Sensor Selection Screen,"** select the proper sensor configuration corresponding to the sensor currently connected to the Remote Module.

From the **"Live Readings"** screen, the wireless connection can be closed by tapping **"Menu"** then tapping **"Close GK-405."**

For further instructions on how to access the stored data see the GK-405 User's Manual.

## READING LOAD CELLS

Reading load cells is very similar to reading other sensors with the major difference being that the load cell has a separate connector on the Remote Module labeled **"Load Cell."** Use this connector when connecting to a load cell with the standard **"Mux"** cable (p/n 8032-5) or if 10-pin Bendix connector has been factory installed on the load cell cable end.

When reading a load cell comprised of multiple sensors, the value for each sensor can be seen by selecting the **"Sensor Index"** from the dropdown menu. The **"Sensor Index"** defaults to **"Avg"** (average) on power-up.

When defining a Sensor Configuration for a load cell, the Sensor Type will be **"49xx"** and the gauge factor is taken from the calibration report that is included with each load cell.

Another difference when configuring a load cell versus a piezometer is that the **"Measurement"** type should be set for **"LOAD"** and the input units set to the units the cell was calibrated for. Output units can be set for whatever is desired.

**Please Note:** Model 3000 resistance load cells cannot be read with the GK-405. Use the GEOKON Model GK-502 for this type of load cell.

## POWERING DOWN

When done taking measurements, the unit is powered down by first closing the GK-405 application. If in **"Live Readings"** this is accomplished by tapping on **"Menu"** then **"Close GK-405."** If in the **"Sensor Selection"** screen, tap on the **"File"** menu and then **"Close GK-405."** In either of the above cases, the Remote Module will power down within 5 minutes.

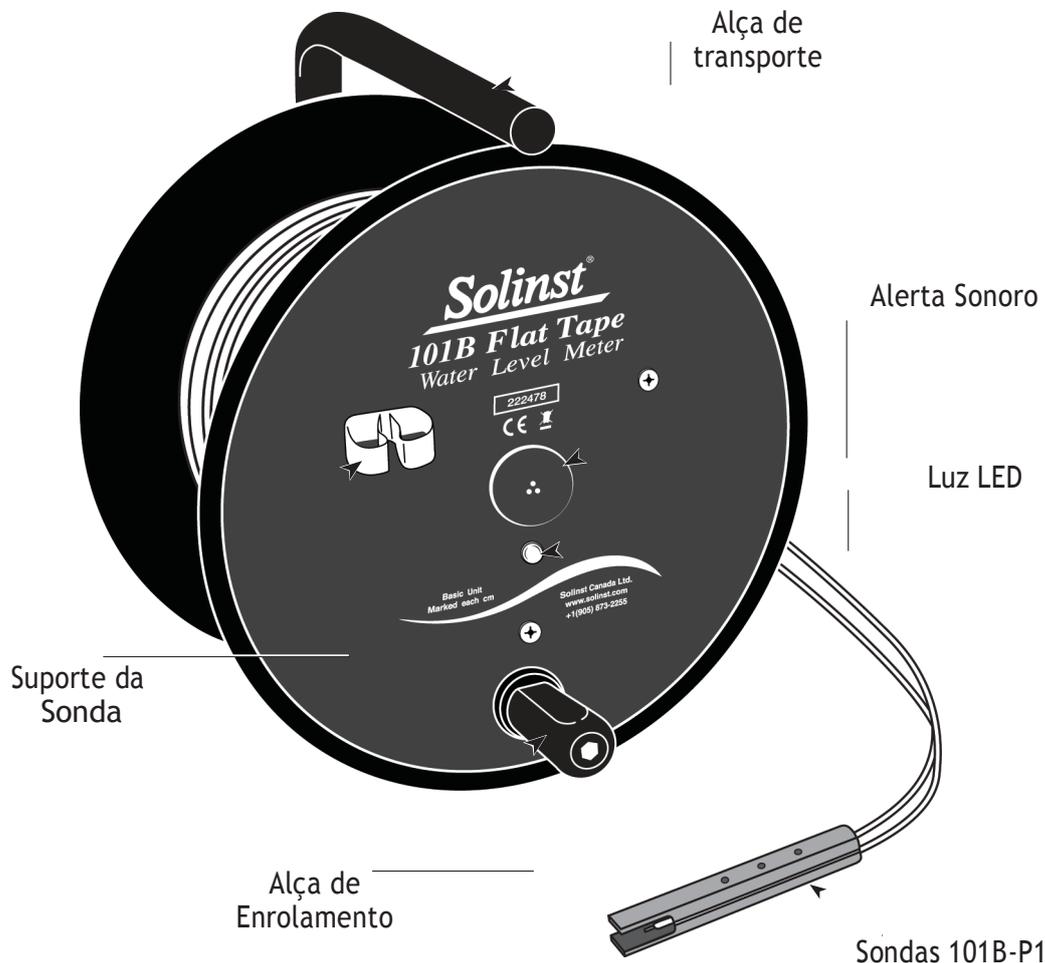
A quick push of the **"Power"** button on the FPC-2, sends it to sleep mode where it draws very little current. This is the recommended mode when more measurements are to be made the same day.

A full power-down sequence is recommended at the end of each day. This is accomplished by pressing and holding the FPC-2 **"Power"** button until a menu is displayed. Select **"Power Off"** from this menu.



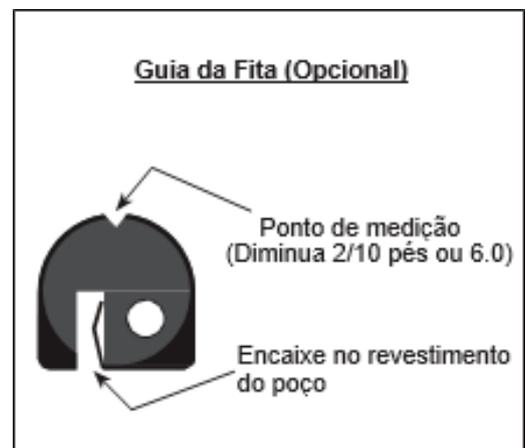
# INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO:

## Modelo 101B



### Medições de Nível da Água

1. O ponto de medição zero na Sonda 101B P1 está na ponta dos pinos condutores.
2. Coloque a fita no poço. Caso seja utilizado um guia de fita, coloque a fita no encaixe no topo. As medições serão lidas no ponto do chanfro em V na guia da fita. Lembre-se de diminuir\*
3. 2/10 pés ou 6 cm.
4. A luz e a sirene são ativadas quando os pinos condutores da Sonda entram na água. Para garantir a precisão, abaixe e levante a sonda algumas vezes e, em seguida, registre a medida da profundidade da fita no topo do poço.



[www.agsolve.com.br](http://www.agsolve.com.br)



Rua Oswaldo Cruz, 724 – Indaiatuba – SP



[vendas@agsolve.com.br](mailto:vendas@agsolve.com.br)



(19) 3825-1991

(19) 3318-3510

# INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO:

## Modelo 101B



### Verificação de Equipamento

1. Insira a sonda em água de torneira para testá-la. Isso completa o circuito e ativa a sirene e a luz.

### Cuidados de Rotina

1. Depois que a profundidade para água foi registrada, fita deve ser recolhida cuidadosamente no carretel, a sonda deve ser limpa e seca, e colocada dentro do compartimento da sonda.

2. A Sonda, a fita e o carretel podem ser enxugados com detergente sem fosfato (não-abrasivo) e água. Não coloque o carretel na água.

### Substituição da Bateria

• Bateria alcalina 9 volts.

1. A bateria fica alojada dentro da placa dianteira do carretel.

2. Utilizando uma chave Phillips, retire os três parafusos da placa dianteira.

3. Retire a placa dianteira cuidadosamente para não desenrolar a fita.

Substitua a bateria.

5. Com cuidado, coloque a placa dianteira de volta no eixo, alinhando os buracos.

**Nota:** Antes de parafusar a placa dianteira de volta no eixo, assegure-se que os fios fiquem do lado de fora do terminal.

6. Depois que os parafusos estiverem presos e a placa dianteira segura, teste o medidor de nível de água.

### Peças Substituíveis

As partes seguintes podem ser fornecidas, caso sejam perdidas ou danificadas.

1. Kits de Encaixe
2. Eletrônicos
3. Placa dianteira e traseira
1. 4 Fitas
4. Sondas
5. Suportes da sonda, freios, etc.

### Resolução de Problema

4.

Sintoma	Causa	Solução
Não há som quando a sonda é imersa na água.	Bateria descarregada.	Substitua com uma bateria Alcalina 9V.
	A condutividade da água está muito baixa.	Tente utilizar um Medidor de Nível de Água 101 diferente.
	Cabos desconectados da placa de circuito.	Verifique todas as conexões dentro do eixo do carretel: se há cabos soltos/desconectados - solde-os ou reconecte-os.
	Cabo quebrado na fita.	Localize a ruptura na fita - encaixe e sele, ou substitua. (Entre em contato com a Solinst)
	Sonda danificada.	Entre em contato com a Solinst para obter instruções sobre peças e reparo.
O instrumento emite som contínuo desde que foi imergido na água.	A Sonda pode estar suja, o que pode interferir na conexão do circuito.	Entre em contato com a Solinst para obter instruções de como remover, limpar e substituir a sonda.



[www.agsolve.com.br](http://www.agsolve.com.br)



Rua Oswaldo Cruz, 724 – Indaiatuba – SP



[vendas@agsolve.com.br](mailto:vendas@agsolve.com.br)



(19) 3825-1991

(19) 3318-3510

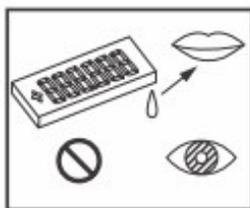
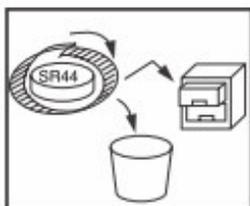
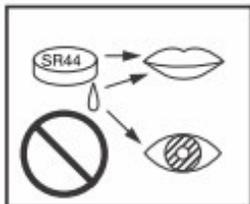
## ID-C112X/1012X Relógio Comparador Digital Digimatic.

### Introdução

Com o objetivo de aproveitar ao máximo os recursos deste produto, recomendamos a leitura cuidadosa deste manual antes de iniciar a sua utilização. Depois da leitura, recomendamos guardar o manual em local de fácil acesso para futuras consultas. As especificações e as informações deste produto contidas neste manual estão sujeitas as alterações sem aviso prévio. Garantia: Caso o Relógio Comparador Digital Digimatic da Mitutoyo apresentar eventualmente defeito de fabricação ou material, no prazo de um ano a contar da data de compra inicial, o mesmo será reparado ou substituído, opção da Mitutoyo, sem ônus, ao cliente. Entretanto, os custos de transporte e retorno deverão ser arcados pelo cliente. Para maiores detalhes, entre em contato com o Escritório da Mitutoyo mais próximo do local onde você realizou a compra.



**Cuidado**



**Cuidado**

### Cuidados relacionados a Bateria.

Se a bateria for usado ou violado, ou notar vazamento, em causas extremas, pode resultar em explosão e / ou fogo. Observe as seguintes precauções para evitar ocorrência de mal funcionamento do instrumento.

- Não desmonte, deforme, não curto-circuite a bateria, ou submeta a bateria a calor de 100 ° C ou superior, ou jogue a bateria em fogueira.
- Sempre insira a bateria corretamente seguindo as indicações de polaridades (+ e -) marcado na bateria e no instrumento.
- Sempre use a bateria recomendada.
- Se o instrumento não será utilizado por longo período, mais de três meses, retire a bateria e armazená-la separadamente.
- Ao descartar ou guardar a bateria, cobrir o positivo (+) e negativo (-) dos terminais com fita isolante para evitar o contato com outros metais. Ao desfazer-se dele, siga as portarias e regulamentos do governo local.
- Mantenha a bateria longe da luz solar direta, alta temperatura, alta umidade e longe do alcance das crianças.
- Não engula a bateria. Em caso de ingestão, consultar um médico imediatamente.
- Se o contato com o conteúdo de um dos olhos ou da pele, ou entrar na boca, lavar com água e consultar imediatamente um médico. Caso se aderem à roupa, lavar a roupa com água

### Avisos e Cuidados.

Um display de cristal líquido e uma bateria de óxido de prata são utilizadas neste instrumento. Eventual descarte do instrumento recomenda se seguir as leis, portarias e regulamentos do governo local.

- O display de cristal líquido contém uma substância irritante. Em caso de contato do líquido com olho ou pele, lave o local com água limpa, ou água corrente. Em caso de ingestão da substância, lave imediatamente a boca, beber bastante água, e se possível provocar o vomito, com intuito de eliminar o mesmo e depois consultar um médico.

### Bens de Controle de Exportação Compliance.

Os produtos, tecnologias ou software descritos neste documento podem estar sujeitas as normas nacionais ou internacionais, ou a Controles de Exportação Japonesa. Para exportar, direta ou indiretamente este tipo de produto sem a aprovação devida das autoridades competentes, pode ser considerado uma violação das leis e do regulamentos de controle de exportações.

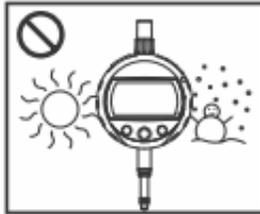
## Precauções recomendadas durante a utilização.

Observe as seguintes precauções de forma a prevenir eventual falha ou mau funcionamento do instrumento.

### Importante:



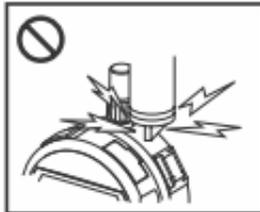
- Não bater o instrumento ou colisão com outros componentes.
- Não deixe cair nem aplique força excessiva sobre o instrumento.
- Não desmonte ou modifique o instrumento.



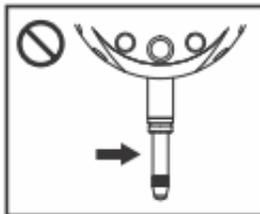
- Não pressione as teclas com um objeto pontiagudo (como chave de fenda ou caneta esferográfica).
- Não utilize ou guarde o aparelho sob a incidência de luz solar direta, ou em ambiente excessivamente quente ou fria.
- Esteja alerta para eventual mal funcionamento, devido à deterioração material caso esteja sendo usado em um ambiente com baixa ou alta pressão atmosférica.



- Não armazene o instrumento em um ambiente de alta umidade. Não use o instrumento em local onde o mesmo esteja sujeito a respingos de água, nevoa úmida.



- Recomendamos não utilizar canetas elétricas para efetuar marcação no instrumento. Peças eletrônicas podem ser danificadas por esses equipamentos. Esteja alerta para o mal funcionamento se for utilizado nas proximidades do ruído elétrico.



- Utilize suporte de fixação do relógio comparador corretamente e em ambiente livre de vibração.
- Não submeta o eixo do relógio com carga vertical ou de torção.

- Limpe eventuais manchas no painel do relógio, utilizando um pano macio ou cotonete, levemente umedecido com detergente neutro diluído. Não usar um solvente orgânico, tais como diluente ou benzina, que podem causar o painel de instrumentos para deformar causando danos irreversíveis ao instrumento.

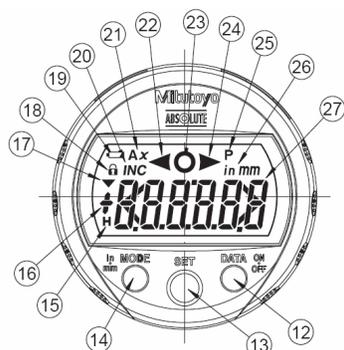
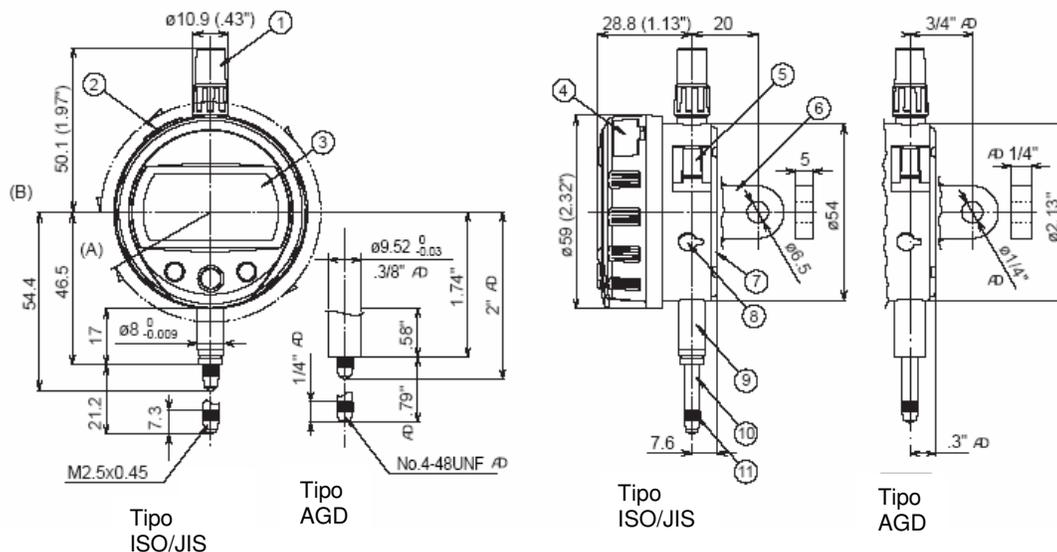
---

**NOTA** • Esteja alerta para erros de medição causados pela expansão térmica dos componentes e acessórios, resultantes da variação significativa da temperatura. Use o instrumento, se possível, em uma sala com temperatura controlada cuja variação de da temperatura seja a mínima. Permitir tempo suficiente para que o instrumento possa estabilizar termicamente, se ele é movido de um ambiente para outro com uma temperatura diferente.

---

## 1. Partes e Dimensões.

Unidade: mm



As siglas referem-se a uma especificação da Gage American Design (AGD). Seções cujas dimensões estão conforme as especificações da ASME da AGD Grupo 2 e estão identificados com este símbolo.

1	Tampa	15	Indicação de tela congelada.
2	Conector de saída(c/ tampa de borracha)	16	Sinal + e – no display
3	Tela de LCD	17	Tela indicativa de contagem revertida.
4	Suporte da bateria.	18	Tela com indicação de função bloqueada.
5	Posição de montagem da alavanca (direita e esquerda)	19	Tela indicativa de bateria fraca.
6	Orelha	20	Tela INC
7	Tampa traseira lisa (somente para os modelos com indicação "B" no código).	21	Tela com função de cálculo.
8	Furo roscado para montagem do cabo de acionamento.	22	Resultado da avaliação de tolerância (-NG)
9	Canhão	23	Resultado da avaliação de tolerância (OK)
10	Fuso	24	Resultado da avaliação de tolerância (+NG)
11	Ponta de contato	25	Tela indicativa de preset
12	Tecla DATA ON/OFF	26	Indicação de unidade in/mm
13	Tecla SET	27	Display com valor medido (tela ampliada).
14	Tecla MODE in/mm		

## 2- Especificações.

Modelo Nome	ID-C112X	ID-C112X	ID-C112X	ID-C112X	ID-C112X	ID-C112X
Código No. *1	543-390	543-391	543-392	543-400	543-401	543-402
Faixa de medição	12,7 mm	12,7 mm / .5"	12,7 mm	12,7 mm	12,7 mm / .5"	12,7 mm / .5"
Resolução	0,001/0,01 mm	0,001/0,01 mm	.00005/.0001/.0005"	0,01 mm	0,01 mm	0,01 mm
Exatidão geral *2	Até 0,003 mm	Até 0,003 mm / ±.0001"	Até 0,02 mm	Até 0,02 mm	Até 0,02 mm / ±.001"	Até 0,02 mm / ±.001"
Histerese *2	Até 0,002mm	Até 0,002mm / .0001"	Até 0,02 mm	Até 0,02 mm	Até 0,02mm / .001"	Até 0,02mm / .001"
Repetitividade *2	Até 0,002mm	Até 0,002mm / .0001"	Até 0,01mm	Até 0,01mm	Até 0,01mm / .0005"	Até 0,01mm / .0005"
Haste	Ø 8 mm		Ø3/8" (Ø 9,52 mm)	Ø 8 mm		Ø3/8" (Ø 9,52 mm)
Ponta de contato	Metal Duro (M2,5 x 0,45)		Metal Duro (no.4-48UNF)	Metal Duro (M2,5 x 0,45)		Metal Duro (no.4-48UNF)
Força de medição	≤ 1,5 N			≤ 0,9 N		
Direção da haste	Permite a utilização em todas as direções.					

Nível de Proteção *3	IP 42 (Na fábrica no momento do embarque / despacho)
Marca CE	EN61326-1:2006 (Teste de proteção requerida : Classe A / Limite de Emissão : Classe B)
Alimentação elétrica.	SR 44 Bateria de Oxido de Prata (1 pc. No. 938882, vida útil aprox. 7000 horas de uso contínuo.
Escala	Encoder absoluto de capacitância eletrotática.
Faixa de temperatura	Temperatura de operação : 0 a 40°C Temperatura de armazenamento -10 a 60 °C
Peso	170 g
Acessórios Normais	Manual de Utilização, Manual de Referencia Rápida, Certificado de Inspeção, Garantia, bateria SR 44 (1 pc) , Guia do WEEE

\*1 – Modelo de tampa traseira lisa são indicados por “B” após o código (ex. 543-390B). Demais modelos são fornecidos com tampa com orelha.

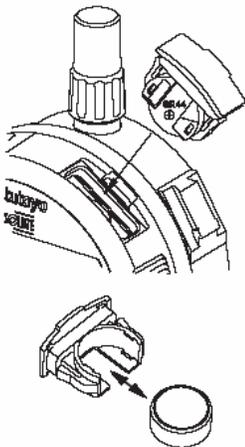
\*2 – Medição realizada a 20 °C, excluindo a erro de contagem do display ( $\pm 1$  dígito).

\*3 - O nível de proteção (IP: International Protection) é indicado conforme as normas IEC 60529 e JIS C 0920.

\* 4: Quando não existir unidade de processamento de dados conectado ao instrumento.

### 3. Acessórios opcionais

- No. 905338 - Cabo de conexão (1 m)
- No. 905409 - Cabo de conexão (2 m)
- No. 21EZA198: Cabo de acionamento do fuso. (para modelos conforme JIS/ISO)
- No. 21EZA198: Cabo de acionamento do fuso. (para modelos conforme AGD)
- No. 21EZA198: Alavanca de acionamento do fuso. (para modelos conforme JIS/ISO)
- No. 21EZA198: Alavanca de acionamento do fuso. (para modelos conforme AGD)
- No. 540774: Cabo de acionamento do fuso.
- Ponta de contatos intercambiáveis e extensões para Relógios Comparadores da Mitutoyo.
- Tampa traseira dos relógios comparadores da Mitutoyo (serie 2).
- Tampas coloridas para relógios comparadores da Mitutoyo (tipo prova d’agua).



### 4- Montagem.

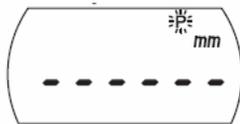
#### 4.1 – Montagem da Bateria (ou substituição).

Utilize de preferência a bateria de oxido de prata (SR 44).

1. Remova a tampa do compartimento de bateria usando uma chave de fenda.
2. Ao substituir a bateria, descarte a bateria gasta.
3. Posicione a nova bateria no suporte da bateria, com o seu polo (+) virado para cima.
4. Recoloque a tampa do compartimento da bateria na posição original. ([-----] será exibida e piscando.)
5. Pressione a tecla SET duas vezes. (Para entrar no modo de medição ABS.)
6. Executar a função de definição, conforme necessário. (Ver na seção 7. Funções e Procedimento de Operação).

### IMPORTANTE

- Se a tampa do compartimento da bateria não estiver colocado corretamente, o instrumento pode não exibir o valor correto ou mesmo resultar em danos do instrumento.
- Se o Modo de Medição não está inscrita após a execução do procedimento acima, defina a bateria novamente.
- Caso o instrumento não seja utilizado por mais de três meses, retire a bateria e guarde em separado de forma a evitar danos causados por eventual vazamento da bateria



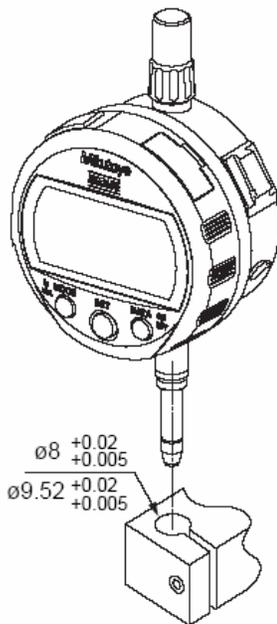
Tela que visualizamos imediatamente após a montagem da bateria nova.

## NOTAS:

- Este instrumento não é despachado com a bateria montada no relógio, portanto, é necessário a montagem da bateria antes de iniciar a sua utilização.
- Recomendamos não utilizar uma ferramenta pontiaguda para remover a bateria do seu compartimento, visando evitar danos ao compartimento ou mesmo os pólos de contatos da bateria.
- Foi colocada uma bateria na fábrica apenas para verificar as funções e o desempenho do instrumento, e comprovamos que o funcionamento está de acordo com a especificação.
- Ao substituir a bateria, irá limpar todas as configurações anteriores. Por este motivo torna se necessário ressetar todos os itens.

## 4.2- Ajuste angular do Display.

O display permite a rotação de até 240° (da posição A) no sentido horário ou 90° (para a posição B) sentido anti horário em relação a posição inicial. (Para rotacionar dentro da faixa, ver 1. Partes e Dimensões.



### IMPORTANTE

- Existem limitadores de giro nas posições indicadas com A e B. Pare a rotação do display quando atingir os limitadores ou poderá danificar o instrumento.
- Evite apertar o display ou puxar para fora. Estas ações poderá danificar e causar o mal funcionamento do instrumento.

## 4.3 – Cuidados com o instrumento

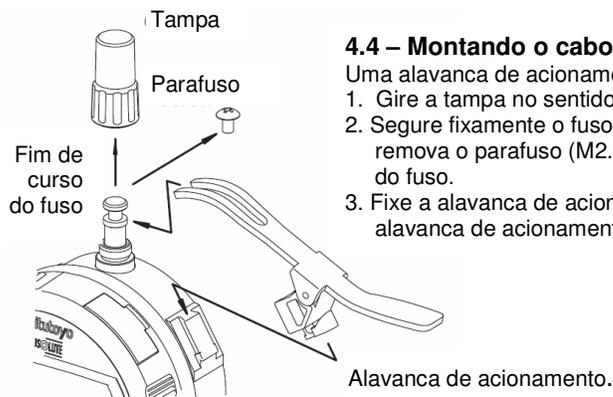
Para a utilização do relógio comparador, é necessário a utilização de um suporte para o relógio ou dispositivos especiais de fixação.

### IMPORTANTE

- Para o caso de utilizar parafusos para travar e fixar diretamente no canhão do relógio recomendamos que a força de travamento seja menor ou igual a 300 mN, para que o fuso possa movimentar suavemente.

## NOTAS:

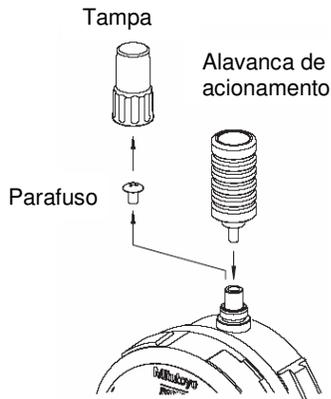
- Monte o relógio comparador com o eixo do fuso perpendicular ao plano de referencia ou a superfície a ser medido. Se o eixo do fuso não estiver perpendicular ao plano de referencia (superfície a ser medida), poderá provocar erro ao resultado da medição. → se o eixo do fuso estiver inclinado de  $\varphi$  em relação a linha perpendicular do plano de referencia, o erro na medição  $\delta$  de uma medição de comprimento de 12 mm será de  $\varphi = 1^\circ: \delta = 0.002\text{mm}$   $\varphi = 2^\circ: \delta = 0.007\text{mm}$   $\varphi = 3^\circ: \delta = 0.016\text{mm}$
- Caso da fixação do relógio ao dispositivo através de furos, o canhão possui o diâmetro de  $\varnothing 8\text{G7}$  (+0.005 to +0.02) ou  $\varnothing 9.52$  (+0.005 até +0.02).



## 4.4 – Montando o cabo de acionamento (opcional).

Uma alavanca de acionamento (opcional) é disponível para este instrumento.

1. Gire a tampa no sentido anti-horário para a sua remoção.
2. Segure fixamente o fuso do relógio de forma a prevenir eventual rotação do fuso, remova o parafuso (M2.5 ou No.4-48UNF) que esta localizado na parte superior do fuso.
3. Fixe a alavanca de acionamento na parte superior do fuso. Depois, fixe a base da alavanca de acionamento no rabo de andorinha localizado no corpo do relógio



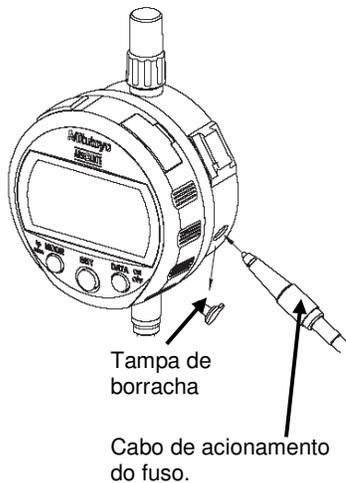
#### 4.5 – Montando a alavanca de acionamento (opcional).

É disponível opcionalmente uma alavanca de acionamento.

1. Gire a tampa do relógio no sentido anti-horário para remover do instrumento.
2. Utilizando um alicate, para fixar o fuso de forma que não rotacione o mesmo (travar o movimento do fuso), e solte o parafuso phillips existente na ponta do fuso (M2,5 ou No. 4-48 UNF).
3. Fixe a alavanca de acionamento na parte superior do fuso.

#### Importante.

- Guarde o parafuso e a tampa que foram removidos, de forma a evitar eventual perda.
- O uso deste instrumento com a alavanca de acionamento (trava do fuso) solto (não fixo corretamente) poderá danificar as partes internas ou mesmo a peça a ser medido.
- Quando a alavanca de acionamento (trava do fuso) não estiver montado, certifique que o parafuso que foi removido tenha sido montado na parte superior do fuso. Caso não, poderá danificar as partes internas do relógio.



#### 4.6 – Montando o cabo de acionamento (Opcional)

Existe um cabo de acionamento do fuso (opcional).

- Remova a tampa de borracha no furo localizado na lateral do relógio (vide figura) de forma a permitir a inserção e rosqueamento do cabo de acionamento, o mais profundo possível.

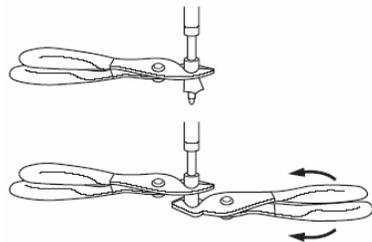
#### Importante

- Guarde a tampa de borracha, pois irá necessitar posteriormente, evitando a sua perda.
- A tampa de borracha, serve para proteger a rosca interna assim como eventual entrada de poeira ou pó no interior do relógio comparador.
- Quando o cabo de acionamento não estiver montado, deixe o furo roscado sempre tampado com a tampa de borracha.
- Evite inserir outro objeto diferente do cabo de acionamento ou aplicação de força excessiva no furo roscado. Poderá danificar a rosca ou mesmo causar danos irreversíveis ao instrumento.
- Movimentando o fuso para cima ou para baixo com o cabo de acionamento solto, não fixo corretamente, o mesmo poderá se soltar ou mesmo danificar partes internas do relógio comparador.

#### 4.7 – Substituição da Ponta de contato.

Existem opcionalmente vários tipos de pontas de contato e extensões. Caso necessário consulte o catálogo de produtos.

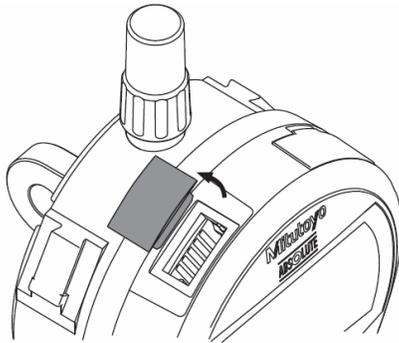
- Segure firmemente o fuso com alicate de forma a não permitir a rotação do fuso do relógio. Depois com a utilização de outro alicate, gire o alicate visando desrosquear ou rosquear a ponta de contato para a sua remoção ou montagem.



#### Importante:

- Recomendamos utilizar um pano, feltro ou mesmo borracha em volta do fuso durante a operação de remoção ou montagem da ponta de contato. Este cuidado é no sentido de proteger o mesmo evitando causar mal funcionamento no instrumento.
- Com a alteração da ponta de contato, poderá provocar a alteração das dimensões externas, força de medição e a limitação da direção de medição. Ponta de contatos não adequados pode prejudicar na perpendicularidade da face plana de contato e no caso de pontas com disco giratório causar erros de medição. Recomendamos estes cuidados visando assegurar a exatidão nas medições.

## 5. Saída de Dados



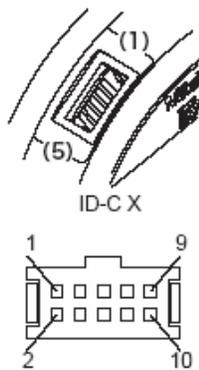
### 5.1 Cabo de conexão.

O valor medido pode ser transferido ou gravado com a utilização de um cabo de conexão (opcional) e um Mini Processador Digimatic por exemplo o DP-1VR ou outros processador de dados. Para a conexão, remova a tampa de borracha localizado no corpo do relógio como mostra a figura ao lado e depois conecte o instrumento a unidade de processamento de dados. Conecte firmemente o cabo.

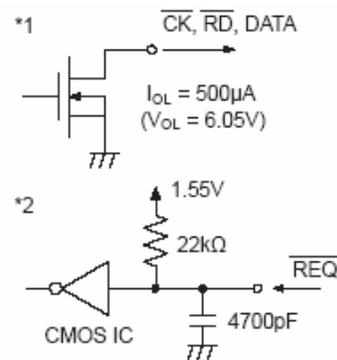
#### IMPORTANTE

- Guarde a tampa removida, de forma a evitar eventual perda.
- Coloque a tampa de borracha sempre que o cabo de conexão não estiver em uso.

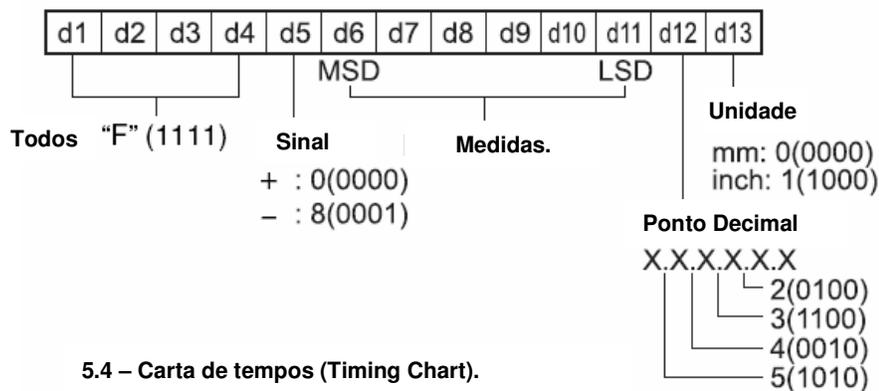
### 5.2 – Pinagem de saída do conector.



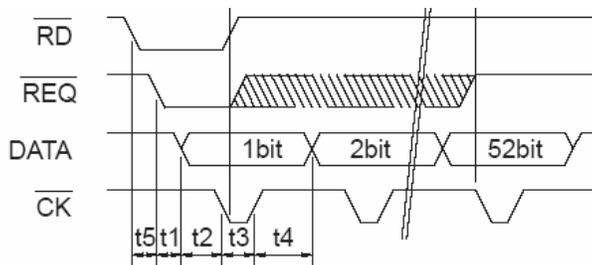
Pin No.		Signal	I/O
ID-C X	Cable		
1	1	GND	---
2 <sup>*1</sup>	2	DATA	O
3 <sup>*1</sup>	3	$\overline{CK}$	O
4 <sup>*1</sup>	4	$\overline{RD}$	O
5 <sup>*2</sup>	5	$\overline{REQ}$	I
---	6 - 10	N.C.	---



### 5.3 - Formato de saída.



### 5.4 – Carta de tempos (Timing Chart).



$10\text{ms} \leq t1 < 150\text{ms}$   
 $0.1\text{ms} \leq t2 < 0.2\text{ms}$   
 $0.1\text{ms} \leq t3 < 0.2\text{ms}$   
 $0.1\text{ms} \leq t4 < 0.2\text{ms}$

t5: **Depende do instrumento que esta sendo utilizado.**

\*3 : Fixando o sinal REQ o sinal no estado Low será enviado no tempo de saída do CK.  
Assegure que o retorno em High antes do final do período CK (52nd bit) que será enviado (saída).

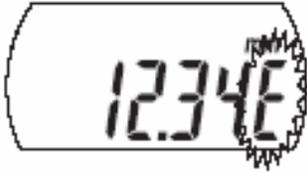
## 6. Mensagens de erro e medidas corretivas.

### Erro de composição ABS.

Se este erro ocorrer enquanto o fuso estiver parado, o sensor interno pode estar apresentando mal funcionamento. Quando este erro aparecer e logo em seguida, desaparece durante o movimento do eixo, este não significa um mau funcionamento do instrumento, mas apenas devido ao processamento interno.

[Medidas corretivas]

- O instrumento requer reparação. Contacte o distribuidor Mitutoyo ou escritório de vendas mais próximo de onde adquiriu o produto.

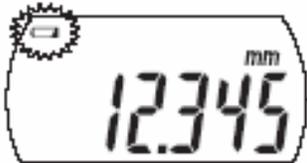


### Baixa voltagem

A bateria está descarregada.

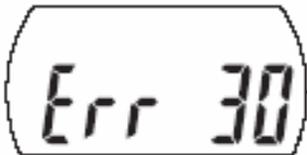
[Medidas corretivas]

- Substituir a bateria por uma nova.



Erro de Indicação - indicação de que o valor medido ultrapassou o número de dígitos de exibição. [Medidas corretivas]

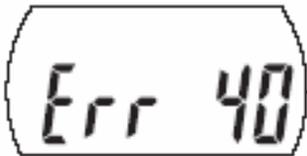
- Durante o modo de medição ABS, pressione a tecla SET para iniciar a configuração de origem de medição, e em seguida, definir o valor predefinido novamente. • Durante o modo de medição INC, pressione o botão SET chave em uma posição adequada para o zero-set.
- Pressione e segure a tecla MODE para entrar no modo de configuração de parâmetros, e seguida, alterar a resolução para um valor apropriado (somente para o modelo de 0,001 mm).



**Erro devido a contaminação do sensor de detecção.** O sensor de detecção pode estar contaminado devido à diferença de temperatura ou outras causas de contaminação.

[Medidas corretivas]

- Desligue o relógio digital e deixe o mesmo estabilizando térmica por aproximadamente 2 hora.
- Mesmo assim se o instrumento não restabelecer a operação normal, o instrumento deve ser reparado. Contacte o distribuidor Mitutoyo ou escritório de vendas mais próximo de onde adquiriu o produto.



**Erro de setagem do valor do Preset ( na medição normal)** O valor presetado para a medição normal excedeu o número de dígitos de exibição.

[Medidas corretivas]

- Pressione e segure a tecla SET para voltar ao valor pré-configuração, e depois definir o valor apropriado novamente.
- Pressione a tecla SET para voltar ao modo de medição, e em seguida, digite o parâmetro de definição de modo a alterar a resolução para um valor apropriado (apenas para o modelo de 0,001 mm).



**Erro de setagem do valor do Preset (cálculo de medição).** O valor presetado para o cálculo da medição excedeu o número de dígitos de exibição. [Medidas corretivas]

- Pressione e segure a tecla SET para voltar ao valor pré-configuração, e redefina um valor apropriado novamente.
- Pressione a tecla SET para voltar ao modo de medição, e em seguida, digite o parâmetro de definição de modo a alterar a resolução para um valor apropriado (apenas para o modelo de 0,001 mm).



Erro de Setagem da Tolerância. A definição do valor do limite de tolerância, valor do limite superior é menor que o valor do limite inferior.

[Medidas corretivas]

- Pressione a tecla SET para voltar à definição do valor da tolerância, e em seguida, redefina o valor do limite superior de forma que seja maior que o valor do limite inferior.

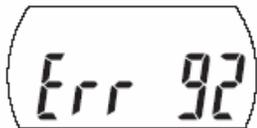




**Erro na setagem do valor do limite superior.** O valor do limite superior excedeu o número de dígitos permitidos.

[Medidas corretivas]

- Pressione e segure a tecla SET para voltar à definição do valor limite superior, e defina um valor apropriado novamente.
- Pressione a tecla SET duas vezes para iniciar a setagem da resolução para um valor apropriado. (apenas para o modelo de 0,001 mm).



**Erro na setagem do valor do limite inferior.** O valor do limite inferior ultrapassou o número de dígitos permitidos.

[Medidas corretivas]

- Pressione e segure a tecla SET para voltar à configuração do valor do limite inferior, e redefina um valor apropriado novamente.
- Pressione a tecla SET duas vezes para iniciar a setagem da resolução para um valor apropriado. (apenas para o modelo de 0,001 mm).



**Erro na setagem do coeficiente de cálculo.** O coeficiente foi setado como sendo 0,0000.

[Medidas corretivas]

- Pressione e segure a tecla SET para voltar a tela de ajuste do coeficiente de cálculo, e em seguida, ajuste para um valor diferente de 0,0000

## 7. Funções e Procedimentos de Operação.

Este instrumento possui as seguintes funções. Ver na seção correspondente para a operação de cada função.

Chave liga desliga .....	7.1
Modo de Medição.....	7.2
• Alternando o sistema de medição (ABS/INC) .....	7.2.1
• Setagem da origem de medição e pressetando o valor .....	7.2.2
• Alterando a unidade do sistema (in/mm).....	7.2.3
• Zerando o valor no display.....	7.2.4
• Congelando o valor do display (sem um dispositivo externo conectado).....	7.2.5
• Saída externa do valor do display (sem um dispositivo externo conectado).....	7.2.6
• Modo de setagem dos parâmetros .....	7.3
• Iniciando/Saindo do modo de setagem dos parâmetros.....	7.3.1
• Alterando a direção de contagem.....	7.3.2
• Função de setagem da tolerância de avaliação.....	7.3.3
• Alterando a resolução (somente o modelo de 0,001 mm).....	7.3.4
• Função de setagem de cálculo .....	7.3.5
• Função de setagem travamento e liberação .....	7.3.6

**Método de pressionar as teclas: são utilizadas 2 formas de pressionar as teclas conforme a ilustração.**



**Pressionar e soltar**  
(até 2 segundos).

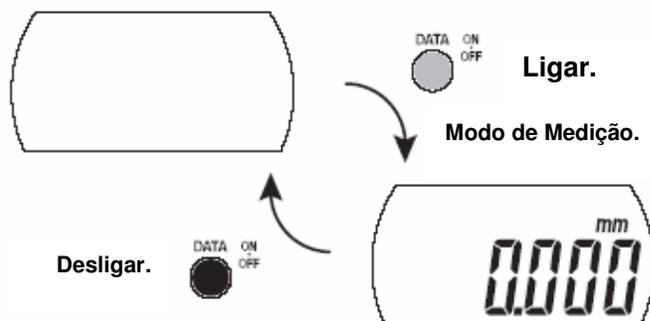


**Pressionar e manter**  
(até 2 segundos).

### 7.1 Chave de ligamento ON/OFF.

Devemos utilizar esta chave para ligar ou desligar o aparelho.

- Para ligar : Apertar a tecla DATA ON/OFF.
- Para desligar : Apertar e manter pressionado a tecla DATA ON/OFF.



**NOTA:**

- Este instrumento toda vez que ligamos irá entrar sempre no Modo de Medição.
- O sistema de medição irá manter a configuração definida pouco antes do último desligamento. (Vide na seção 7.2.1 Alternando o modo (ABS/INC) para maiores detalhes.)
- Se o aparelho não liga, mesmo quando a tecla DATA for pressionada, a bateria pode estar esgotada. Recomendamos substituir a bateria.
- No caso de efetuar o desligamento OFF durante processo de setagem do aparelho, irá cancelar todo o conteúdo e manter a configuração anterior.

**7.2 Modo de Medição**

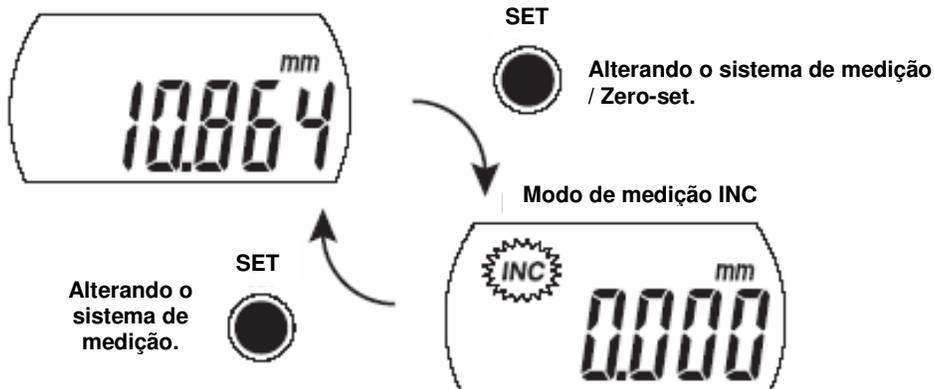
**7.2.1 Alternando do modo (ABS/INC) no instrumento.**

Este instrumento possui dois sistemas de medição: ABS e INC. Pressione e segure a tecla SET dentro do modo de medição. Desta forma o sistema de medição irá mudar de ABS e INC.

Sistema de Medição ABS: neste modo a medição é realizado no valor absoluto em relação a origem da medição.

Sistema de Medição INC: modo de medição é realizado de forma relativa e o deslocamento em relação onde foi setado o ponto zero.

**Modo de medição ABS**



**NOTA:** Quando o sistema de medição for alterado de ABC para INC, o display mudar para zero (zero set) ao mesmo tempo.

**7.2.2. Setando a origem da medição e valor a ser pressetado (preset).**

No modo de medição ABS, é possível setar (preset) a origem da medição a ser utilizada. O valor pressetado pode ser ajustado individualmente para cada tipo de medição isto é normal e de cálculo.

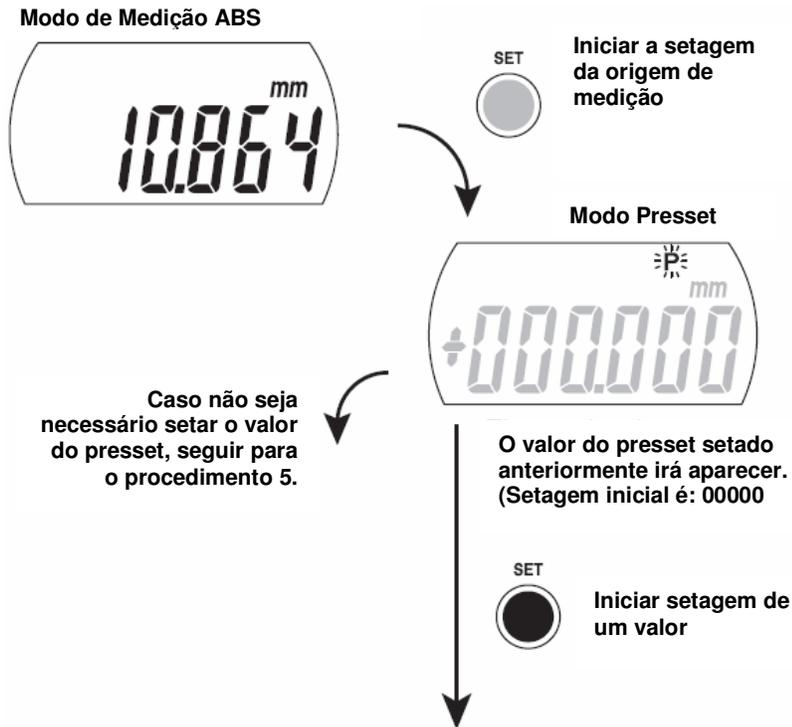
### 1. Setando a origem da medição.

Pressione a tecla SET no modo de medição ABS. Irá aparecer "P" piscando e no display o valor pressetado anteriormente. Se o valor a ser pressetado é o mesmo, podemos utilizar o valor normalmente.

Se o valor a ser pressetado é diferente do que aparece no display, favor seguir o procedimento do passo 5.

### 2. Setando o valor do presset.

Pressione e manter apertado a tecla SET. O sinal irá começar a piscar e o valor do presset pode ser alterado.



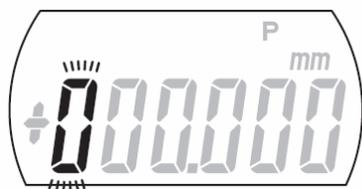
### 3. Seleção do sinal

- Seleção: Pressione a tecla MODE para selecionar o sinal. Pressionando a tecla MODE irá alternar entre os sinais "+" e "-", nesta ordem.
- Determinação: Pressione a tecla SET para selecionar o sinal. Quando o sinal estiver selecionado, o dígito na parte mais alta, irá começar a piscar permitindo a setagem.



### 4. Setando um valor.

- Seleção: Pressione a tecla MODE para selecionar o valor numérico. Pressionando a tecla MODE irá mudar de 0 ~ 9, nesta ordem.
- Determinação: Pressione a tecla SET para selecionar o valor. Quando o valor estiver selecionado, o próximo dígito irá começar a piscar para permitir a setagem.



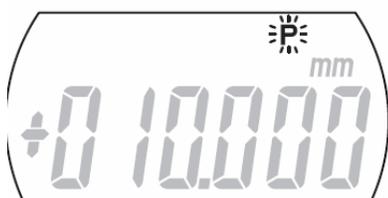
MODE  
 Seleção

SET  
 Determinação

Repetir o procedimento acima até que todos os dígitos estejam sendo setados. Quando o menor valor numérico for setado, a letra "P" irá começar a piscar.

### 5. Setando a origem da medição \*

Verifique se o novo valor pressetado \*\* novamente e depois pressione a tecla SET. O valor pressetado será definido como a origem da medição, e em seguida, irá retornar ao modo de medição ABS



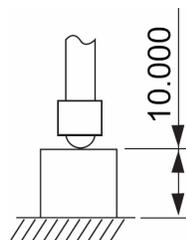
Exemplo de setagem: 10.000 mm

SET  
 Completado a setagem da origem de medição.

SET  
 Iniciar a setagem novamente.

\* Setando a origem de medição (posição de origem) Levantar o eixo do relógio para definir o ponto de contacto como a posição de referência (origem medição).

\*\* Se o valor errado for pressetado, pressione e segure a tecla SET para voltar ao procedimento 3 e execute o procedimento novamente de forma sucessiva.



#### NOTAS:

- Ao setar a origem de medição ou pressetar um valor, certifique-se de levantar o fuso do relógio pelo menos 0,2 mm acima do ponto mínimo de indicação do relógio.
- O valor pressetado e a origem da medição são mantidos mesmo após o relógio ser desligado, mas o valor pressetado será apagado quando a bateria for removida ou seja substituída, portanto, precisa ser ajustado novamente.
- O valor pressetado será automaticamente convertida quando o sistema de unidades ou a resolução for alterada. Neste caso, porém, pode ocasionar erro de conversão. Por este motivo, é recomendável verificar o valor pressetado depois das mudanças no sistema de unidade ou na resolução.
- Para parar ou cancelar a programação do meio da operação, pressione e segure a tecla MODE

MODE

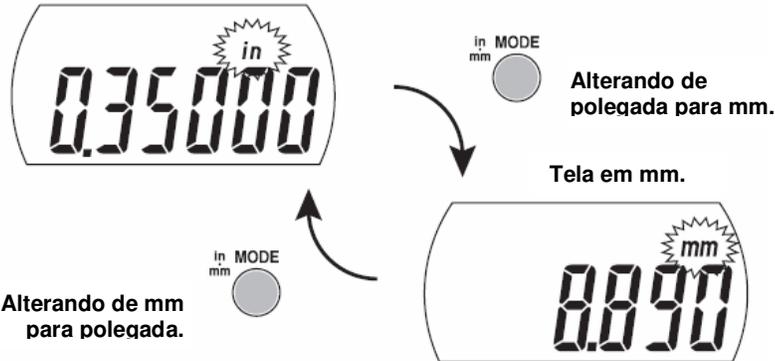


Parar / Cancelar a Setagem

### 7.2.3 sistema de unidade de comutação (mm)

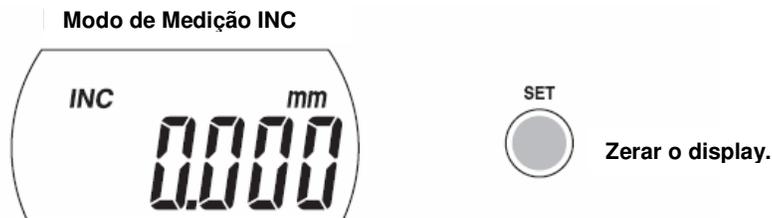
Pressione a tecla MODE in / mm dentro do modo de medição. Desse modo, o sistema de unidade entre em in (polegadas) e mm (milímetros).

Tela em polegada (in)



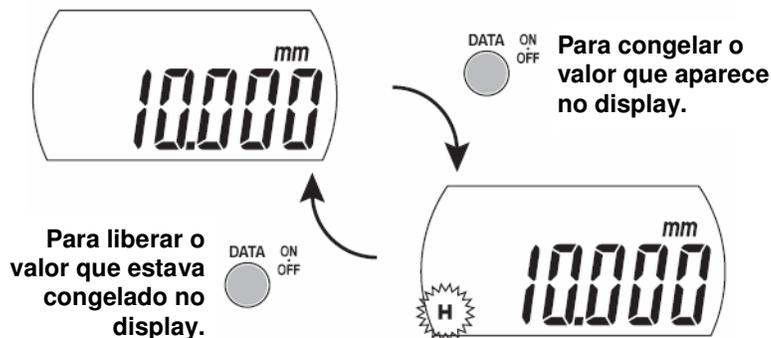
#### 7.2.4 Zerando o valor visualizado.

Pressione a tecla SET dentro do modo de medição INC. O valor que aparece na tela irá mudar para zero.



#### 7.2.5 Congelando o valor exibido no display (sem qualquer dispositivo externo conectado)

Pressione a tecla DATA dentro do modo de medição. A letra "H" irá aparecer e o valor do display fica congelado. Pressione a tecla DATA outra vez para liberar o estado de congelamento.



---

#### NOTA:

- A função de congelamento do valor que aparece no display não será executado, quando a tecla DATA for pressionado, na tela de exibição ampliada de avaliação da tolerância.
- 

#### 7.2.6 Saída externa do valor que aparece no display (sem qualquer dispositivo externo conectado).

O valor do display pode ser enviado para um dispositivo externo conectado a este instrumento. Ver na seção 5.1 Cabo de conexão e o seu detalhamento.

- Exportando o valor exibido.  
Pressione a tecla de DATA dentro do modo de medição. O valor exibido é enviado para um dispositivo externo que estiver conectado. Ver na seção 5. SAIDA DE DADOS através de um cabo de conexão, pinagem, formato dos dados de saída, e carta de gráfico dos dados.



## NOTAS:

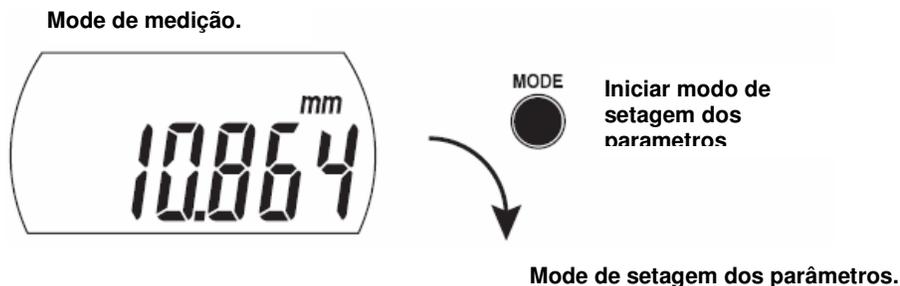
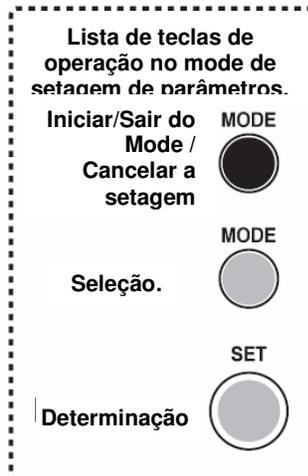
- A função de saída de dados para dispositivo externo, usando a tecla DATA não é executada na tela de exibição ampliada de avaliação da tolerância. Os dados medidos podem ser exportados para um dispositivo externo somente se um sinal de solicitação (REQ) for enviado pelo dispositivo externo.
- Antes de utilizar a função de saída de dado, não se esqueça da leitura do manual de operação da unidade de processamento de dados a ser conectada, para um correto funcionamento.
- Um sinal de solicitação de dados (REQ) do dispositivo externo deve ser enviado com o fuso do relógio comparador parado. Se uma solicitação de dados (REQ) for recebido com o fuso em movimento, um valor inválido pode ser exportado ou um dado falho.
- Quando uma solicitação de dados (REQs) for recebido em um curto intervalo, a saída de dados pode falhar.

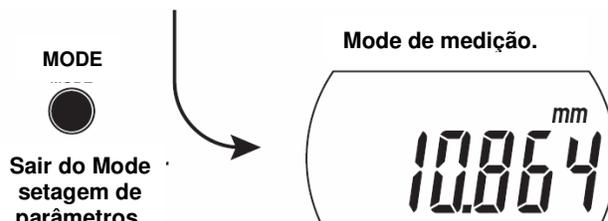
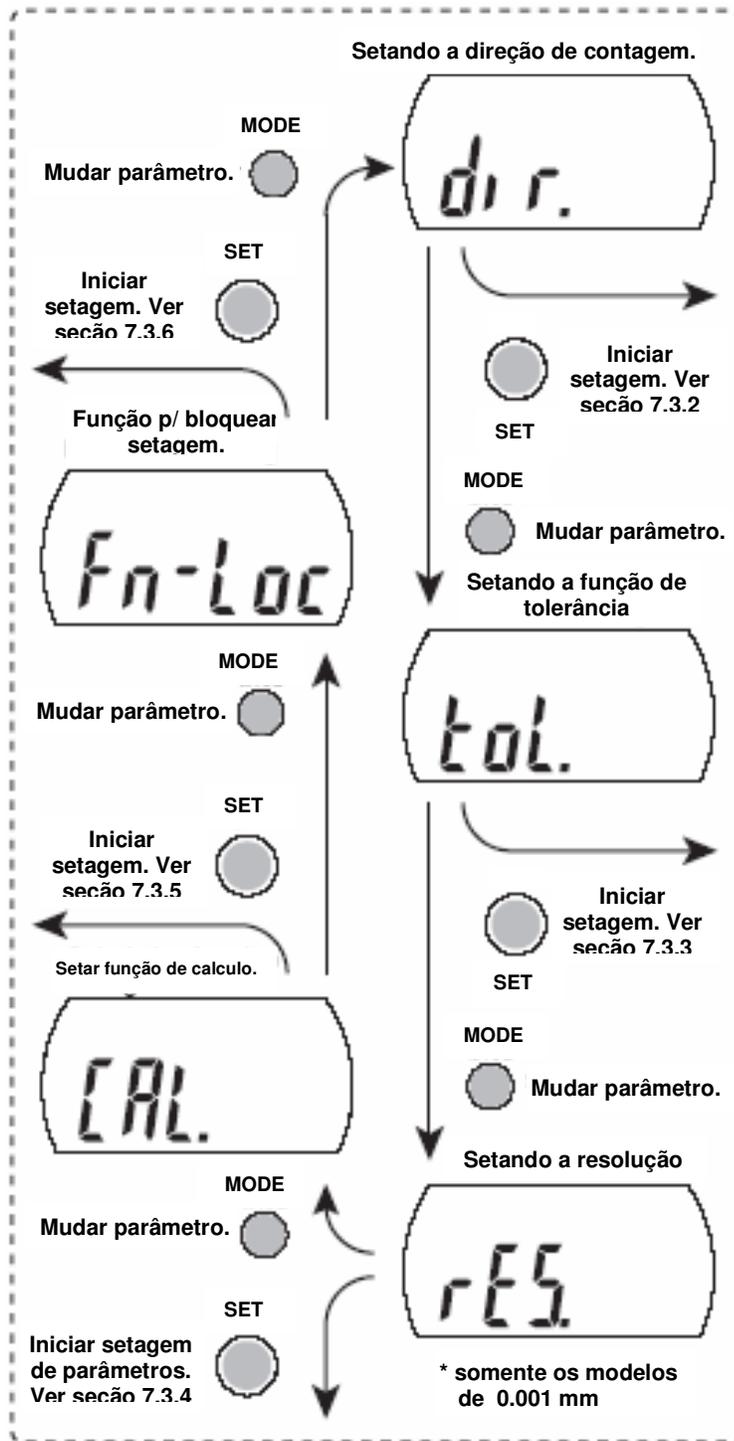
### 7.3 Modo de setagem dos parâmetros.

Neste mode permite realizar várias setagens.

#### 7.3.1 Iniciar / sair do Modo de setagem dos parâmetros.

1. Iniciando o modo de setagem dos parâmetros.  
Pressione e segure a tecla MODE dentro do mode de medição.
2. Seleção / Setagem dos parâmetros (ver a descrição de cada parâmetro.)
3. Sair do modo de setagem dos parâmetros.  
Pressione e segure a tecla MODE para retornar ao modo de medição.





**NOTA:**

- Quando a função de bloqueio estiver ativo, nenhuma outra operação diferente da liberação do bloqueio poderá ser executado. Para definir outro item, libere a função de bloqueio. (Ver na seção 7.3.6.)
- Para parar no meio da configuração, pressione e segure a tecla MODE. Observe que as configurações efetuadas até este momento será cancelada.
- Todas as configurações são mantidas mesmo após este instrumento ser desligado. No entanto, todas as configurações serão apagadas quando a bateria for retirada ou substituída, portanto, necessita ser ajustado novamente.

**7.3.2 Mudança na direção de contagem.**

É possível mudar a direção a contagem no sentido contrário ao movimento do fuso do relógio. 1. Iniciar o modo de setagem, dos parâmetros. (Ver o procedimento 1 no item 7.3.1.)

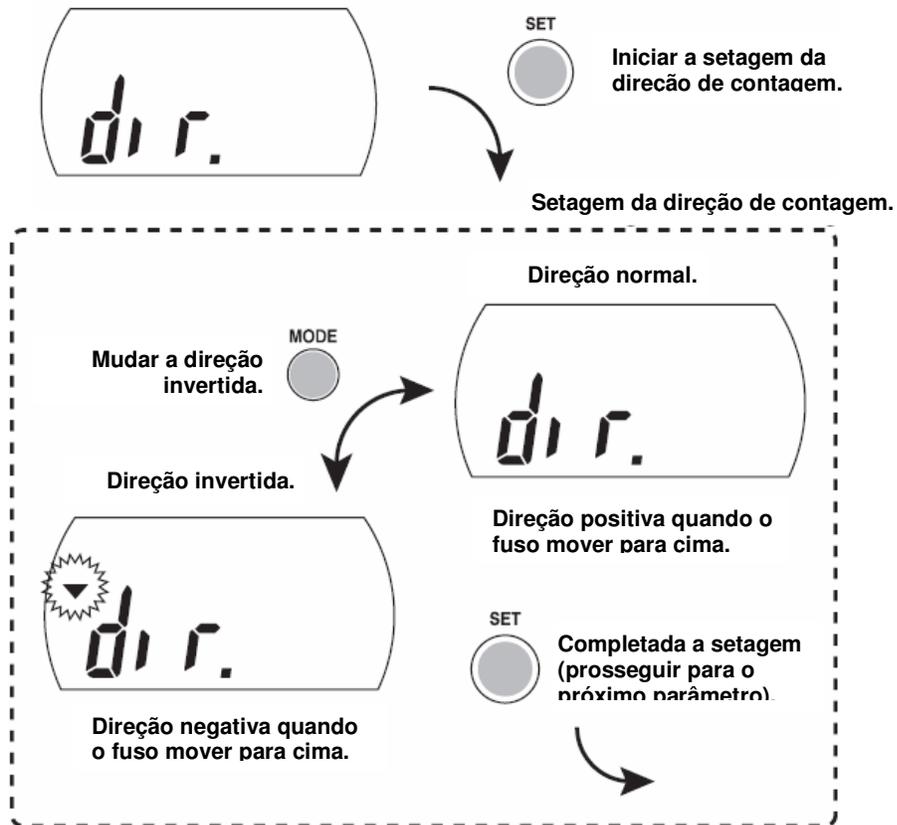
2. Selecione o parâmetro. (Ver o procedimento 2 no item 7.3.1.)

Podemos alterar o sentido de contagem.

3. Setar a direção de contagem.

- Seleção: Pressione a tecla MODE para selecionar o sentido de contagem (frente / invertido). Pressionando a tecla MODE irá alterar para frente e invertido a cada vez que apertamos a tecla..
- Determinação: Pressione a tecla SET para definir a direção de contagem desejada.

Quando a direção da contagem estiver finalizada, o instrumento irá passar para o próximo parâmetro.



**7.3.3 Setar a função de avaliação de tolerância.**

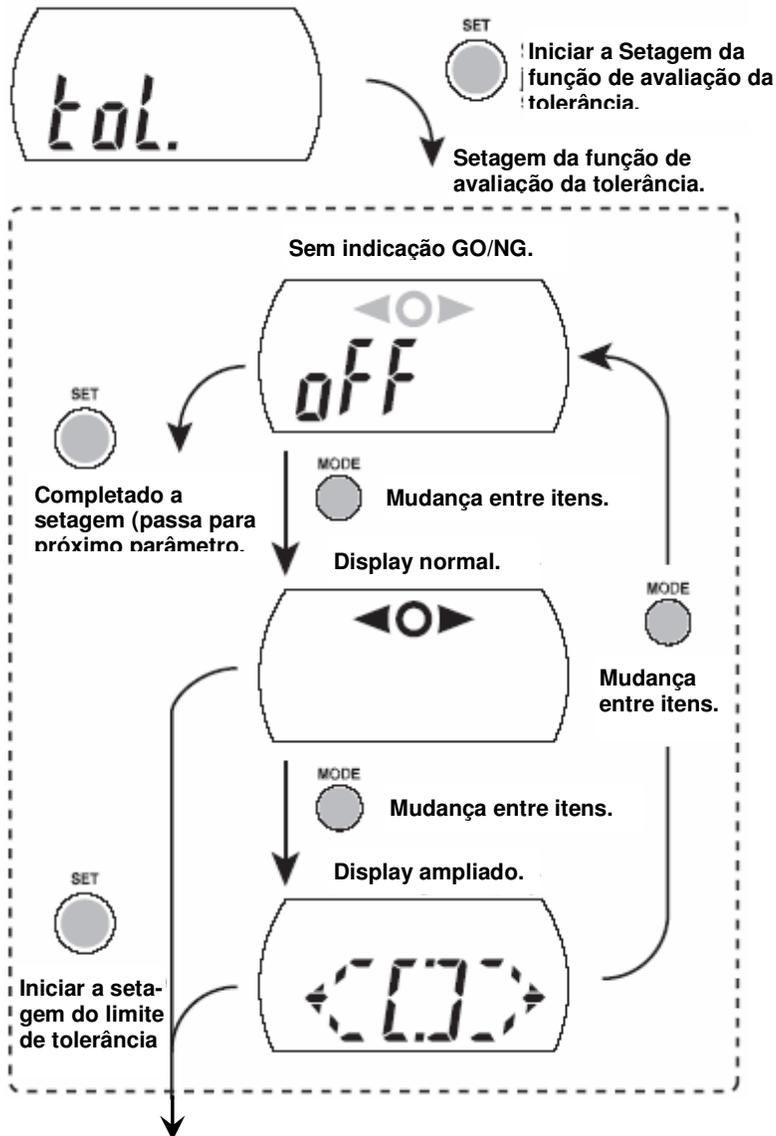
Permite realizar a avaliação dos valores medidos pela função Passa/Não Passa (GO / NG) dentro de um valor limite de tolerância selecionado previamente. O valor limite de tolerância pode ser definido para medição (no total de quatro configurações) normal e diferencial no modo ABS ou INC. Consulte na seção 7.3.5. Setando a função de cálculo para obter maiores detalhes sobre as medição normal e diferencial.

**NOTAS:**

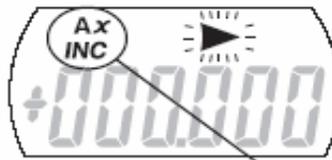
- A função de avaliação de tolerância é definido no sistema de medição (ABS ou INC) que foi definido no modo de configuração dos parâmetros. Verifique se o sistema de medição desejado para a função de avaliação de tolerância está selecionado, antes de definir os valores do limite de tolerância.
- Quando utilizar a função de julgamento de tolerância durante a medição diferencial, verifique se a função de cálculo está selecionada, antes de definir o valor limite de tolerância.

1. Iniciar o modo de setagem de parâmetros. (Ver procedimento 1 no item 7.3.1.)
  2. Selecione o parâmetro. (Ver procedimento 2 no item 7.3.1.).  
Os limites de tolerância pode ser setado.
  3. Definir a função de avaliação de tolerância.
- Seleção: Pressione a tecla MODE para selecionar a função de avaliação da tolerância. Pressionando a tecla MODE irá mudar de NO GO / indicação NG → Avaliação de Tolerância (display normal) → Avaliação de Tolerância (display ampliada), nesta ordem.
  - Determinação: Pressione a tecla SET para concluir o ajuste da função de tolerância.

Caso esteja selecionado o display normal ou na forma ampliada, a marca ► irá começar a piscar, indicando que é possível inserir o valor dos limites de tolerância (limite superior). Quando a indicação NO GO / NG for selecionada, a setagem irá mudar para o próximo parâmetro.



Setagem da Tolerância inferior.



Iniciar a setagem do limite superior.

- Pressione e segure a tecla SET. O sinal ira piscar e o valor poderá ser alterada.
- Caso não seja necessário a alteração, pressione a tecla SET. Depois disso, setar o valor do limite inferior:

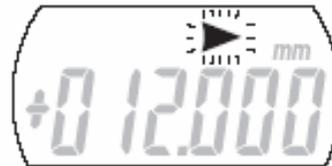
Nada no display: Sistema de Medição ABS.

INC no display: Sistema de Medição INC.

Ax no display: Função de calculo em execução.



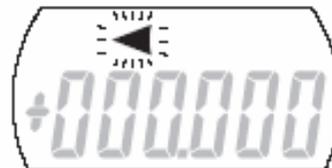
O sinal e o valor podem ser alterados da mesma forma que o valor do preset. Ver o procedimento 3 e 4 em 7.2.2.



Exemplo de definição: 12,000 mm



Iniciar a setagem do valor do limite inferior.



Iniciar a setagem do limite inferior.

- Pressione e segure a tecla SET. O sinal ira piscar e o valor poderá ser alterada.
- Caso não seja necessário a alteração, pressione a tecla SET. A setagem irá mudar para o próximo parâmetro.



O sinal e o valor podem ser alterados da mesma forma que o valor do preset. Ver o procedimento 3 e 4 em 7.2.2.



Completada a setagem (passa para o próximo parâmetro)



Exemplo de definição: 11,500 milímetros

**NOTA:**

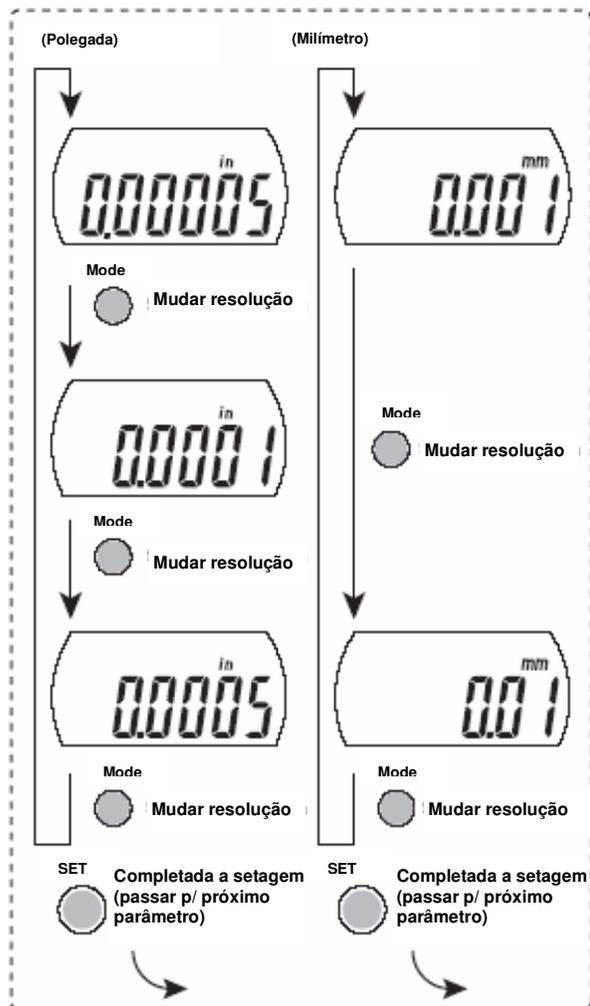
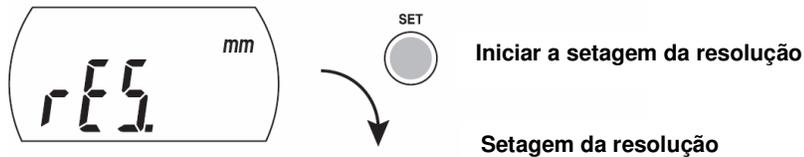
- No caso da introdução do valor do limite inferior ser maior que o valor do limite superior irá aparecer uma mensagem Err 90 e os valores introduzidos serão desconsiderados. Pressione a tecla SET para cancelar a exibição da mensagem de erro, e depois inicie novamente a configuração a partir do valor limite superior. (Ver seção 4. Mensagens de erro e medidas corretivas para maiores detalhes).
- Valores de limites de tolerância não podem ser definidos para as telas de exibição normal e ampliados.
- Os valores dos limites de tolerância serão convertidos automaticamente quando o sistema de unidades (mm/pol) ou a resolução for alterada. Nestes casos, pode ocorrer eventual erro de conversão. Portanto, recomenda-se verificar se os valores dos limites de tolerância estão corretos após a alteração do sistema de unidades ou a resolução.

**7.3.4 A alteração da resolução (apenas para modelo de 0,001 milímetros)**

Nos modelos de 0,001 milímetros, o ajuste de resolução podem ser alteradas.

1. Iniciar o modo de setagem dos parâmetros. (Ver no procedimento 1 no item 7.3.1.)
2. Selecione o parâmetro. (Ver procedimento 2 no item 7.3.1.)
3. A resolução pode ser selecionada.

- Seleção: Pressione a tecla MODE para selecionar a resolução. Pressionando a tecla MODE irá mudar de 0,00005 → 0,0001 → 0,0005 ou 0,001 mm → 0,01 mm → 0,001 milímetros, nesta ordem.
- Determinação: Pressione a tecla SET para definir a escolha da resolução. Quando a resolução estiver selecionada, irá passar para o próximo parâmetro



**NOTA:**

- O sistema de unidades (polegadas ou milímetros) não é possível ser alterados durante a setagem. Para alterar o sistema de unidade, pressione e segure a tecla MODE duas vezes para sair do modo de setagem dos parâmetros e entrar no modo de medição. (Ver na seção 7.2.3 Sistema de alteração da unidade (mm)).

**7.3.5 Setagem da função de cálculo.**

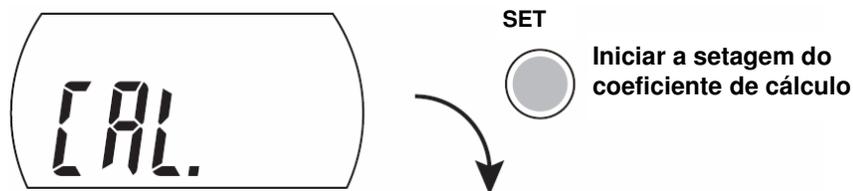
Este instrumento de medição tem duas funções: medida normal-mento (mostra o deslocamento do eixo) e medição de cálculo.

Sistema ABS: Valor visualizado = (valor pressetado) + (coeficiente de cálculo) × (deslocamento do fuso a partir da origem da medição)

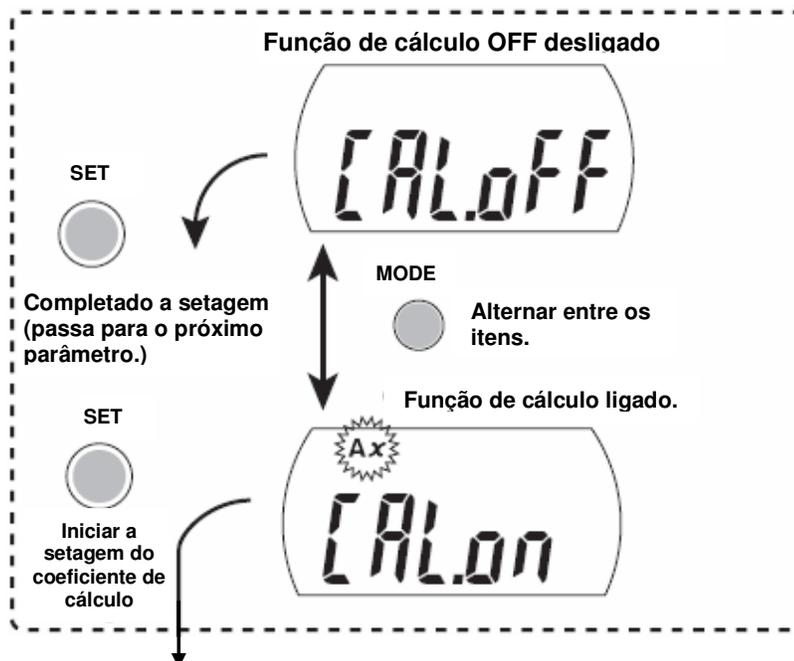
Sistema INC: Valor visualizado = (cálculo do coeficiente) × (deslocamento do fuso a partir da origem da medição)

1. Iniciar o modo de setagem dos parâmetros. (Veja procedimento 1 no item 7.3.1.)
2. Selecione o parâmetro. (Veja procedimento 2 no item 7.3.1.)  
A função de cálculo pode ser set.
3. Selecione ligar ON / desligar OFF da função de cálculo.
  - Seleção: Pressione a tecla MODE para escolher se pretende executar a função de cálculo. Pressionando a tecla MODE alternar entre ligado e desligado.
  - Determinação: Pressione a tecla SET para determinar a setagem. Quando estiver setado em On, a indicação "Ax" irá começar a piscar e o coeficiente de cálculo poderá ser alterado. Quando a função de cálculo estiver setado em OFF, a setagem irá para o próximo parâmetro.

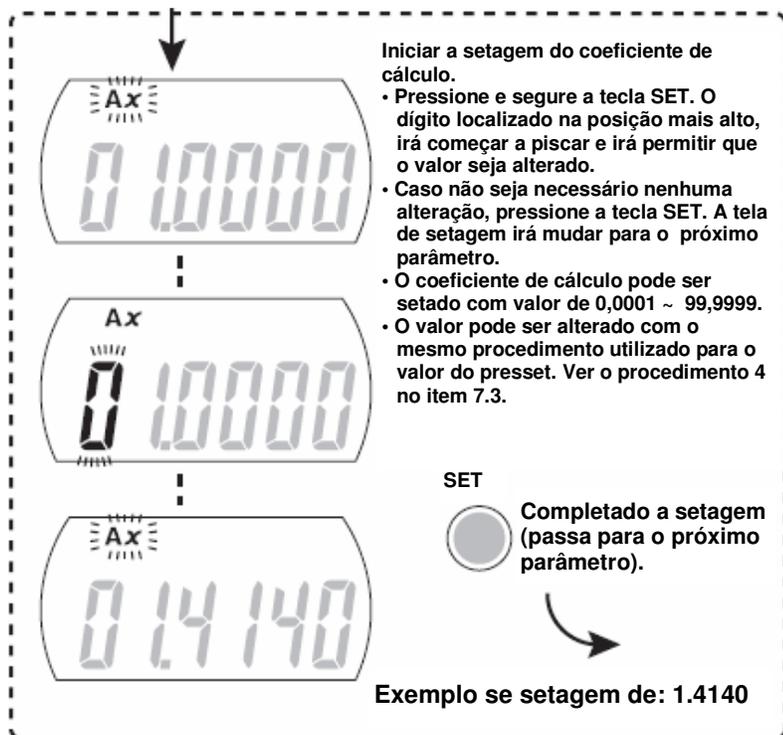
**Setagem da função de cálculo.**



**Setagem do coeficiente de cálculo.**



### Setagem do coeficiente de cálculo.



#### NOTAS:

- O coeficiente de cálculo não é alterado, mesmo quando o sistema de unidades ou a resolução for modificada.
- Se o coeficiente de cálculo for definido como 0,0000, mensagem de erro Err 00 irá aparecer. Pressione e segure a tecla SET para cancelar a exibição de erro, e depois introduza o valor correto. (Ver seção 4 Mensagens de erro e medidas corretivas).

### 7.3.6 Ambiente / liberando função de bloqueio.

A função de travamento (proibição da de alteração) liberar ou não a alteração. Quando esta função estiver setado, a operação estará indisponível preventivamente os erros de operação, exceto de ligar e desligar, liberar / congelar o valor no display, saída de valores visualizado e a liberação da status da função de travamento.

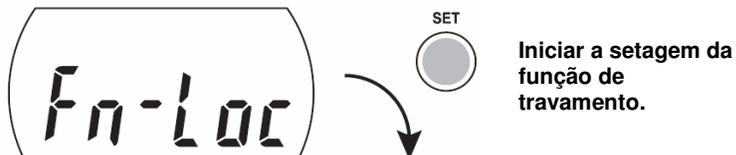
1. Iniciar o modo de setagem dos parâmetros. (Ver o procedimento 1 no item 7.3.1.)

2. Selecione o parâmetro. (Ver o procedimento 2 no item 7.3.1.)

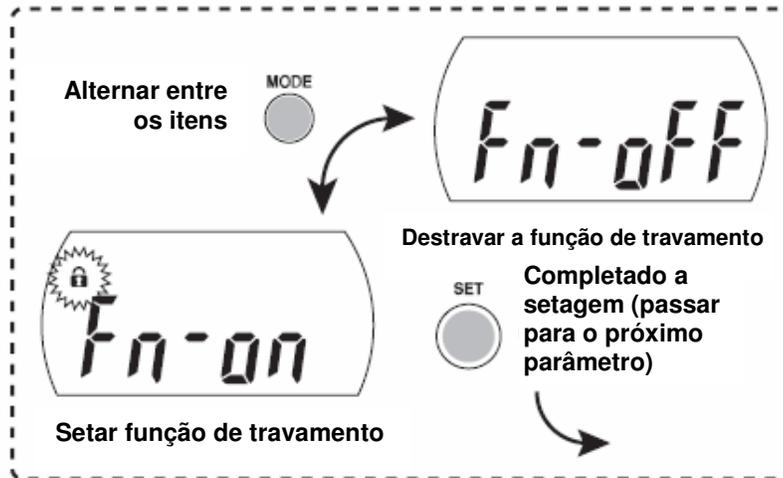
A função de bloqueio pode ser setado.

3. Selecione a setagem / liberar a função de bloqueio.

- Seleção: Pressione a tecla MODE para selecionar a setagem ou a liberação da função de bloqueio. Pressionando a tecla MODE alternar entre a setagem e a liberação.
- Determinação: Pressione a tecla SET para definir a setagem. Se a função de travamento estiver selecionado para OFF, a setagem irá seguir para o próximo parâmetro.



### Como setar a função de travamento



---

**NOTA:** • A função de bloqueio se torna efetiva, depois de sair do modo de setagem dos parâmetros e retornar ao modo de medição.

---

# Model 4500 Series

## Vibrating Wire Piezometer

### Instruction Manual



## **WARRANTY STATEMENT**

---

GEOKON warrants its products to be free of defects in materials and workmanship, under normal use and service for a period of 13 months from date of purchase. If the unit should malfunction, it must be returned to the factory for evaluation, freight prepaid. Upon examination by GEOKON, if the unit is found to be defective, it will be repaired or replaced at no charge. However, the **WARRANTY IS VOID** if the unit shows evidence of having been tampered with or shows evidence of being damaged as a result of excessive corrosion or current, heat, moisture or vibration, improper specification, misapplication, misuse or other operating conditions outside of GEOKON's control. Components that wear or are damaged by misuse are not warranted. This includes fuses and batteries.

GEOKON manufactures scientific instruments whose misuse is potentially dangerous. The instruments are intended to be installed and used only by qualified personnel. There are no warranties except as stated herein. There are no other warranties, expressed or implied, including but not limited to the implied warranties of merchantability and of fitness for a particular purpose. GEOKON is not responsible for any damages or losses caused to other equipment, whether direct, indirect, incidental, special or consequential which the purchaser may experience as a result of the installation or use of the product. The buyer's sole remedy for any breach of this agreement by GEOKON or any breach of any warranty by GEOKON shall not exceed the purchase price paid by the purchaser to GEOKON for the unit or units, or equipment directly affected by such breach. Under no circumstances will GEOKON reimburse the claimant for loss incurred in removing and/or reinstalling equipment.

Every precaution for accuracy has been taken in the preparation of manuals and/or software, however, GEOKON neither assumes responsibility for any omissions or errors that may appear nor assumes liability for any damages or losses that result from the use of the products in accordance with the information contained in the manual or software.

No part of this instruction manual may be reproduced, by any means, without the written consent of GEOKON. The information contained herein is believed to be accurate and reliable. However, GEOKON assumes no responsibility for errors, omissions or misinterpretation. The information herein is subject to change without notification.

The GEOKON® wordmark and logo are registered trademarks with the United States Patent and Trademark Office.

# TABLE OF CONTENTS

---

<b>1. THEORY OF OPERATION</b>	1
<b>2. QUICK START INSTRUCTIONS</b>	2
<b>3. PRIOR TO INSTALLATION</b>	3
<b>3.1 SATURATING FILTER TIPS</b>	3
3.1.1 SATURATING LOW AIR ENTRY (STANDARD) FILTERS	3
3.1.2 SATURATING HIGH AIR ENTRY CERAMIC FILTERS	3
3.1.3 SATURATING MODEL 4500C FILTER TIPS	4
<b>3.2 ESTABLISHING AN INITIAL ZERO READING</b>	4
3.2.1 RECOMMENDED METHOD FOR ESTABLISHING AN INITIAL ZERO READING	5
3.2.2 ALTERNATIVE METHOD ONE	5
3.2.3 ALTERNATIVE METHOD TWO	5
3.2.4 ALTERNATIVE METHOD THREE	6
<b>3.3 CHECKING THE PIEZOMETER PERFORMANCE</b>	6
<b>4. INSTALLATION</b>	7
<b>4.1 INSTALLATION IN STANDPIPES OR WELLS</b>	7
<b>4.2 INSTALLATION IN BOREHOLES</b>	7
<b>4.3 INSTALLATION IN FILLS AND EMBANKMENTS</b>	9
<b>4.4 INSTALLATION BY PUSHING OR DRIVING INTO SOFT SOILS</b>	10
<b>4.5 MODEL 4500H AND MODEL 4500HH TRANSDUCER</b>	11
<b>4.6 SPLICING AND JUNCTION BOXES</b>	11
<b>4.7 LIGHTNING PROTECTION</b>	12
<b>4.8 FREEZING PROTECTION</b>	13
<b>5. TAKING READINGS</b>	14
<b>5.1 GK-404 VIBRATING WIRE READOUT</b>	14
5.1.1 OPERATING THE GK-404	14
<b>5.2 GK-405 VIBRATING WIRE READOUT</b>	15
5.2.1 CONNECTING SENSORS WITH 10-PIN BULKHEAD CONNECTORS ATTACHED	15
5.2.2 CONNECTING SENSORS WITH BARE LEADS	15
5.2.3 OPERATING THE GK-405	15
<b>5.3 MEASURING TEMPERATURES</b>	15
<b>6. DATA REDUCTION</b>	17
<b>6.1 PRESSURE CALCULATION</b>	17

<b>6.2 TEMPERATURE CORRECTION</b> .....	17
<b>6.3 BAROMETRIC CORRECTION (REQUIRED ONLY ON UNVENTED TRANSDUCERS)</b> .....	18
<b>6.4 MODEL 4500SV, VENTED PIEZOMETERS</b> .....	19
<b>6.5 ENVIRONMENTAL FACTORS</b> .....	20
<b>7. TROUBLESHOOTING</b> .....	21
<b>APPENDIX A. SPECIFICATIONS</b> .....	23
<b>A.1 SPECIFICATIONS</b> .....	23
<b>A.2 THERMISTOR</b> .....	23
<b>A.3 STANDARD PIEZOMETER WIRING</b> .....	23
<b>APPENDIX B. THERMISTOR TEMPERATURE DERIVATION</b> .....	24
<b>B.1 10K<math>\Omega</math> THERMISTOR RESISTANCE</b> .....	25
<b>APPENDIX C. IMPROVING THE ACCURACY OF THE CALCULATED PRESSURE</b> .....	26
<b>APPENDIX D. TYPICAL CALIBRATION REPORT</b> .....	27
<b>APPENDIX E. MODEL 4500AR PIEZOMETER</b> .....	28
<b>APPENDIX F. PIEZOMETER PRESSURE AND WATER LEVEL</b> .....	29

## **FIGURES**

---

<b>FIGURE 1: MODEL 4500S VIBRATING WIRE PIEZOMETER</b> .....	1
<b>FIGURE 2: 4500C SATURATION</b> .....	4
<b>FIGURE 3: TYPICAL LEVEL MONITORING INSTALLATION</b> .....	7
<b>FIGURE 4: TYPICAL BOREHOLE INSTALLATIONS</b> .....	8
<b>FIGURE 5: HIGH AIR ENTRY FILTER</b> .....	10
<b>FIGURE 6: LOW AIR ENTRY FILTERS ONLY</b> .....	10
<b>FIGURE 7: TYPICAL SOFT SOILS INSTALLATION</b> .....	11
<b>FIGURE 8: TYPICAL MULTI-PIEZOMETER INSTALLATION</b> .....	12
<b>FIGURE 9: RECOMMENDED LIGHTNING PROTECTION SCHEME</b> .....	13
<b>FIGURE 10: GK-404 READOUT</b> .....	14
<b>FIGURE 11: LEMO CONNECTOR TO GK-404</b> .....	14
<b>FIGURE 12: GK-405 READOUT</b> .....	15
<b>FIGURE 13: VENTED PIEZOMETERS</b> .....	19
<b>FIGURE 14: TYPICAL CALIBRATION REPORT</b> .....	27
<b>FIGURE 15: 4500AR PIEZOMETER</b> .....	28

## **TABLES**

---

<b>TABLE 1: CEMENT / BENTONITE / WATER RATIOS .....</b>	<b>9</b>
<b>TABLE 2: ENGINEERING UNITS MULTIPLICATION FACTORS.....</b>	<b>17</b>
<b>TABLE 3: VIBRATING WIRE PIEZOMETER SPECIFICATIONS .....</b>	<b>23</b>
<b>TABLE 4: STANDARD PIEZOMETER WIRING.....</b>	<b>23</b>
<b>TABLE 5: 3K<math>\Omega</math> THERMISTOR RESISTANCE.....</b>	<b>24</b>
<b>TABLE 6: 10K<math>\Omega</math> THERMISTOR RESISTANCE.....</b>	<b>25</b>
<b>TABLE 7: 4500AR WIRING CHART.....</b>	<b>28</b>

## **EQUATIONS**

---

<b>EQUATION 1: DIGITS CALCULATION</b> .....	17
<b>EQUATION 2: CONVERT DIGITS TO PRESSURE</b> .....	17
<b>EQUATION 3: TEMPERATURE CORRECTION</b> .....	18
<b>EQUATION 4: BAROMETRIC CORRECTION</b> .....	18
<b>EQUATION 5: CORRECTED PRESSURE CALCULATION</b> .....	19
<b>EQUATION 6: 3KΩ THERMISTOR RESISTANCE</b> .....	24
<b>EQUATION 7: 10KΩ THERMISTOR RESISTANCE</b> .....	25
<b>EQUATION 8: SECOND ORDER POLYNOMIAL EXPRESSION</b> .....	26
<b>EQUATION 9: LINEARITY CALCULATION</b> .....	26



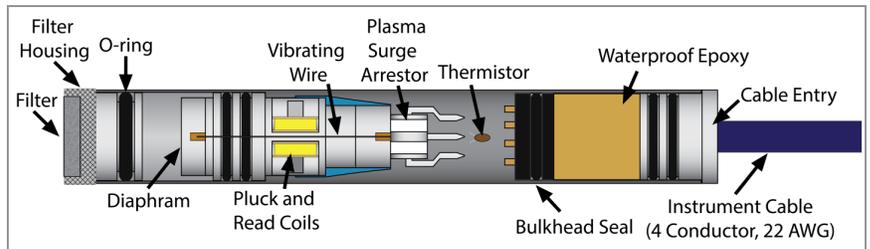
# 1. THEORY OF OPERATION

GEOKON Model 4500 Vibrating Wire Piezometers are intended primarily for long-term measurements of fluid depths and pore pressures in standpipes, boreholes, embankments, pipelines, and pressure vessels. Several different models are available to suit a variety of Geotechnical applications. Calibration data is supplied with each piezometer.

All GEOKON vibrating wire piezometers utilize a sensitive stainless steel diaphragm (with the exception of model 4500C, which employs bellows) to which a vibrating wire element is connected. During use, changing pressures on the diaphragm cause it to deflect. This deflection is measured as a change in tension and frequency of vibration of the vibrating wire element. The square of the vibration frequency is directly proportional to the pressure applied to the diaphragm. A filter is used to keep out solid particles and prevent damage to the sensitive diaphragm. Standard filters are 50-micron stainless steel. High air entry value filters are available upon request.

Two coils, one with a magnet insert, the other with a pole piece insert, are installed near the vibrating wire. In use, a pulse of varying frequency (swept frequency) is applied to these coils, causing the wire to vibrate primarily at its resonant frequency. When the excitation ends, the wire continues to vibrate. During vibration, a sinusoidal signal is induced in the coils and transmitted to the readout box where it is conditioned and displayed.

Portable readout units are available to provide the excitation, signal conditioning, and readout of the instrument. Datalogger systems, which allow remote, unattended data collection of multiple sensors, are also available. Contact GEOKON for additional information.



**FIGURE 1:** Model 4500S Vibrating Wire Piezometer

All exposed components are made of corrosion resistant stainless steel. If proper installation techniques are used, the device should have an unlimited life.

In salt water, it may be necessary to use special materials for the diaphragm and housing. The 4500INCO and 4500TI series piezometers are specifically designed to be used in this type of environment.

## 2. QUICK START INSTRUCTIONS

---

For those familiar with Geotechnical instrumentation and its installation, the following quick start instructions may be used. For more detailed instructions see Section 3.

1. Prior to installation, allow the piezometer to come to thermal equilibrium for a minimum of 15 minutes. (Alternatively, if the instrument is attached to a readout box, wait until the piezometer reading has stabilized.)
2. Record the piezometer reading, barometric pressure, and temperature while the piezometer is experiencing zero (atmospheric) pressure. This is what is known as the "initial zero" reading.
3. Verify that the initial zero reading for the piezometer is compatible with the factory supplied zero reading on the calibration report.
4. Carefully measure and mark the cable where it will lie at the top of the borehole, well, or standpipe, once the piezometer has reached the desired depth. (The piezo diaphragm lies  $\frac{3}{4}$  of an inch above the tip of the piezometer.)
5. Saturate the piezometer filter (see Section 3.1).

**Warning!** Do not allow the piezometer to freeze once the filter stone has been saturated!

6. For installation in standpipes or wells, see Section 4.1. For boreholes, see Section 4.2. For fills and embankments, see Section 4.3.

### **3. PRIOR TO INSTALLATION**

---

#### **3.1 SATURATING FILTER TIPS**

**Warning!** Do not allow the piezometer to freeze once the filter stone has been saturated!

See Section 4.8 for information about protecting the piezometer from freezing.

Most filter tips can be removed for saturation and then reassembled. To maintain saturation, the unit should be kept underwater until installation. If the piezometer is used in a standpipe where it will be raised and lowered frequently, the filter housing may loosen over time, and a permanent filter assembly may be required. The removable filter may be fixed permanently by prick punching the piezometer tube approximately  $\frac{1}{16}$ " to  $\frac{1}{8}$ " behind the filter assembly joint.

Salts in the water can be deposited into the filter stone causing it to become clogged if it is allowed to dry out completely. Filter stones may be replaced with screens for standpipe installations. Screens available from GEOKON are less likely than standard filters to collect salt and become clogged.

##### **3.1.1 SATURATING LOW AIR ENTRY (STANDARD) FILTERS**

For accurate results, total saturation of the filter is necessary. As the piezometer is lowered into the water, water is forced into the filter, compressing the air in the space between the filter stone and the pressure sensitive diaphragm. After a period, this air will dissolve into the water, filling the filter and the space above it entirely with water.

To speed up the saturation process, remove the filter from the piezometer by carefully twisting and pulling on the filter housing assembly (or unscrewing the point of the piezometer for model 4500DP). Hold the piezometer with the filter facing up and fill the space above the diaphragm with water. Slowly replace the filter housing, allowing the water to squeeze through the filter stone as it is installed. For piezometers with a range of less than 10 psi, take readings with a readout box while reinstalling the filter housing to ensure the piezometer is not overranged.

##### **3.1.2 SATURATING HIGH AIR ENTRY CERAMIC FILTERS**

Because of the high air entry characteristics of the ceramic filter, de-airing is particularly important. Different air entry values require different saturation procedures.

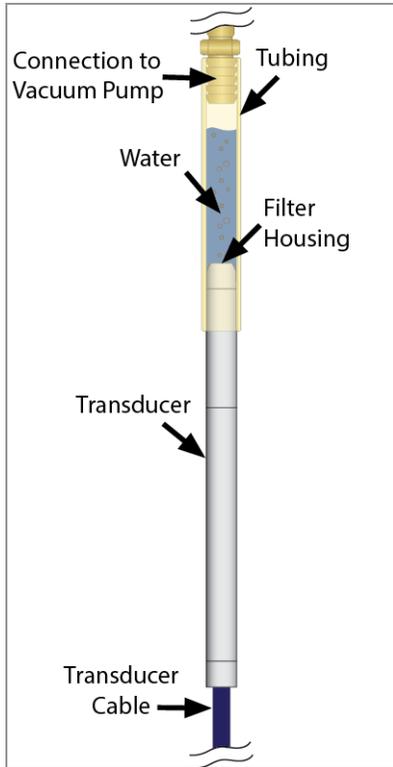
###### ***ONE BAR FILTERS***

1. Remove the filter from the piezometer by carefully twisting and pulling on the filter housing assembly.
2. Boil the filter assembly in de-aired water.
3. Reassemble the piezometer under the surface of a container of de-aired water. Use a readout box while installing the filter to monitor the diaphragm pressure. If the piezometer begins to overrange, allow the pressure to dissipate before pushing further.
4. Be sure that no air is trapped in the transducer cavity.

###### ***TWO BAR AND HIGHER FILTERS***

The proper procedure for de-airing and saturating these filters is somewhat complex; therefore, it is recommended that saturation be done at the factory by GEOKON. If saturation must be done in the field, carefully follow the instructions below:

1. Place the assembled piezometer, filter down, in a vacuum chamber that has an inlet port at the bottom for de-aired water.
2. Close off the water inlet and evacuate the chamber. The transducer should be monitored while the chamber is being evacuated.
3. When maximum vacuum has been achieved, allow de-aired water to enter the chamber until it reaches an elevation a few inches above the piezometer filter.
4. Close off the inlet port.
5. Release the vacuum.
6. Observe the transducer output. It may take up to 24 hours for the filter to completely saturate and the pressure to rise to zero.
7. After saturation, the transducer should be kept in a container of de-aired water until installation. If de-aired at the factory a special cap is applied to the piezometer to maintain saturation.



**FIGURE 2:** 4500C Saturation

### 3.1.3 SATURATING MODEL 4500C FILTER TIPS

**WARNING!** The filter housing is not removable on the 4500C. Any attempt to remove the filter stone or the housing will destroy the transducer!

If the pressure to be measured is less than 5 psi the filter stone must be saturated. A hand operated vacuum pump and short length of half inch surgical tubing is required. Hand pumps and tubing are available from the factory. (A hand pump that has been used successfully is the MityvacII® by Lincoln Industries Corp. of St. Louis, MO.)

The saturation procedure is as follows:

1. Attach the tube to the transducer as shown in Figure 2.
2. Fill the tubing with approximately two inches (five centimeters) of water.
3. Attach the other end of the tube to the hand vacuum pump.
4. While holding the transducer so that the water rests on the filter, but does not enter the pump, squeeze the hand pump to initiate a vacuum inside the tubing. This will draw the air out of the filter and the area behind it, replacing it with water. A vacuum of 20 to 25" Hg. (50 to 65 cm Hg.) is enough for proper air evacuation.

### 3.2 ESTABLISHING AN INITIAL ZERO READING

Vibrating wire piezometers differ from other types of pressure sensors in that they indicate a reading when no pressure is exerted on the sensor.

**Note:** It is imperative that an accurate initial zero reading be obtained for each piezometer, as this reading will be used for all subsequent data reduction.

Generally, the initial zero reading is obtained by reading the instrument prior to installation. There are several different ways of taking an initial zero reading. The essential element in all methods is that the piezometer needs to thermally stabilize in a constant temperature environment while the pressure on the piezometer is barometric only. Because of the way the piezometer is constructed, it usually takes 15 to 20 minutes for the temperature of all the different elements to equalize.

A question may arise as to what to do with the filter stone while taking zero readings. It will not matter if the filter stone is saturated when using a standard stainless steel filter. However, if the piezometer is equipped with a ceramic high air entry filter stone, then it must be saturated while taking the zero readings.

It will be necessary to measure the barometric pressure only if the piezometer is unvented and it will be installed in a location that is subject to barometric pressure changes that would require correction, such as in an open well. A piezometer sealed in place at depth could be recording pressures in groundwater that is not hydraulically connected to the atmosphere, for which barometric pressure compensation would be inappropriate. See Section 6.3 for more information on Barometric corrections.

Calibration data is supplied with each gauge, a factory zero reading taken at a specific temperature and absolute barometric pressure is included. (See Appendix D for a sample calibration report.) Zero readings at the site should coincide with the factory readings within 50 digits, after barometric and temperature corrections are made. Barometric pressures change with elevation at a rate of approximately 3.45 kPa (½ psi) per 300 meters (1,000 ft). The factory elevation is +580 feet. All stated barometric readings represent absolute pressure uncorrected for height above sea level. A thermistor is included inside the body of the piezometer for the measurement of temperature.

**NOTE REGARDING THE 4500C:** The construction of this very slender vibrating wire transducer requires a miniaturization of the internal parts, which consequently are somewhat delicate. **Handle the transducer with care during the installation procedure.** Despite taking every precaution to ensure that the transducer arrives unharmed, it is possible for the zero to shift during shipment due to rough handling. However, tests have shown that though the zero may shift, the calibration factors do not change. Therefore, it is doubly important that an initial no load zero reading be taken prior to installation.

### **3.2.1 RECOMMENDED METHOD FOR ESTABLISHING AN INITIAL ZERO READING**

1. Saturate the filter stone per Section 3.1. **Warning!** Do not allow the piezometer to freeze once the filter stone has been saturated!
2. Replace the filter stone.
3. Hang the piezometer in the borehole at a point just above the water.
4. Wait until the piezometer reading has stopped changing.
5. Take the zero and temperature readings.

### **3.2.2 ALTERNATIVE METHOD ONE**

1. Place the piezometer under water in a bucket.
2. Allow 15 to 20 minutes for the temperature of the unit to stabilize.
3. Use the instrument cable to lift the piezometer out of the water. Do not handle the piezometer housing; body heat from the hands could cause temperature transients.
4. Immediately take a zero and temperature reading.

### **3.2.3 ALTERNATIVE METHOD TWO**

1. Allow 15 to 20 minutes for the temperature of the unit to stabilize.
2. Lift the piezometer by the cable only. Do not handle the piezometer housing; body heat from the hand could cause temperature transients.
3. Take a zero and temperature reading.

(If this method is chosen, be sure that the piezometer is protected from sunlight or sudden changes of temperature. Wrapping it in some insulating material is recommended.)

### 3.2.4 ALTERNATIVE METHOD THREE

1. Lower the piezometer to a known depth marked on the piezometer cable. (The diaphragm inside the piezometer is located approximately 15 mm (¾") from the tip.)
2. Use a dip meter to accurately measure the depth to the water surface.
3. After temperature stabilization, read the piezometer pressure.
4. Using the factory calibration constants and a knowledge of the pressure of the water column above the piezometer (height times density), calculate the equivalent zero pressure reading if linear regression is used, or the factor C if the second order polynomial is used.

### 3.3 CHECKING THE PIEZOMETER PERFORMANCE

If a rough check of the piezometer performance is needed, the following procedure is recommended:

1. Lower the piezometer to a point near the bottom of a water-filled borehole, or below the surface of a body of water.
2. Allow 15 to 20 minutes for the piezometer to come to thermal equilibrium.
3. Using a readout box, record the reading at the current depth.
4. Raise the piezometer by a measured increment.
5. Record the reading on the readout box at the new depth.
6. Using the factory calibration factor, calculate the change in water depth.
7. Compare the calculated change in depth with the measured depth increment. The two values should be roughly the same.

#### **ALTERNATIVE METHOD USING A DIP METER:**

1. Lower the piezometer tip to a measured depth below the water surface.
2. Allow 15 to 20 minutes for the piezometer to come to thermal equilibrium.
3. Using a readout box, record the reading at that level.
4. Calculate the elevation of the water surface using the given calibration factor.
5. Compare the calculated elevation to the elevation measured using the dip meter.

#### **THINGS THAT CAN AFFECT THIS CHECKING PROCEDURE:**

- If the density of the water is not one gram/cubic centimeter.
- If the water is saline or turbid.
- The water level inside the borehole may vary during the test. This is due to the displacement of water caused by the cable as it is raised and lowered in the borehole. The smaller the borehole is, the greater the displacement will be. For example, a Model 4500S-50KPA piezometer lowered 50 feet below the water column in a one-inch (0.875-inch ID) standpipe **will displace the water level by more than four feet.**

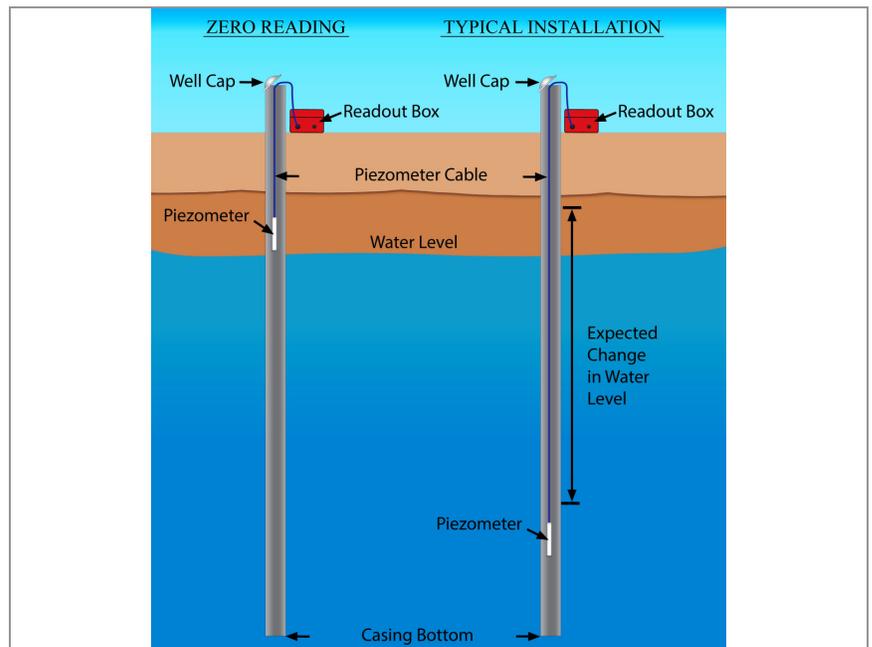
## 4. INSTALLATION

### 4.1 INSTALLATION IN STANDPIPES OR WELLS

1. Saturate the filter stone and establish an initial zero reading by following the steps outlined in Section 3.1 and Section 3.2.

**Warning!** Do not allow the piezometer to freeze once the filter stone has been saturated!

2. Mark the cable where the top of the well or standpipe will reside once the piezometer has reached the desired depth. (The piezometer diaphragm is located  $\frac{3}{4}$  of an inch above the tip of the piezometer.)
3. Lower the piezometer into the standpipe/well.
4. Be sure the cable is securely fastened to prevent the piezometer from sliding further into the well and causing an error in the readings.



**FIGURE 3:** Typical Level Monitoring Installation

It is not recommended that piezometers be installed in wells or standpipes where an electrical pump or cable is nearby. Electrical interference from these sources can cause unstable readings. If unavoidable, it is recommended that the piezometer be placed inside a piece of steel pipe. In situations where packers are used in standpipes, special care should be taken to avoid cutting the cable jacket with the packer, as this could introduce a possible pressure leak in the cable.

### 4.2 INSTALLATION IN BOREHOLES

GEOKON piezometers can be installed in cased or uncased boreholes, in either single or multiple piezometer configurations. If pore pressures in a particular zone are to be monitored, careful attention must be paid to the borehole sealing technique.

The borehole should extend six to 12 inches below the proposed piezometer location. Boreholes should be drilled without using drilling mud, or by using a material that degrades rapidly with time, such as Revert™. Wash the borehole clean of drill cuttings. Backfill the borehole with clean fine sand to a point six

inches below the desired piezometer tip location. The piezometer can then be lowered into position. (Preferably, the piezometer will be encapsulated in a canvas bag containing clean, saturated sand.) While holding the instrument in position, (a mark on the cable is helpful) fill the borehole with clean fine sand to a point six inches above the piezometer.

Three methods of isolating the zone to be monitored are detailed below.

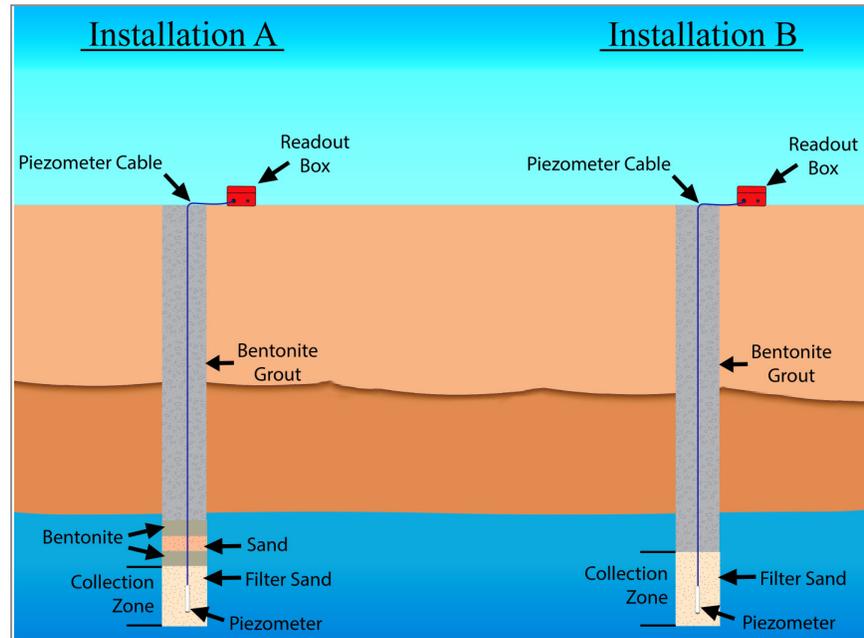
#### ***INSTALLATION A***

Immediately above the area filled with clean fine sand, known as the "collection zone", the borehole should be sealed by an impermeable bentonite cement grout mix, or with alternating layers of bentonite and sand backfill, tamped in place for approximately one foot, followed by common backfill (see Figure 4).

If multiple piezometers are to be used in a single hole, the bentonite and sand should be tamped in place below and above the upper piezometers, as well as at interval between the piezometer zones. When using tamping tools special care should be taken to ensure that the piezometer cable jackets are not cut during installation, as this could introduce a possible pressure leak in the cable.

#### ***INSTALLATION B***

The borehole is filled from the collection zone upwards with an impermeable bentonite grout.



**FIGURE 4:** Typical Borehole Installations

#### ***INSTALLATION C***

It should be noted that since the vibrating wire piezometer is essentially a no flow instrument, collection zones of appreciable size are not required. The piezometer can be placed directly in contact with most materials, provided that the fines are not able to migrate through the filter. The latest thinking is that it is not necessary to provide sand zones and that the piezometer can be grouted directly into the borehole using a bentonite cement grout only. However, good results have been obtained by placing the piezometer inside a canvas bag filled with sand before grouting.

The general rule for installing piezometers in this way is to use a bentonite grout that mimics the strength of the surrounding soil. The emphasis should be on

controlling the water to cement ratio. This is accomplished by **mixing the cement with the water first**. The most effective way of mixing the two substances is to use a drill rig pump to circulate the mix in a 50- to 200-gallon barrel or tub.

Make drilling mud using any kind of bentonite powder combined with Type I or Type II Portland cement. The exact amount of bentonite needed will vary somewhat. Table 1 shows two possible mixes for strengths of 50 psi and 4 psi.

	50 PSI Grout for Medium to Hard Soils		4 PSI Grout for Soft Soils	
	Amount	Ratio by Weight	Amount	Ratio by Weight
<b>Water</b>	30 gallons	2.5	75 gallons	6.6
<b>Portland Cement</b>	94 lb. (one sack)	1	94 lb. (one sack)	1
<b>Bentonite</b>	25 lb. (as required)	0.3	39 lb. (as required)	0.4
<b>Note:</b>	The 28 day compressive strength of this mix is about 50 psi, similar to very stiff/hard clay. The modulus is about 10,000 psi.		The 28 day strength of this mix is about 4 psi, similar to very soft clay.	

**TABLE 1: Cement / Bentonite / Water Ratios**

Add the measured amount of clean water to the barrel then gradually add the cement in the correct weight ratio. Slowly add the bentonite powder so that clumps do not form. Keep adding bentonite until the watery mix turns to an oily/slimy consistency. Let the grout thicken for five to 10 minutes. Add more bentonite as required until it is a smooth, thick cream, similar to pancake batter, which is as heavy as it is feasible to pump.

When pumping grout (unless the tremie pipe is to be left in place), withdraw the tremie pipe after each batch, by an amount corresponding to the grout level in the borehole.

**CAUTION!** If the grout is pumped into the hole, rather than tremie piped, there is a danger that the piezometer will be overranged and damaged. Pumping directly into the bottom of the borehole should be avoided. It is good practice to read the piezometer while pumping.

For more details on grouting, refer to "Piezometers in Fully Grouted Boreholes" by Mikkelson and Green, FMGM proceedings Oslo 2003. Copies are available from GEOKON.

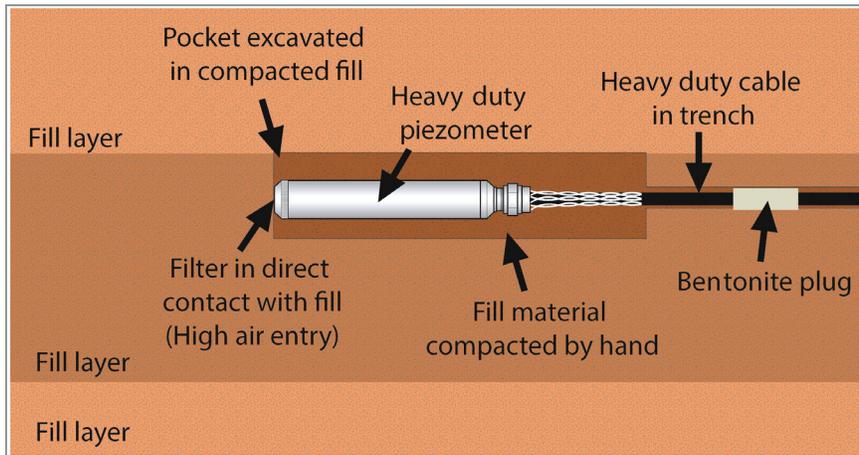
### 4.3 INSTALLATION IN FILLS AND EMBANKMENTS

GEOKON piezometers are normally supplied with direct burial cable suitable for placement in fills such as highway embankments and dams, both in the core and in the surrounding materials.

For installations in non-cohesive fill materials, the piezometer may be placed directly in the fill, or, if large aggregate sizes are present, in a saturated sand pocket in the fill. If installed in large aggregate, additional measures may be necessary to protect the cable from damage.

In fills such as impervious dam cores, where subatmospheric pore water pressure may need to be measured, (as opposed to the pore air pressure), a ceramic tip with a high air entry value is often used. This type of filter should be carefully placed in direct contact with the compacted fill material. (See Figure 5).

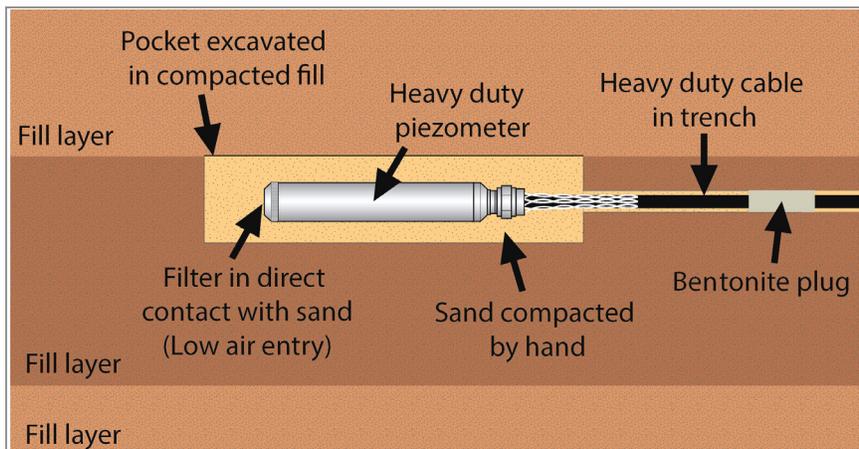
Cables are normally installed inside shallow trenches with the fill material consisting of smaller size aggregate. This fill is carefully hand compacted around the cable. Bentonite plugs are placed at regular intervals to prevent migration of water along the cable path. In high traffic areas and in materials that exhibit pronounced "weaving", heavy-duty armored cable should be used.



**FIGURE 5:** High Air Entry Filter

In partially saturated fills (if only the pore air pressure is to be measured), the standard tip is satisfactory. It should be noted that the standard coarse tip (low air entry) measures the air pressure when there is a difference between the pore air pressure and the pore water pressure. The difference between these two pressures is due to the capillary suction in the soil. The consensus is that the difference is normally of no consequence to embankment stability.

The coarse tip filter is suitable for most routine measurements. Both the installation shown in Figure 5 and the installation shown in Figure 6 may be used with the standard piezometer filter.

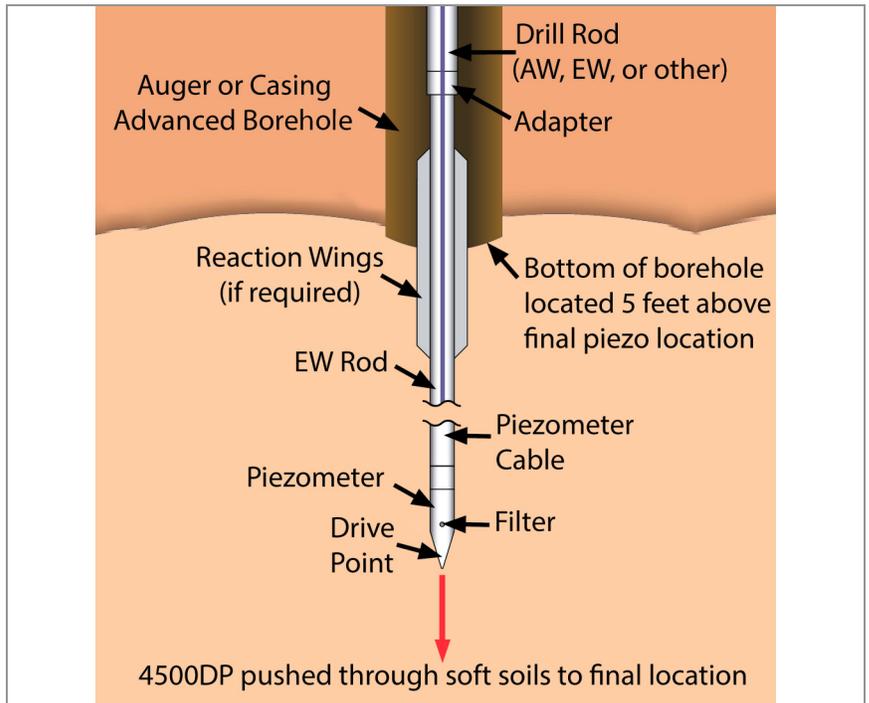


**FIGURE 6:** Low Air Entry Filters ONLY

#### 4.4 INSTALLATION BY PUSHING OR DRIVING INTO SOFT SOILS

The Model 4500DP piezometer is designed to be pushed into soft soils. In soft soils, it can be difficult to keep a borehole open. The 4500DP may eliminate the need for a borehole altogether. The unit is connected directly to the drill rod (AW, EW, or other) and pressed into the ground, either by hand or by means of the hydraulics on the rig (see Figure 7). The units can also be driven into the soil, but there is a possibility that the driving forces may shift the zero reading.

The ground conditions need to be relatively soft for the 4500DP to be effective. Soft soils (like clays or silts) with SPT blow counts under 10 are ideal. In stiffer soils, it is possible to drill a hole and then push the 4500DP only a few feet below the bottom of the hole. If the soil is too stiff, the sensor may overrange or break.



**FIGURE 7:** Typical Soft Soils Installation

The piezometer should be connected to a readout box and monitored during the installation process. If pressures reach or exceed the calibrated range, the installation should be stopped and the pressure allowed to dissipate.

The drill rod can be left in place or it can be removed. If it is to be removed, a special five-foot section of EW (or AW) rod with reaction wings and a left-hand thread are attached directly to the piezometer tip. This section is detached from the rest of the drill string by rotating the string clockwise. The reaction wings prevent the EW rod from turning. A LH/RH adapter is available from GEOKON. This adapter is retrieved along with the drill string.

#### 4.5 MODEL 4500H AND MODEL 4500HH TRANSDUCER

When connecting the Model 4500H transducer to external fittings, the fitting should be tightened into the 1/4-18 NPT female port by placing a wrench on the flats provided on the transducer housing. Avoid tightening onto a closed system; the process of tightening the fittings could overrange and permanently damage the transducer. If in doubt, attach the gauge leads to a readout box and take readings while tightening. For an easier and more positive connection to the transducer, PTFE (plumber's) tape on the threads is recommended. The maximum pressure for the 4500H is 3 MPa.

The GEOKON Model 4500HH is designed for high-pressure environments. This model uses a 7/16-20, 60-degree, female, medium pressure fitting. The maximum pressure for the 4500HH is 75 MPa.

**CAUTION!** All high-pressure sensors are potentially dangerous. Care must be taken not to overrange them beyond their calibrated range. Sensors are tested to 150% of their range to provide a factor of safety.

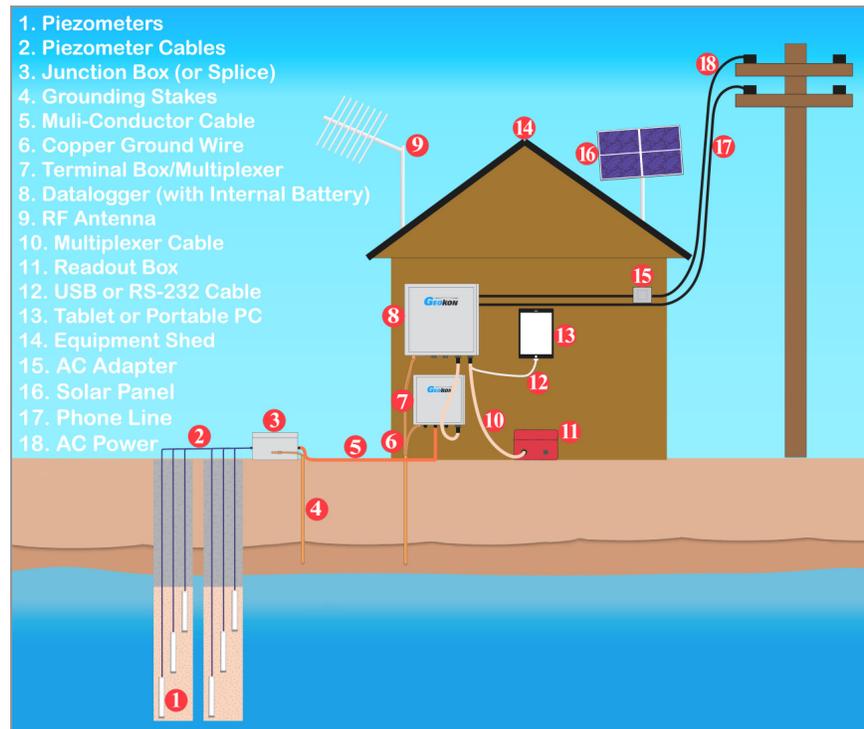
#### 4.6 SPLICING AND JUNCTION BOXES

Because the vibrating wire output signal is a frequency rather than a current or voltage, variations in cable resistance have little effect on gauge readings. Therefore, splicing of cables has no effect, and in some cases may in fact be

beneficial. For example, if multiple piezometers are installed in a borehole, and the distance from the borehole to the terminal box or datalogger is great, a splice (or junction box) could be made to connect the individual cables to a single multi-conductor cable (see Figure 8). This multi-conductor cable would then be run to the readout station. For these types of installations, it is recommended that the piezometer be supplied with enough cable to reach the installation depth, plus extra cable to pass through drilling equipment (rods, casing, etc.).

Cable used for making splices should be a high-quality twisted pair type, with 100% shielding and an integral shield drain wire. **When splicing, it is very important that the shield drain wires be spliced together.** Splice kits recommended by GEOKON incorporate casts that are placed around the splice and then filled with epoxy to waterproof the connections. When properly made, this type of splice is equal or superior to the cable in strength and electrical properties. Contact GEOKON for splicing materials and additional cable splicing instructions.

Junction boxes and terminal boxes are available from GEOKON for all types of applications. In addition, portable readouts and dataloggers are also available. Contact GEOKON for specific application information.



**FIGURE 8:** Typical Multi-Piezometer Installation

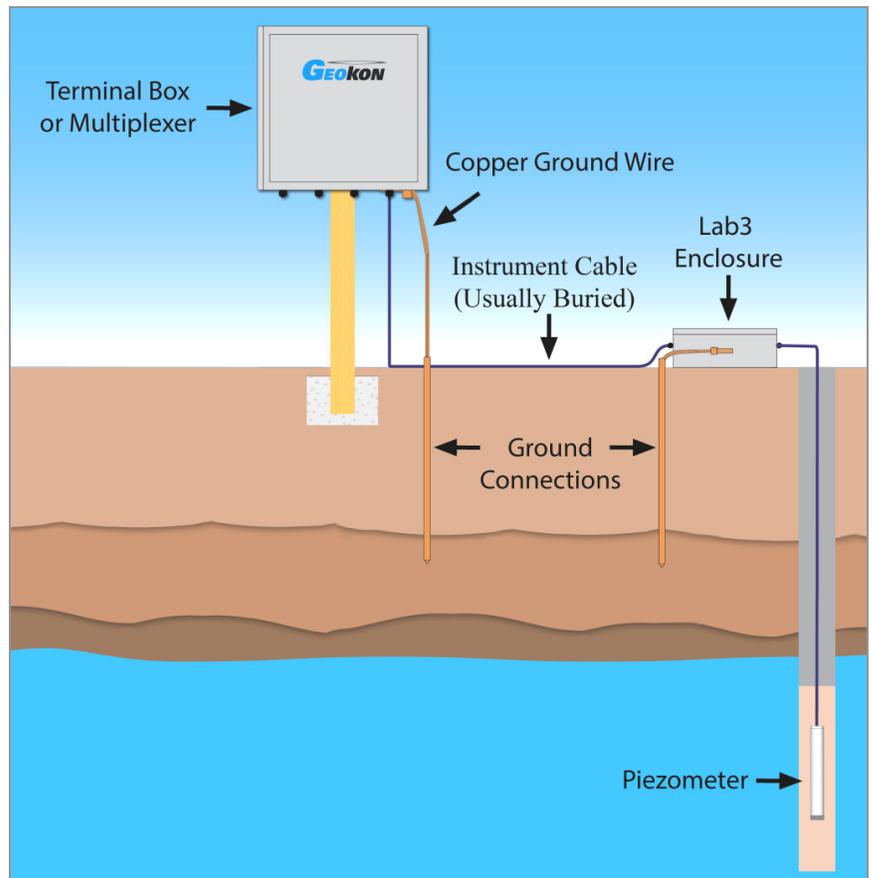
#### 4.7 LIGHTNING PROTECTION

In exposed locations, it is vital that the piezometer be protected against lightning strikes. A tripolar plasma surge arrester, which protects against voltage spikes across the input leads, is built into the body of the piezometer (see Figure 1).

Additional lightning protection measures available include:

- Placing a Lightning Arrester Board (LAB-3), in line with the cable, as close as possible to the installed piezometer (see Figure 9). These units utilize surge arrestors and transzorb to further protect the piezometer. This is the recommended method of lightning protection.

- Terminal boxes available from GEOKON can be ordered with lightning protection built in. The terminal board used to make the gauge connections has provision for the installation of plasma surge arrestors. Lightning Arrestor Boards (LAB-3) can also be incorporated into the terminal box. The terminal box must be connected to an earth ground for these levels of protection to be effective.
- If the instruments will be read manually with a portable readout (no terminal box), a simple way to help protect against lightning damage is to connect the cable leads to a good earth ground when not in use. This will help shunt transients induced in the cable to ground, away from the instrument.



**FIGURE 9:** Recommended Lightning Protection Scheme

#### 4.8 FREEZING PROTECTION

If the water around the piezometer freezes this could damage the piezometer diaphragm causing a large shift in the zero-pressure reading. If the piezometer is to be used in locations that are subject to freezing, GEOKON can provide a special modification that will protect the piezometer diaphragm.

## 5. TAKING READINGS

### 5.1 GK-404 VIBRATING WIRE READOUT

The Model GK-404 VW Readout is a portable, low-power, hand-held unit that is capable of running for more than 20 hours continuously on two AA batteries. It is designed for the readout of all GEOKON vibrating wire instruments, and is capable of displaying the reading in digits, frequency (Hz), period ( $\mu$ s), or microstrain ( $\mu\epsilon$ ). The GK-404 also displays the temperature of the transducer (embedded thermistor) with a resolution of 0.1 °C.



FIGURE 10: GK-404 Readout



FIGURE 11: Lemo Connector to GK-404

#### 5.1.1 OPERATING THE GK-404

1. Attach the flying leads by aligning the red circle on the silver Lemo connector with the red line on the top of the GK-404 (see Figure 11). Insert the Lemo connector into the GK-404 until it locks into place.
2. Connect each of the clips on the leads to the matching colors of the sensor conductors, with blue representing the shield (bare).
3. To turn on the GK-404, press the **On/Off** button on the front panel of the unit. The initial startup screen will display.
4. After a delay, the GK-404 will start taking readings and display them based on the settings of the **Pos** and **Mode** buttons.

The unit display (from left to right) is as follows:

- The current position: set by the **Pos** button, displayed as A through F.
- The current reading: set by the **Mode** button, displayed as a numeric value followed by the unit of measure.
- Temperature reading of the attached instrument in degrees Celsius.

Use the **Pos** and **Mode** buttons to select the correct position and display units for the model of equipment purchased.

The GK-404 will continue to take measurements and display readings until the unit is turned off, either manually or by the Auto-Off timer (if enabled).

For more information, consult the GK-404 manual.

## 5.2 GK-405 VIBRATING WIRE READOUT

The GK-405 Readout is made up of two components:

- The Readout Unit, consisting of a Windows Mobile handheld PC running the GK-405 Vibrating Wire Readout application.
- The GK-405 Remote Module, which is housed in a weather-proof enclosure.

The remote module can be wire-connected to the sensor by means of:

- Flying leads with alligator clips, if the sensor cable terminates in bare wires.
- A 10 pin connector.

The two units communicate wirelessly using Bluetooth®, a reliable digital communications protocol. Using Bluetooth, the unit can operate from the cradle of the remote module, or, if more convenient, can be removed and operated up to 20 meters away from the remote module.

The GK-405 displays the thermistor temperature in degrees Celsius.

For further details, consult the GK-405 Instruction Manual.



FIGURE 12: GK-405 Readout

### 5.2.1 CONNECTING SENSORS WITH 10-PIN BULKHEAD CONNECTORS ATTACHED

Align the grooves on the sensor connector (male), with the appropriate connector on the readout (female connector, labeled sensor or load cell). Push the connector into place, and then twist the outer ring of the male connector until it locks into place.

### 5.2.2 CONNECTING SENSORS WITH BARE LEADS

Attach the flying leads to the bare leads of a GEOKON vibrating wire sensor by connecting each of the clips on the leads to the matching colors of the sensor conductors, with blue representing the shield (bare).

### 5.2.3 OPERATING THE GK-405

Press the power button on the Readout Unit. After start-up completes, a blue light will begin flashing, signifying that the two components are ready to connect wirelessly. Launch the GK-405 VWRA program by doing the following:

1. Tap Start on the hand-held PC's main window.
2. Select Programs.
3. Tap the GK-405 VWRA icon.

After a few seconds, the blue light should stop flashing and remain lit. The Live Readings window will display on the hand-held PC.

Set the Display mode to the correct letter required by your equipment. For more information, consult the GK-405 Instruction Manual.

## 5.3 MEASURING TEMPERATURES

All GEOKON vibrating wire instruments are equipped with a thermistor for reading temperature. The thermistor gives a varying resistance output as the temperature changes. The white and green leads of the instrument cable are normally connected to the internal thermistor.

The GK-404 and GK-405 readouts will read the thermistor and display the temperature in degrees Celsius.

***TO READ TEMPERATURES USING AN OHMMETER:***

1. Connect an ohmmeter to the green and white thermistor leads coming from the instrument. Since the resistance changes with temperature are large, the effect of cable resistance is usually insignificant. For long cables a correction can be applied equal to approximately  $48.5\Omega$  per km ( $14.7\Omega$  per 1000') at 20 °C. Multiply these factors by two to account for both directions.
2. Look up the temperature for the measured resistance in Appendix B.

## 6. DATA REDUCTION

### 6.1 PRESSURE CALCULATION

The digits displayed by the GEOKON Models GK-404 and GK-405 readout boxes on channel B are based on the equation:

$$\text{digits} = \left( \frac{1}{\text{Period}} \right)^2 \times 10^{-3} \text{ or } \text{digits} = \frac{\text{Hz}^2}{1000}$$

#### EQUATION 1: Digits Calculation

Note that in the above equation, the period is in seconds; GEOKON readout boxes display microseconds. For example, a piezometer reading of 8000 digits corresponds to a period of 354  $\mu\text{s}$  and a frequency of 2828 Hz.

Digits are directly proportional to the applied pressure, as can be seen by the following equation:

$$\text{Pressure} = (\text{Current Reading} - \text{Initial Zero Reading}) \times \text{Linear Calibration Factor}$$

Or

$$P = (R_1 - R_0) \times G$$

#### EQUATION 2: Convert Digits to Pressure

Since the linearity of most sensors is within  $\pm 0.2\%$  F.S., the errors associated with nonlinearity are of minor consequence. However, for those situations requiring the highest degree of accuracy, it may be desirable to use a second order polynomial to get a better fit of the data points. The use of a second order polynomial is explained in Appendix C.

The instrument's calibration report (a typical example of which is shown in Appendix D), shows the data from which the linear gauge factor and the second order polynomial coefficients are derived. Columns on the right show the size of the error incurred by assuming a linear coefficient and the improvement that can be expected by going to a second order polynomial. In many cases, the difference is minor. The calibration report gives the pressure in certain engineering units. These can be converted to other engineering units using the multiplication factors shown in Table 2.

From To	psi	"H <sub>2</sub> O	'H <sub>2</sub> O	mm H <sub>2</sub> O	m H <sub>2</sub> O	"HG	mm HG	atm	mbar	bar	kPa	MPa
psi	1	.036127	.43275	.0014223	1.4223	.49116	.019337	14.696	.014503	14.5039	.14503	145.03
"H <sub>2</sub> O	27.730	1	12	.039372	39.372	13.596	.53525	406.78	.40147	401.47	4.0147	4016.1
'H <sub>2</sub> O	2.3108	.08333	1	.003281	3.281	1.133	.044604	33.8983	.033456	33.4558	.3346	334.6
mm H <sub>2</sub> O	704.32	25.399	304.788	1	1000	345.32	13.595	10332	10.197	10197	101.97	101970
m H <sub>2</sub> O	.70432	.025399	.304788	.001	1	.34532	.013595	10.332	.010197	10.197	.10197	101.97
"HG	2.036	.073552	.882624	.0028959	2.8959	1	.03937	29.920	.029529	29.529	.2953	295.3
mm HG	51.706	1.8683	22.4196	.073558	73.558	25.4	1	760	.75008	750.08	7.5008	7500.8
atm	.06805	.002458	.029499	.0000968	.0968	.03342	.001315	1	.000986	.98692	.009869	9.869
mbar	68.947	2.4908	29.8896	.098068	98.068	33.863	1.3332	1013.2	1	1000	10	10000
bar	.068947	.002490	.029889	.0000981	.098068	.033863	.001333	1.0132	.001	1	.01	10
kPa	6.8947	.24908	2.98896	.0098068	9.8068	3.3863	.13332	101.320	.1	100	1	1000
MPa	.006895	.000249	.002988	.0000098	.009807	.003386	.000133	.101320	.0001	.1	.001	1

TABLE 2: Engineering Units Multiplication Factors

**Note:** Due to changes in specific gravity with temperature, the factors for mercury and water in the above table are approximate.

### 6.2 TEMPERATURE CORRECTION

The materials used in the construction of GEOKON vibrating wire piezometers have been carefully selected to minimize thermal effects; however, most units

still have a slight temperature coefficient. Consult the calibration report supplied with the instrument to obtain the coefficient for the individual piezometer.

Since piezometers are normally installed in a tranquil and constant temperature environment, corrections are normally not required. If this is not the case for the selected installation, corrections can be made using the internal thermistor for temperature measurement. See Section 5.3 for instructions regarding obtaining the piezometer temperature.

The temperature correction equation is as follows:

Temperature Correction =  
(Current Temperature – Initial Zero Temperature) × Thermal Factor

Or

$$P_T = (T_1 - T_0) \times K$$

***EQUATION 3: Temperature Correction***

The calculated correction would then be added to the pressure calculated using Equation 2. If the engineering units were converted, remember to apply the same conversion to the calculated temperature correction.

For example, if the initial temperature was 22 °C, and the current temperature is 15 °C, and the thermal factor (K on the calibration report) is +0.1319 kPa per °C rise. The temperature correction is +0.1319(15–22) = –0.92 kPa. Refer to the calibration report provided with the instrument for the thermal factor.

**6.3 BAROMETRIC CORRECTION (REQUIRED ONLY ON UNVENTED TRANSDUCERS)**

Since the standard piezometer is hermetically sealed, it responds to changes in atmospheric pressure. Corrections may be necessary, particularly for the sensitive, low-pressure models. For example, a barometric pressure change from 29 to 31 inches of mercury would result in approximately one psi of error (or ≈ 2.3 feet if monitoring water level in a well). It is advisable to read and record the barometric pressure every time the piezometer is read. Having an onsite barometer also allows the monitoring of barometric changes to judge what extent they may be affecting the reading. A separate pressure transducer (piezometer), kept out of the water, may also be used for this purpose.

The barometric correction equation is as follows:

Barometric Correction =  
(Current Barometer – Initial Zero Barometer) × Conversion Factor

Or

$$P_B = (S_1 - S_0) \times F$$

***EQUATION 4: Barometric Correction***

The calculated barometric correction is subtracted from the pressure calculated using Equation 2. If the engineering units were converted, remember to apply the same conversion to the calculated barometric correction.

Barometric pressure is usually recorded in inches of mercury. The conversion factor for inches of mercury to psi is 0.491, and from inches of mercury to kPa is 3.386. Table 2 in Section 6.1 lists other common conversion factors.

The user should be cautioned that this correction scheme assumes ideal conditions. In reality, conditions are not always ideal. For example, if the well is sealed, barometric effects at the piezometer level may be minimal or attenuated from the actual changes at the surface. Thus, errors may result from applying a

correction that is not required. In these cases, GEOKON recommends independently recording the barometric pressure changes and correlating them with the observed pressure changes to arrive at a correction factor.

An alternative to making barometric corrections is to use piezometers that are vented to the atmosphere (see Section 6.4). However, vented piezometers only make sense if the piezo is in an open well or standpipe and the user is only interested in the water level. If the piezo is buried it is not certain that the full effect of the barometric change will be felt immediately at the instrument and is more likely to be attenuated and delayed, in which case a vented piezo would automatically apply a correction that is too large and too soon.

The equation below shows the pressure calculation with temperature and barometric correction applied.

$$P_{\text{corrected}} = (R_1 - R_0)G + (T_1 - T_0)K - (S_1 - S_0)F$$

**EQUATION 5:** Corrected Pressure Calculation

## 6.4 MODEL 4500SV, VENTED PIEZOMETERS



**FIGURE 13:** Vented Piezometers

The Model 4500SV vented piezometer is designed to eliminate the effect of barometric pressure changes on water level measurements in wells, reservoirs, and boreholes that are connected directly to the atmosphere. They are not to be used where pore water pressures are being measured.

The space inside the transducer is not hermetically sealed and evacuated, as it is in the standard 4500 model piezometer, instead, it is connected via a tube (integral within the cable) to the atmosphere. A chamber containing desiccant capsules is attached to the outer end of this tube to prevent moisture from entering the transducer cavity. Vented piezometers require more maintenance than unvented types, since there is always the danger that moisture may find its way inside the transducer and ruin it.

Installation of the piezometer is accomplished by lowering it to the desired level in the well, reservoir, or borehole. The piezometer can be placed inside a canvas bag filled with sand, if desired.

The desiccant capsule chamber needs to be positioned in some kind of housing to keep it dry. GEOKON can provide suitable housings on request.

To keep the desiccant fresh during storage and transportation, the end of the desiccant chamber is closed off by means of a seal screw before being shipped from the factory. **THIS SEAL SCREW MUST BE REMOVED BEFORE THE PIEZOMETER IS PUT INTO SERVICE.**

The desiccant capsules are blue when fresh. They will gradually turn pink as they absorb moisture. When they have turned light pink in color, they should be replaced. Contact GEOKON for replacement capsules.

## **6.5 ENVIRONMENTAL FACTORS**

Since the purpose of the piezometer installation is to monitor site conditions, factors that can affect these conditions should always be observed and recorded. Seemingly minor affects may have a real influence on the behavior of the structure being monitored and may give an early indication of potential problems. Some of these factors include, but are not limited to, blasting, rainfall, tidal levels, traffic, temperature and barometric changes, weather conditions, changes in personnel, nearby construction activities, excavation and fill level sequences, seasonal changes, etc.

## 7. TROUBLESHOOTING

---

Maintenance and troubleshooting of vibrating wire piezometers is confined to periodic checks of cable connections and maintenance of terminals. The transducers themselves are sealed and are not user serviceable. **Gauges should not be opened in the field.**

Should difficulties arise, consult the following list of problems and possible solutions. For additional troubleshooting and support, contact GEOKON.

### ***SYMPTOM: THERMISTOR RESISTANCE IS TOO HIGH***

- Check for an open circuit. Check all connections, terminals, and plugs. If a cut is located in the cable, splice according to instructions in Section 4.6.

### ***SYMPTOM: THERMISTOR RESISTANCE IS TOO LOW***

- Check for a short circuit. Check all connections, terminals, and plugs. If a short is located in the cable, splice according to instructions in Section 4.6.
- Water may have penetrated the interior of the piezometer. There is no remedial action.

### ***SYMPTOM: PIEZOMETER READING UNSTABLE***

- Make sure the shield drain wire is connected to the blue clip on the flying leads.
- Isolate the readout from the ground by placing it on a piece of wood or another insulator.
- Check for sources of nearby electrical noise such as motors, generators, antennas, or electrical cables. Move the piezometer cable away from these sources if possible. Contact the factory for available filtering and shielding equipment.
- The piezometer may have been damaged by overranging or shock. Inspect the diaphragm and housing for damage.
- The body of the piezometer may be shorted to the shield. Check the resistance between the shield drain wire and the piezometer housing. If the resistance is very low, the gauge conductors may be shorted.

### ***SYMPTOM: PIEZOMETER FAILS TO GIVE A READING***

- Check the readout with another gauge to ensure it is functioning properly.
- The piezometer may have been overranged or shocked. Inspect the diaphragm and housing for damage.
- Check the resistance of the cable by connecting an ohmmeter to the sensor leads. Cable resistance is about 48.5 $\Omega$  per km (14.7 $\Omega$  per 1000').

If the resistance is very high or infinite, the cable is probably broken. If the resistance is very low, the gauge conductors may be shorted. If a break or a short is present, splice according to the instructions in Section 4.6.

Refer to the expected resistance for the various wire combinations below.

#### **Vibrating Wire Sensor Lead Resistance Levels**

Red/Black  $\cong 180\Omega$   
Green/White 3000 $\Omega$  at 25 °C

Any other wire combination will result in a measurement of infinite resistance.

## APPENDIX A. SPECIFICATIONS

### A.1 SPECIFICATIONS

Model	4500S	4500AL <sup>1</sup>	4500AR	4500B	4500C	4500DP	4580
Available Ranges <sup>2</sup> (psi)	0-50 0-100 0-150 0-250 0-500 0-750 0-1000 0-1500 0-3000 0-5000 0-10000 0-15000	0-10 0-25		0-50 0-100 0-250	0-50 0-100 0-250	0-10 0-25 0-50 0-250 0-500 0-750 0-1000 0-1500 0-3000 0-5000 0-10000	0-1 0-5
Resolution	0.025% F.S.	0.025% F.S.	0.025% F.S.	0.025% F.S.	0.05% F.S.	0.025% F.S.	0.01% F.S.
Linearity <sup>3</sup>	< 0.5% F.S.						
Accuracy <sup>4</sup>	0.1% F.S.						
Overrange	1.5 × Rated Pressure						
Thermal Coefficient	<0.025% F.S./°C	<0.1% F.S./°C	<0.05% F.S./°C	<0.025% F.S./°C	<0.05% F.S./°C	<0.025% F.S./°C	<0.025% F.S./°C
Temperature Range	-20 °C to + 80 °C						
Frequency Range	1400-3500 Hz						
OD	.75" 19.05 mm	1" 25.40 mm	.75" 19.05 mm	.687" 17.45 mm	.437" 11.10 mm	1.3" 33.3 mm	1.5" 38.10 mm
Length	5.25" 133 mm	5.25" 133 mm	10" 254 mm	5.25" 133 mm	6.5" 165 mm	7.36" 187 mm	6.5" 165 mm

**TABLE 3:** Vibrating Wire Piezometer Specifications

Notes:

Accuracy of GEOKON test apparatus: 0.1%

Contact GEOKON for specific application information.

<sup>1</sup> Accuracy of test apparatus: 0.05%

<sup>2</sup> Other ranges available upon request.

<sup>3</sup> 0.1% F.S. linearity available upon request.

<sup>4</sup> Derived using second order polynomial.

### A.2 THERMISTOR

(See Appendix B also)

Range: -80 to +150 °C

Accuracy: ±0.5 °C

### A.3 STANDARD PIEZOMETER WIRING

Pin	Function	Wire Color
A	Vibrating Wire Gauge +	Red
B	Vibrating Wire Gauge -	Black
C	Thermistor	White
D	Thermistor	Green
E	Cable Shield	Shield
F-K	Not Used	

**TABLE 4:** Standard Piezometer Wiring

## APPENDIX B. THERMISTOR TEMPERATURE DERIVATION

Thermistor Types:

- YSI 44005, Dale #1C3001-B3, Alpha #13A3001-B3
- Honeywell 192-302LET-A01

Resistance to Temperature Equation:

$$T = \frac{1}{A+B(\ln R)+C(\ln R^3)} - 273.15$$

**EQUATION 6:** 3kΩ Thermistor Resistance

Where:

T = Temperature in °C

LnR = Natural Log of Thermistor Resistance

$$A = 1.4051 \times 10^{-3}$$

$$B = 2.369 \times 10^{-4}$$

$$C = 1.019 \times 10^{-7}$$

**Note:** Coefficients calculated over the -50 to +150 °C span.

Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp
201.1K	-50	15.72K	-9	2221	32	474.7	73	137.2	114
187.3K	-49	14.90K	-8	2130	33	459.0	74	133.6	115
174.5K	-48	14.12K	-7	2042	34	444.0	75	130.0	116
162.7K	-47	13.39K	-6	1959	35	429.5	76	126.5	117
151.7K	-46	12.70K	-5	1880	36	415.6	77	123.2	118
141.6K	-45	12.05K	-4	1805	37	402.2	78	119.9	119
132.2K	-44	11.44K	-3	1733	38	389.3	79	116.8	120
123.5K	-43	10.86K	-2	1664	39	376.9	80	113.8	121
115.4K	-42	10.31K	-1	1598	40	364.9	81	110.8	122
107.9K	-41	9796	0	1535	41	353.4	82	107.9	123
101.0K	-40	9310	1	1475	42	342.2	83	105.2	124
94.48K	-39	8851	2	1418	43	331.5	84	102.5	125
88.46K	-38	8417	3	1363	44	321.2	85	99.9	126
82.87K	-37	8006	4	1310	45	311.3	86	97.3	127
77.66K	-36	7618	5	1260	46	301.7	87	94.9	128
72.81K	-35	7252	6	1212	47	292.4	88	92.5	129
68.30K	-34	6905	7	1167	48	283.5	89	90.2	130
64.09K	-33	6576	8	1123	49	274.9	90	87.9	131
60.17K	-32	6265	9	1081	50	266.6	91	85.7	132
56.51K	-31	5971	10	1040	51	258.6	92	83.6	133
53.10K	-30	5692	11	1002	52	250.9	93	81.6	134
49.91K	-29	5427	12	965.0	53	243.4	94	79.6	135
46.94K	-28	5177	13	929.6	54	236.2	95	77.6	136
44.16K	-27	4939	14	895.8	55	229.3	96	75.8	137
41.56K	-26	4714	15	863.3	56	222.6	97	73.9	138
39.13K	-25	4500	16	832.2	57	216.1	98	72.2	139
36.86K	-24	4297	17	802.3	58	209.8	99	70.4	140
34.73K	-23	4105	18	773.7	59	203.8	100	68.8	141
32.74K	-22	3922	19	746.3	60	197.9	101	67.1	142
30.87K	-21	3748	20	719.9	61	192.2	102	65.5	143
29.13K	-20	3583	21	694.7	62	186.8	103	64.0	144
27.49K	-19	3426	22	670.4	63	181.5	104	62.5	145
25.95K	-18	3277	23	647.1	64	176.4	105	61.1	146
24.51K	-17	3135	24	624.7	65	171.4	106	59.6	147
23.16K	-16	<b>3000</b>	<b>25</b>	603.3	66	166.7	107	58.3	148
21.89K	-15	2872	26	582.6	67	162.0	108	56.8	149
20.70K	-14	2750	27	562.8	68	157.6	109	55.6	150
19.58K	-13	2633	28	543.7	69	153.2	110		
18.52K	-12	2523	29	525.4	70	149.0	111		
17.53K	-11	2417	30	507.8	71	145.0	112		
16.60K	-10	2317	31	490.9	72	141.1	113		

**TABLE 5:** 3KΩ Thermistor Resistance

## B.1 10KΩ THERMISTOR RESISTANCE

Thermistor Type: US Sensor 103JL1A

Resistance to Temperature Equation:

$$T = \frac{1}{A+B(\text{Ln}R)+C(\text{Ln}R)^3+D(\text{Ln}R)^5} - 273.15$$

**EQUATION 7: 10KΩ Thermistor Resistance**

Where:

T = Temperature in °C

LnR = Natural Log of Thermistor Resistance

A = 1.127670 × 10<sup>-3</sup>

B = 2.344442 × 10<sup>-4</sup>

C = 8.476921 × 10<sup>-8</sup>

D = 1.175122 × 10<sup>-11</sup>

**Note:** Coefficients optimized for a curve **J** Thermistor over the temperature range of 0 °C to +250 °C.

Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp
32,650	0	7,402	32	2,157	64	763.5	96	316.6	128	148.4	160	76.5	192	42.8	224
31,029	1	7,098	33	2,083	65	741.2	97	308.7	129	145.1	161	75.0	193	42.1	225
29,498	2	6,808	34	2,011	66	719.6	98	301.0	130	142.0	162	73.6	194	41.4	226
28,052	3	6,531	35	1,942	67	698.7	99	293.5	131	138.9	163	72.2	195	40.7	227
26,685	4	6,267	36	1,876	68	678.6	100	286.3	132	135.9	164	70.8	196	40.0	228
25,392	5	6,015	37	1,813	69	659.1	101	279.2	133	133.0	165	69.5	197	39.3	229
24,170	6	5,775	38	1,752	70	640.3	102	272.4	134	130.1	166	68.2	198	38.7	230
23,013	7	5,545	39	1,693	71	622.2	103	265.8	135	127.3	167	66.9	199	38.0	231
21,918	8	5,326	40	1,637	72	604.6	104	259.3	136	124.6	168	65.7	200	37.4	232
20,882	9	5,117	41	1,582	73	587.6	105	253.1	137	122.0	169	64.4	201	36.8	233
19,901	10	4,917	42	1,530	74	571.2	106	247.0	138	119.4	170	63.3	202	36.2	234
18,971	11	4,725	43	1,480	75	555.3	107	241.1	139	116.9	171	62.1	203	35.6	235
18,090	12	4,543	44	1,432	76	539.9	108	235.3	140	114.5	172	61.0	204	35.1	236
17,255	13	4,368	45	1,385	77	525.0	109	229.7	141	112.1	173	59.9	205	34.5	237
16,463	14	4,201	46	1,340	78	510.6	110	224.3	142	109.8	174	58.8	206	33.9	238
15,712	15	4,041	47	1,297	79	496.7	111	219.0	143	107.5	175	57.7	207	33.4	239
14,999	16	3,888	48	1,255	80	483.2	112	213.9	144	105.3	176	56.7	208	32.9	240
14,323	17	3,742	49	1,215	81	470.1	113	208.9	145	103.2	177	55.7	209	32.3	241
13,681	18	3,602	50	1,177	82	457.5	114	204.1	146	101.1	178	54.7	210	31.8	242
13,072	19	3,468	51	1,140	83	445.3	115	199.4	147	99.0	179	53.7	211	31.3	243
12,493	20	3,340	52	1,104	84	433.4	116	194.8	148	97.0	180	52.7	212	30.8	244
11,942	21	3,217	53	1,070	85	421.9	117	190.3	149	95.1	181	51.8	213	30.4	245
11,419	22	3,099	54	1,037	86	410.8	118	186.1	150	93.2	182	50.9	214	29.9	246
10,922	23	2,986	55	1,005	87	400.0	119	181.9	151	91.3	183	50.0	215	29.4	247
10,450	24	2,878	56	973.8	88	389.6	120	177.7	152	89.5	184	49.1	216	29.0	248
<b>10,000</b>	<b>25</b>	<b>2,774</b>	<b>57</b>	<b>944.1</b>	<b>89</b>	<b>379.4</b>	<b>121</b>	<b>173.7</b>	<b>153</b>	<b>87.7</b>	<b>185</b>	<b>48.3</b>	<b>217</b>	<b>28.5</b>	<b>249</b>
9,572	26	2,675	58	915.5	90	369.6	122	169.8	154	86.0	186	47.4	218	28.1	250
9,165	27	2,579	59	887.8	91	360.1	123	166.0	155	84.3	187	46.6	219		
8,777	28	2,488	60	861.2	92	350.9	124	162.3	156	82.7	188	45.8	220		
8,408	29	2,400	61	835.4	93	341.9	125	158.6	157	81.1	189	45.0	221		
8,057	30	2,316	62	810.6	94	333.2	126	155.1	158	79.5	190	44.3	222		
7,722	31	2,235	63	786.6	95	324.8	127	151.7	159	78.0	191	43.5	223		

**TABLE 6: 10KΩ Thermistor Resistance**

## APPENDIX C. IMPROVING THE ACCURACY OF THE CALCULATED PRESSURE

---

Most vibrating wire pressure transducers are sufficiently linear ( $\pm 0.2\%$  F.S.) that the use of the linear calibration factor satisfies normal requirements. However, it should be noted that the accuracy of the calibration data, which is dictated by the accuracy of the calibration apparatus, is always  $\pm 0.1\%$  F.S.

This level of accuracy can be recaptured, even where the transducer is nonlinear, using a second order polynomial expression, which gives a better fit to the data than does a straight line.

The polynomial expression has the form:

$$\text{Pressure} = AR^2 + BR + C$$

### **EQUATION 8:** *Second Order Polynomial Expression*

Where:

R is the reading (digits channel B)

A, B, and C are coefficients

Appendix E shows a typical calibration report of a transducer that has fairly normal nonlinearity. The figure under the "Linearity (%F.S.)" column is

$$\frac{\text{Calculated Pressure} - \text{True Pressure}}{\text{Full Scale Pressure}} \times 100\% = \frac{G(R_1 - R_0) - P}{\text{F.S.}} \times 100\%$$

### **EQUATION 9:** *Linearity Calculation*

**Note:** The linearity is calculated using the regression zero for  $R_0$  shown on the calibration report.

For example, when  $P = 420$  kPa,  $G(R_1 - R_0) = -0.1795(6749 - 9082)$ , gives a calculated pressure of 418.8 kPa. The error is 1.2 kPa equal to 122 mm of water.

Whereas the polynomial expression gives a calculated pressure of  $A(6749)^2 + B(6749) + 1595.7 = 420.02$  kPa and the actual error is only 0.02 kPa or two millimeters of water.

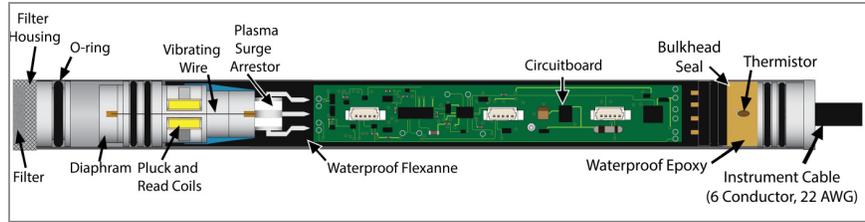
Note: If the polynomial equation is used it is important that the value of C be taken in the field following the procedures described in Section 3.2. The field value of C is calculated by inserting the initial field zero reading into the polynomial equation with the pressure, P, set to zero.

If the field zero reading is not available, the value of C can be calculated by using the zero-pressure reading on the calibration report. In the above example the value of C would be derived from the equation:  $0 = A(9074)^2 + B(9074)$  from which  $C = 1595.7$

It should be noted that where **changes** of water levels are being monitored it makes little difference whether the linear coefficient or the polynomial expression is used.



## APPENDIX E. MODEL 4500AR PIEZOMETER



**FIGURE 15:** 4500AR Piezometer

The Model 4500AR Piezometer is designed to be used with readout systems that can read frequency but do not have the capability to pluck the VW gauge. The sensor has built-in electronics that cause the gauge wire to vibrate continuously at its resonant frequency. The output from the sensor is a five-volt DC square wave at this frequency.

A DC input voltage in the range of six to 24 volts is required to operate the gauge. The current consumption is approximately 21 mA at 12VDC. The gauge output is independent of the input voltage.

Multiple sensors powered simultaneously can be read at quite fast rates (up to five sensors per second) and dynamic measurements on a single sensor can be made up to approximately 20Hz.

The gauge is installed in the field in the same way that the Model 4500 standard piezometer is installed (see Section 3 and Section 4).

4500AR Piezometer Wiring is shown in Table 7. The three pair cable is wired in pairs, with each pair comprising one colored and one black lead.

Wire Color	Function
Red	+6–24 VDC Power
Red's Black	Ground
White	Output
White's Black	Output Ground
Green	Thermistor +
Green's Black	Thermistor –
Bare	Shield

**TABLE 7:** 4500AR Wiring Chart

Upon power up the gauge will immediately start to ring at the resonant frequency and will continue to ring until the power is removed. Continuous operation will have no effect on the gauge life.

**Note:** The sensor comprises two transducers: the VW pressure sensor, and a thermistor for measuring temperature. The signal from the VW transducer is a high-level frequency and it will interfere with the thermistor output if left powered during the period that the thermistor is being read. If the temperature reading is important, the power to the pressure sensor should be switched off while the thermistor reading is taken.

## **APPENDIX F. PIEZOMETER PRESSURE AND WATER LEVEL**

---

Frequently, when using a dip meter to check water levels in an open well, it happens that the water level, computed from a piezometer reading taken at the bottom of the well, does not agree with the water level measured directly by the dip meter. This will happen when the specific gravity of the water is not 1 gm/cc, the water is brackish or muddy, or both. It will also occur when there is a flow of water up or down the borehole. In addition, if the piezometer is removed to make room for the dip meter, the volume of the piezometer and cable displaces an equal volume of water, which can cause changes of the water level in a small diameter well.

# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

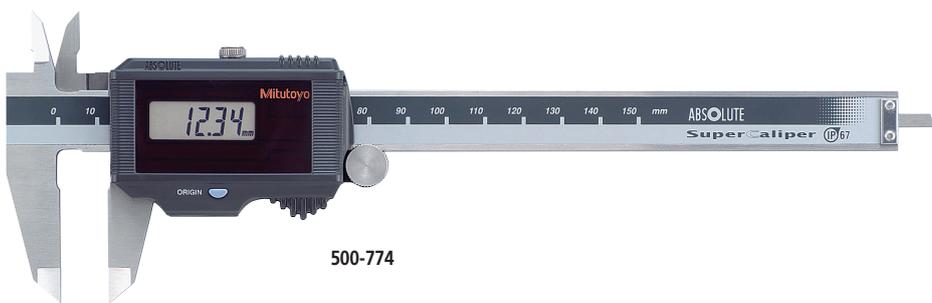
## Super Paquímetro Solar Série 500 — paquímetro IP67 solar e com tecnologia ABSOLUTE

- Paquímetro digital top de linha. Modelo solar sem bateria e com proteção IP67, que garante alta resistência contra líquidos.
- A resistência a fluidos torna este Super Paquímetro perfeito para utilização em locais que contêm grande quantidade de fluidos refrigerantes e/ou de corte. A operação é semelhante ao paquímetro analógico.
- O Super Paquímetro utiliza componentes que não contêm substâncias tóxicas e é compatível com as diretrizes RoHS.
- Movimentação suave e confortável do cursor.



- Sem necessitar da restauração de origem, a medição pode ser realizada a qualquer momento e sem restrições de velocidade de movimento.
- A resistência do mostrador contra impactos foi amplificada, para melhorar a confiança de utilizar este instrumento em chão de fábrica.

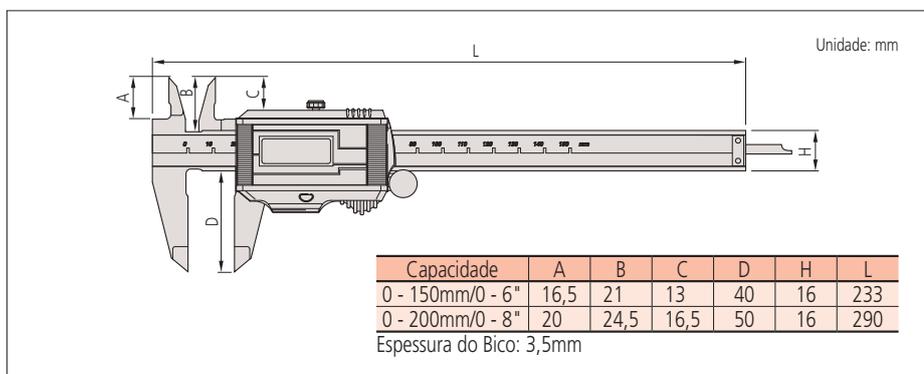
Guias com acabamento de rugosidade mais fino e com sulcos na direção do movimento



### Especificações

Métrico				Pol./Métrico			
Código No.	Capacidade	Modelo	Peso	Código No.	Capacidade	Modelo	Peso
500-776	0 - 150mm	com saída de dados	180g	500-786	0 - 6"	com saída de dados	180g
500-777	0 - 200mm		210g	500-787	0 - 8"		210g
500-774	0 - 150mm	sem saída de dados	180g	500-784	0 - 6"	sem saída de dados	180g
500-775	0 - 200mm		210g	500-785	0 - 8"		210g

### Dimensões



**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)

**IP67** (Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

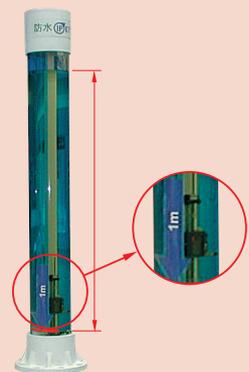


Certificado de inspeção fornecido como padrão.  
Ver página IX para mais detalhes.



### Nível de Proteção IP67

- Level 6:** À prova de poeira. Não permite a entrada de poeira.
- Level 7:** Protegido contra entrada de água. A entrada de água em quantidades que causem danos ao instrumento não deve ser permitida quando sua carcaça estiver temporariamente imersa em 1m de água sobre certas condições de pressão e tempo (30 min).



### Informações Técnicas

Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Exatidão: ±0,02mm (excluindo erro de dígito)  
Repetibilidade: 0,01mm  
Erro quantificador: ±1 unidade  
Nível de Proteção: IP67\*  
Alimentação: Célula Solar\*\*  
Mostrador: LCD  
Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Tempo de Resposta: Ilimitado  
\* Este modelo não é à prova d'água. Por isto, anticorrosivos devem ser aplicados após a utilização do instrumento.  
\*\* Pode ser utilizado continuamente em ambientes com 60lux de iluminação.



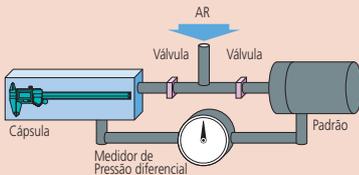
## Funções

- Configuração de Origem: A referência de origem absoluta pode ser modificada a qualquer momento.
- Alarme: A mensagem de erro ocorre e as funções de medição se tornam inoperantes quando:
- O equipamento é ligado com insuficiência de iluminação ambiente ou de energia carregada.
  - Quando a escala está extremamente suja e ocorrem erros de cálculo no mostrador.



## Equipamento para teste de vazamento de ar: para inspeção da resistência à água

Geralmente, para a avaliação da resistência de água é utilizado o teste de vazamento de ar.



Procedimento: Posicione o instrumento dentro da cápsula e sele-a. Agora, preencha a cápsula e a câmara de testes com ar na pressão necessária e feche as válvulas de isolamento. Se não houver vazamentos no instrumento, o sensor de pressão diferencial indicará o valor zero, porque a quantidade de ar dentro da câmara de testes não se modificou. Entretanto, se houver vazamento de ar no instrumento, o sensor de pressão diferencial mostrará leituras diferentes de zero devido à redução de pressão dentro da câmara de testes, conforme o ar do instrumento é vazado. Detectando esta diferença de pressão, o julgamento GO/NG é realizado para analisar a gravidade do vazamento. Esse teste é utilizado em todos os paquímetros e micrômetros à prova d'água.



Equipamento para teste de vazamento de ar em paquímetros à prova d'água

## Acessórios Opcionais

(Dedicado para modelos equipados com saída de dados Digimatic (Códigos No. 500-776, 500-777, 500-786 e 500-787))

### • Cabos de conexão para IT/DP/MUX\*

- 05CZA624:** Cabo de conexão para CEP (1m)
- 05CZA625:** Cabo de conexão para CEP (2m)

### • Interface Input Tool USB Direta

- 06AFM380A:** Cabos USB-ITN-A para CEP (2m)
- **Cabos de conexão para U-WAVE-T**
- 02AZD790A:** Cabos de U-WAVE para CEP com botão DATA (160mm)
- 02AZE140A:** Cabo de conexão CEP para Pedal

\* Não pode ser utilizado em paquímetros digitais sem resistência à água que possuem saída de dados.



## Sobre a função de carregamento (Super Paquímetro)

### A iluminação mínima necessária quando o instrumento está descarregado é de 60lux.

Segundo a tabela 'JIS Z 9110 da norma de intensidade luminosa artificial', o Super Paquímetro pode ser utilizado com confiança em ambientes de trabalho normais.

### A função de carregamento permite ao operador utilizar o Super Paquímetro sem interrupções de trabalho, mesmo quando a iluminação ambiente for temporariamente insuficiente.

- Quando o Super Paquímetro está totalmente carregado, ele consegue operar por aproximadamente 1 hora em ambientes com 50lux de iluminação (menor do que a iluminação ambiente requisitada).
- O tempo necessário para o total carregamento varia de acordo com as condições de iluminação. Se o Super Paquímetro não estiver sendo utilizado em um ambiente com 500 lux (usado em ambientes de produção), ele necessita de aproximadamente uma hora para alcançar a carga total.

Iluminação (lx)	Local (área de trabalho possível)
1500	
1000	Sala de desenho. Sala de redação. (tarefas com requisitos especiais)
750	Sala de conferências. Sala de controle
500	entorno habitual de fabricação (tarefas com requisitos visuais normais)
300	Sala de máquinas. Sala de leitura. (tarefas com requisitos visuais limitados)
200	
150	Corredores, passagens, escadas. (zonas não planejadas para trabalho)
100	
75	
50	Escadas de emergência, estoque. (tarefas de carga e descarga)
30	
20	

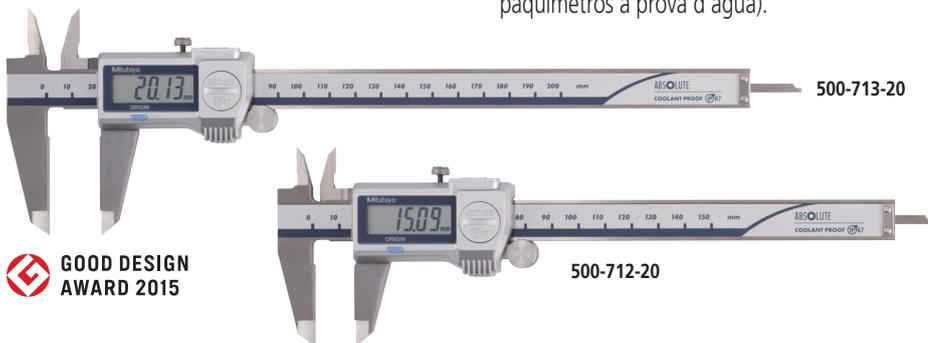
Exceto para JIS Z 9110 iluminação artificial intensidade padrão

# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

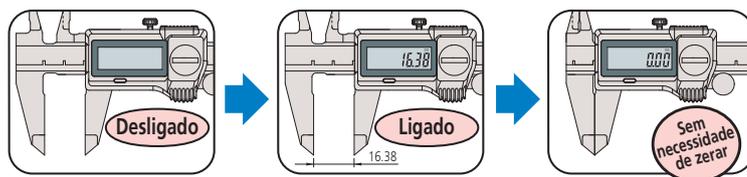
## Paquímetros à Prova D'Água ABSOLUTE Série 500 — com proteção contra água/poeira nível IP67

- Pode ser utilizado em condições de chão de fábrica, expostos a líquidos refrigerantes, água, poeira e óleo. Dimensões e peso são os mesmos dos produtos convencionais. Além disso, 100% inspecionados pelo teste de vazamento de ar.
- Modelos com bicos com face de metal duro e haste de profundidade cilíndrica foram acrescentados à série.
- Mostrador LCD com dígitos grandes torna a leitura dos valores medidos mais fáceis.
- Fácil de usar — design avançado operado por apenas 1 botão.
- Incorpora o sistema de medição absoluta. A origem (zero) não precisa ser recuperada.
- Possui função automática de desligamento do mostrador LCD após inatividade de 20 minutos, porém a origem ABS é mantida. O instrumento liga com o movimento do cursor.
- Permite medição de ressalto.
- Pode ser integrado ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.
- Compatível com interfaces Input Tool para transferência dos dados medidos diretamente a softwares editores de planilhas (como Excel).
- Certificado de inspeção fornecido de fábrica. (Entretanto, não pode ser utilizado como Certificado de calibração quando fora de validade.)
- Disponíveis também modelos especiais de paquímetros à prova d'água.



**GOOD DESIGN AWARD 2015**

A escala absoluta (tecnologia ABSOLUTE) embutida indica que este instrumento pode ser utilizado imediatamente após ligar, sem necessidade de zerar



### Acessórios Opcionais



#### Cabos de conexão para IT/DP/MUX\*

- 05CZA624: Cabo para CEP com botão DATA (1m)
- 05CZA625: Cabo para CEP com botão DATA (2m)

\* Não pode ser utilizado em paquímetros digitais sem resistência à água que possuem saída de dados.



#### Interface Input Tool USB Direta

06AFM380A: Cabos USB-ITN-A para CEP (2m)

#### Cabos de conexão para U-WAVE-T

- 02AZD790A: Cabo de U-WAVE para CEP com botão DATA (160mm)
- 02AZE140A: Cabo de Pedal para CEP

### Nível de Proteção IP67

IP 6 7

Primeiro Dígito	Proteção contra objetos sólidos (pessoas ou coisas)		Segundo Dígito	Proteção contra líquidos (água, etc.)	
	Descrição curta	Descrição		Descrição curta	Descrição
6	À prova de poeira.	Não permite a entrada de poeira.	7	Protegido contra entrada de água	A entrada de água em quantidades que causem danos ao instrumento não deve ser permitida quando sua carcaça estiver temporariamente imersa em água sobre certas condições de pressão e tempo.

Para detalhes sobre os testes utilizados na avaliação de cada grau de proteção, favor consultar a norma original.

ABSOLUTE™ (Ver página IX para mais detalhes.)

IP67 (Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

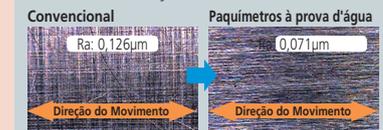


Certificado de inspeção fornecido como padrão. Ver página IX para mais detalhes.



### Movimento suave do cursor feito para operação confortável.

Guias de rugosidade mais fino e com sulcos na direção do movimento



### Informações Técnicas

Exatidão:  $\pm 0,02\text{mm}$  ( $\leq 200\text{mm}$ ),  $\pm 0,03\text{mm}$  ( $> 200\text{mm}$ ) (excluindo erro de dígito)  
 Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
 Repetibilidade: 0,01mm  
 Erro quantificador: Não incluído  $\pm 1$  dígito  
 Nível de Proteção: IP67 (IEC60529)\*  
 Mostrador: LCD  
 Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
 Tempo de Resposta: Ilimitado  
 Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**, (acessório padrão para operações iniciais)  
 Vida Útil da Bateria: Aprox. 3 anos com uso normal (Aprox. 1 ano para modelos acima de 300mm)

\* Mesmo que estes modelos sejam classificados com IP67, é necessário cuidados para secar e proteger o instrumento com anticorrosivos após a utilização.

## Funções

Configuração de Origem: A referência de origem absoluta pode ser modificada a qualquer momento.

Saída de Dados: o conector para saída de dados permite a integração em controle estatístico de processos e em sistemas de controle de medição.

Liga/Desliga automático: desliga o mostrador LCD após inatividade de 20 minutos, porém a origem ABS é mantida. O instrumento liga com o movimento do cursor.

Alarme: A mensagem de erro é mostrada e a medição é interrompida. A medição não continuará enquanto o erro persistir. Além disso, se a bateria estiver fraca, o alerta "B" aparecerá no mostrador até a bateria acabar, para alertar o operador.



## Especificações

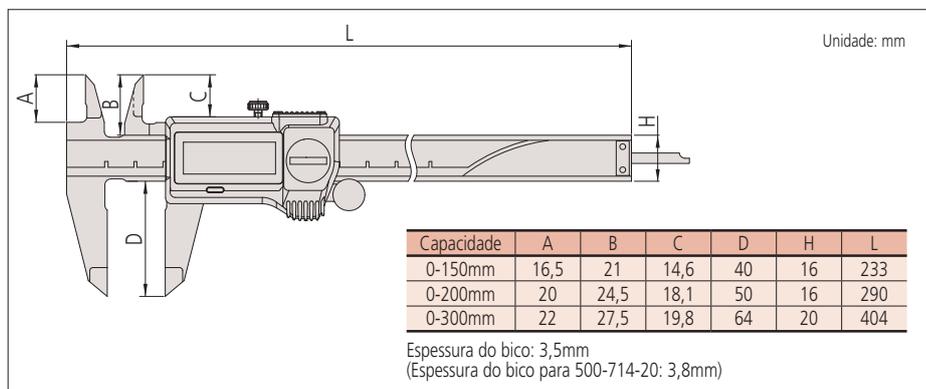
Métrico						
Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Ajuste Fino	Características		
500-702-20*	0 - 150mm	Retangular	Com roldana	—		
500-712-20			—			
500-706-20*		ø1,9mm	Com roldana		Faces de metal duro para medições externas	
500-716-21					—	Faces de metal duro para medições externas e internas
500-709-20*		0 - 200mm	Retangular		Com roldana	—
500-719-20					—	
500-721-20	Com roldana			Faces de metal duro para medições externas		
500-723-20	—			Faces de metal duro para medições externas e internas		
500-727-20	Com roldana			—		
500-703-20*	—					
500-713-20	0 - 300mm	Retangular	Com roldana	—		
500-707-20*			—			
500-717-20			Com roldana		Faces de metal duro para medições externas	
500-722-20			—		Faces de metal duro para medições externas e internas	
500-724-20			Com roldana		—	
500-728-20			—			
500-714-10	0 - 300mm	Retangular	Com roldana	—		
500-718-11			—			
500-704-10*			Com roldana			
500-708-11*			—			

\* sem saída de dados

Poleg./Métrico					
Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Ajuste Fino	Características	
500-752-20*	0 - 6"	Retangular	Com roldana	—	
500-762-20		ø.075"			
500-768-20*					Retangular
500-769-20		Faces de metal duro para medições externas e internas			
500-731-20*		Faces de metal duro para medições externas e internas			
500-735-20		—			
500-733-20*	0 - 8"	Retangular	Com roldana	Faces de metal duro para medições externas	
500-737-20				Faces de metal duro para medições externas e internas	
500-753-20*				—	
500-763-20				Faces de metal duro para medições externas	
500-732-20*				Faces de metal duro para medições externas e internas	
500-736-20				—	
500-734-20*	0 - 12"	Retangular	Com roldana	Faces de metal duro para medições externas e internas	
500-738-20				—	
500-764-10				—	
500-754-10*				—	

\* sem saída de dados

## Dimensões

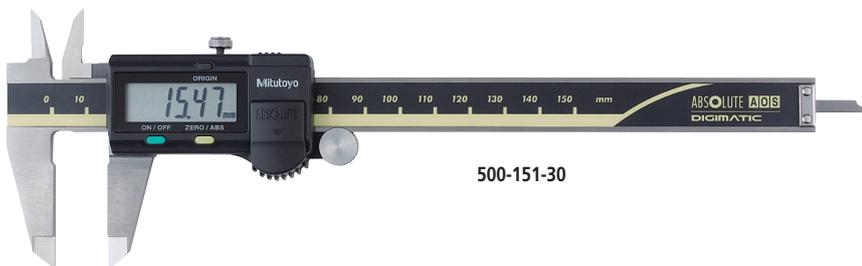


# Paquímetros

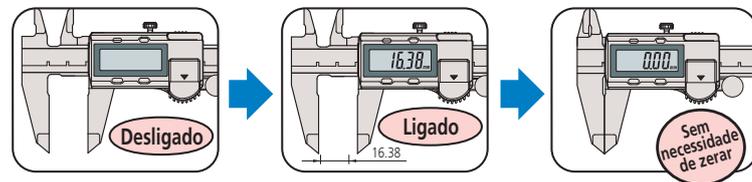
Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Paquímetro Digital ABSOLUTE Série 500 — com exclusiva tecnologia ABSOLUTE

- Sistema de indução eletromagnética permite o uso em condições de chão de fábrica, exposto a líquidos refrigerantes, água, poeira etc.
- Novo design ergonômico.
- O botão ZÉRO/ABS permite que o mostrador seja zerado em qualquer posição do cursor, para medições por comparação. Ele também permite retornar ao modo absoluto (ABS) para mostrar o valor real com relação à origem (usualmente no encontro dos bicos).
- Largo mostrador LCD para melhor leitura.
- Movimento suave e confortável do cursor.
- Bateria com até 18.000 horas de vida útil.
- Permite medição de ressalto.
- Paquímetros com bicos de metal duro são ideais para medição de peças em bruto, fundidas, forjadas, rebolos, etc.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



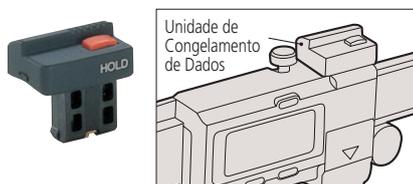
A escala absoluta (tecnologia ABSOLUTE) embutida indica que este instrumento pode ser utilizado imediatamente após ligar, sem necessidade de zerar



### Acessórios Opcionais

Dedicados apenas para modelos com saída de dados.

#### 959143: Unidade para Função "Hold"



#### Cabos de Conexão para IT/DP/MUX

959149: Cabo para CEP com botão DATA (1m)

959150: Cabo para CEP com botão DATA (2m)



#### Interface Input Tool USB Direta

06AFM380C: Cabo USB-ITN-C para CEP (2m)

#### Cabos de conexão para U-WAVE-T

02AZD790C: Cabo de U-WAVE para CEP com botão DATA (160mm)

02AZE140C: Cabo de Pedal para CEP

ABSOLUTE™ (Ver página IX para mais detalhes.)



Certificado de inspeção fornecido como padrão.  
Ver página IX para mais detalhes.



### Informações Técnicas

Exatidão:  $\pm 0,02\text{mm}$  ( $\leq 200\text{mm}$ ),  $\pm 0,03\text{mm}$  ( $\leq 300\text{mm}$ ) (excluindo erro de dígito)

Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm

Repetibilidade: 0,01mm

Mostrador: LCD

Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,  
(acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil da Bateria: Aprox. 3,5 anos com uso normal  
(Aprox. 18.000 horas de uso normal)

## Funções

**Medição Absoluta:** Após ser ligado, as medições podem ser iniciadas sem necessidade de zeramento caso a origem esteja previamente setada. A posição de origem absoluta pode ser modificada pressionando o botão ORIGIN.

**Medição Incremental:** O mostrador pode ser zerado em qualquer posição para medições em comparação.

**Alerta de bateria fraca:** Se a carga da bateria ficar fraca, um "B" aparecerá no mostrador alertando o usuário antes que a medição não seja mais possível de ser realizada.

**Saída de Dados:** Utilizando cabos de conexão (opcional), é possível transmitir os dados medidos.

**Função "Hold":** Utilizando a Unidade Para Função "Hold" (opcional), o valor do mostrador pode ser congelado. Este acessório não pode ser utilizado junto com a transmissão de dados.

## Especificações

### Métrico

Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Ajuste Fino	Características
500-150-30	0 - 100mm	ø1,9mm	Com roldana	—
500-180-30*			—	
500-151-30			Com roldana	
500-154-30	0 - 150mm	Retangular	Com roldana	Faces de metal duro para medições externas
500-155-30				Faces de metal duro para medições externas e internas
500-158-30				ø1,9mm
500-181-30*	0 - 200mm	Retangular	—	—
500-152-30			Com roldana	Faces de metal duro para medições externas
500-156-30				Faces de metal duro para medições externas e internas
500-157-30				—
500-182-30*			Com roldana	—

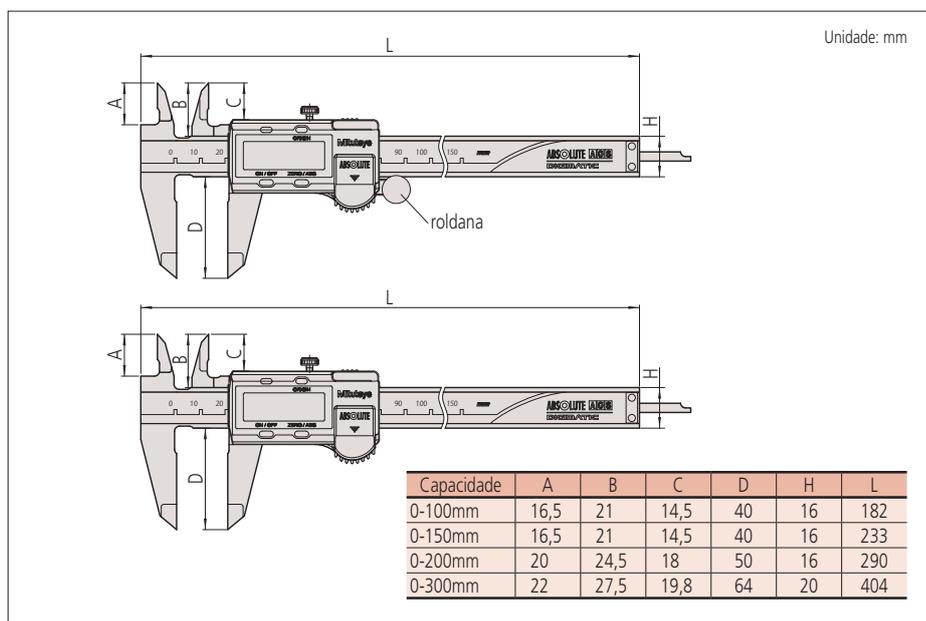
\* sem saída de dados

### Poleg./Métrico

Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Ajuste Fino	Características
500-170-30	0 - 4"	ø.075"	Com roldana	—
500-195-30*				—
500-171-30B	0 - 6"	Retangular	Com roldana	Faces de metal duro para medições externas
500-174-30				Faces de metal duro para medições externas e internas
500-175-30				—
500-178-30				ø.075"
500-196-30B*				—
500-159-30*	0 - 8"	Retangular	Com roldana	Faces de metal duro para medições externas
500-160-30*				Faces de metal duro para medições externas e internas
500-172-30B				—
500-176-30				Faces de metal duro para medições externas
500-177-30				Faces de metal duro para medições externas e internas
500-197-30B*				—
500-163-30*				Faces de metal duro para medições externas
500-164-30*				Faces de metal duro para medições externas e internas
500-173				—
500-167				Faces de metal duro para medições externas
500-168	Faces de metal duro para medições externas e internas			
500-193*	0 - 12"	Retangular	Com roldana	—
500-165*				Faces de metal duro para medições externas
500-166*				Faces de metal duro para medições externas e internas
500-166*				—

\* sem saída de dados

## Dimensões



# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)



## Paquímetro Digital de Grande Capacidade Série 500 — com exclusiva tecnologia ABSOLUTE

- Paquímetro longo digital incorpora a escala ABSOLUTE e está disponível em capacidades a partir de 450mm até 1000mm.
- Permite medição de ressalto.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.
- Para mais detalhes sobre a escala ABSOLUTE e sua função



### Informações Técnicas

Exatidão:  $\pm 0,05\text{mm}$  ( $\leq 600\text{mm}$ ),  $\pm 0,07\text{mm}$  ( $\leq 1000\text{mm}$ ) (excluindo erro de dígito)

Resolução: 0,01mm ou  $.0005''/0,01\text{mm}$

Repetibilidade: 0,01mm

Mostrador: LCD

Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pc) **938882**,

(acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil da Bateria: Aprox. 3,5 anos com uso normal

### Especificações

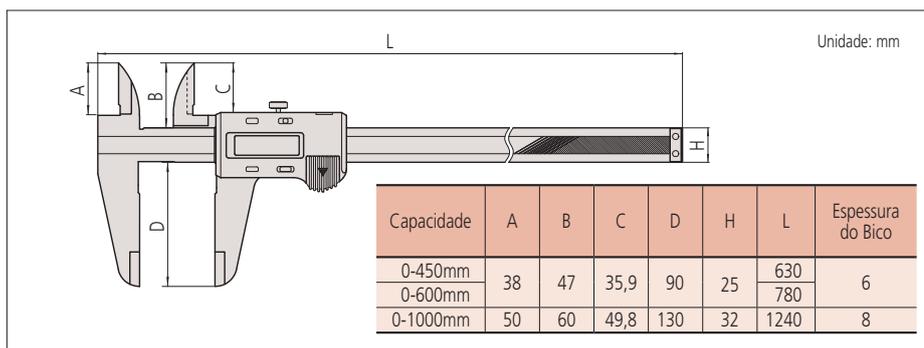
Métrico					
Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Ajuste Fino	Características	
500-500-10	0 - 450mm	—	—	—	
500-501-10	0 - 600mm				
500-502-10	0 - 1000mm				

\* sem saída de dados

Pol./Métrico					
Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Ajuste Fino	Características	
500-505-10	0 - 18"	—	—	—	
500-506-10	0 - 24"				
500-507-10	0 - 40"				

\* sem saída de dados

### Dimensões



### Acessórios Opcionais

Dedicados apenas para modelos com saída de dados.

#### 959143: Unidade Para Função "Hold"



#### Cabos de Conexão para IT/DP/MUX

**959149:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**959150:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)



#### Interface Input Tool USB Direta

**06AFM380C:** Cabo USB-ITN-C para CEP (2m)

#### Cabos de conexão para U-WAVE-T

**02AZD790C:** Cabo de U-WAVE para CEP com botão DATA (160mm)

**02AZE140C:** Cabo de Pedal para CEP



Certificado de inspeção fornecido como padrão.  
Ver página IX para mais detalhes.



### Informações Técnicas

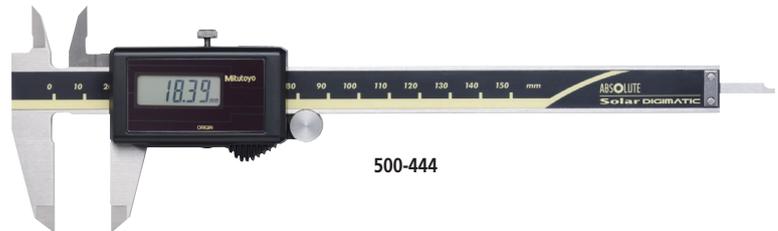
Exatidão:  $\pm 0,02\text{mm}$  (excluindo erro de dígito)  
Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Repetibilidade: 0,01mm  
Mostrador: LCD  
Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Alimentação: Célula Solar\*  
Tempo de Resposta: Ilimitado  
Temperatura de Operação: 0 a 40°C  
\* Pode ser utilizado continuamente em ambientes com 60Lux de iluminação

### Funções

Medição absoluta  
Detecção de contaminação na escala  
Saída de dados (utilizada com cabos de comunicação opcionais)  
Função "Hold" (Unidade Para Função "Hold". Este acessório não pode ser utilizado junto com a transmissão de dados)  
\* Para mais detalhes sobre as funções, ver página D-8.

## Paquímetro Solar Série 500 — com exclusiva tecnologia ABSOLUTE

- O Paquímetro Digital Solar Absolute mantém o ponto de origem por tempo indeterminado.
- Capaz de medir com luminosidades a partir de 60 Lux. Elimina a necessidade de zeramento devido à baixa luminosidade.
- O zeramento não é necessário ao ligar o instrumento devido à integração da escala Absolute. Livre de erros por excesso na velocidade de movimentação.
- Movimento suave e confortável do cursor.
- Permite medições de ressaltos.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



500-444

### Especificações

Métrico			
Código No.	Capacidade	Haste de Prof.	Ajuste Fino
500-443	0 - 100mm	$\varnothing 1,9\text{mm}$	Com roldana
500-453*			
500-444	0 - 150mm	Retangular	
500-454*			
500-445			
500-455*	0 - 200mm		

\* sem saída de dados

Poleg./Métrico			
Código No.	Capac.	Haste de Prof.	Ajuste Fino
500-463	0 - 4"	$\varnothing .075"$	Com roldana
500-473*			
500-464	0 - 6"	Retangular	
500-474*			
500-465	0 - 8"		
500-475*			

\* sem saída de dados

### Dimensões

Unidade: mm

Capacidade	A	B	C	D	H	L
0-100mm	16,5	21	14,5	40	16	182
0-150mm						233
0-200mm	20	24,5	18	50		290

### Acessórios Opcionais

Dedicados apenas para modelos com saída de dados.

#### 959143: Unidade Para Função "Hold" (congelamento de dados)



#### Cabos de Conexão para IT/DP/MUX

959149: Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
959150: Cabo para CEP com botão DATA (2m)



#### Interface Input Tool USB Direta

06AFM380C: Cabo USB-ITN-C para CEP (2m)

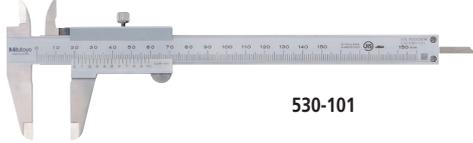
#### Cabos de conexão para U-WAVE-T

02AZD790C: Cabo de U-WAVE para CEP com botão DATA (160mm)  
02AZE140C: Cabo de Pedal para CEP

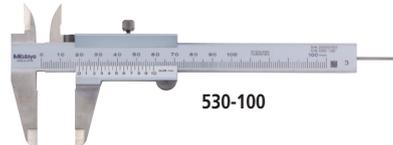
# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

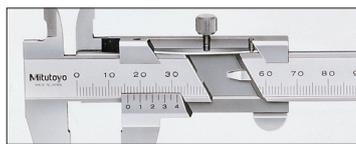
## Paquímetros Analógicos Série 530 — modelo convencional



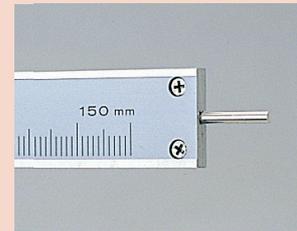
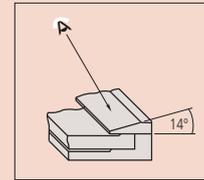
530-101



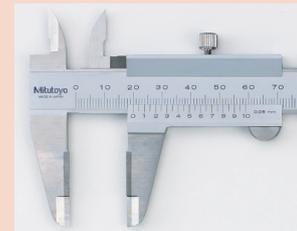
530-100



- Design simples e básico.
- Graduação em desnível previne desgaste da graduação da escala por atrito.
- O pequeno ângulo na face do vernier (14°) promove fácil leitura da escala.
- Capaz de realizar medições internas e externas, de profundidade e de ressalto.
- Paquímetros com bicos de metal duro
- Quadrimensional para medição de peças em bruto, fundidas, forjadas, de rebolos, etc.
- Escalas em graduação decimal e fracionária (apenas para modelos métrico/poleg. e polegada).



530-102 (Haste de profundidade cilíndrica)



530-320 (Bicos de metal duro)

## Dimensões

Unidade: mm

Capacidade	Espessura dos Bicos
0 - 100mm	3
0 - 150mm	
0 - 200mm	
0 - 300mm	3,8
0 - 600mm	6
0 - 1000mm	8

Capacidade	A	B	D	E	F	H	L
0 - 100mm	17	21,5	40	53,5	30	16	182
0 - 150mm	17	21,5	40	53,5	30	16	229
0 - 200mm	20,5	25	50	53,5	30	16	288
0 - 300mm	22	27,5	64	66,5	36	20	404
0 - 600mm	38	47	90	89	50	25	780
0 - 1000mm	50	60	130	111	61	32	1240

\* Código No. 530-100 e No. 530-102 possuem haste de profundidade circular (ø1,9mm).  
A haste de profundidade da ilustração acima é um modelo diferente (retangular).

## Especificações

Métrico				
Código No.	Capacidade	Exatidão	Haste de Profund.	Características
530-100	0 - 150mm	±0,05	Retangular	—
530-102		±0,05		—
530-101		±0,05		Faces de metal duro para medições externas
530-320		±0,05		Faces de metal duro para medições externas e internas
530-335		±0,05		—
530-122*	±0,03	—	—	
530-108	0 - 200mm	±0,05	Retangular	—
530-321		±0,05		Faces de metal duro para medições externas
530-123*		±0,03		—
530-109		±0,08		—
530-322	0 - 300mm	±0,08	Retangular	Faces de metal duro para medições externas
530-124*		±0,04		—
530-501	0 - 600mm	±0,10	—	—
530-502	0 - 1000mm	±0,15	—	—

\* Graduação: 0,02mm

Métrico/Poleg. com escala dupla métrico/poleg.

Código No.	Capacidade	Exatidão	Haste de Profundidade	Graduação em mm	Graduação em Polegada
530-104BR*	0 - 150mm	±0,05	Retangular	0,05	1/128"
530-312BR*		±0,03		0,02	.001"
530-114BR*	0 - 200mm	±0,05		0,05	1/128"
530-118BR*		±0,03		0,02	.001"
530-115	0 - 300mm	±0,08		0,05	1/128"
530-119*		±0,04		0,02	.001"

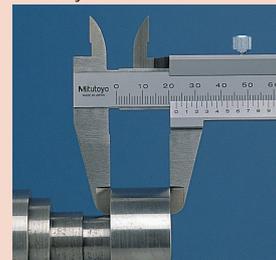
\* Substituir sufixo BR por B-10 para paquímetros com guias revestidas de titânio

Polegada com escala dupla poleg./poleg.

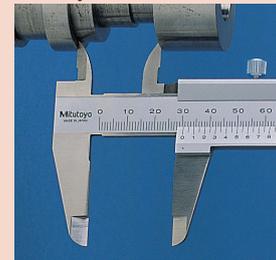
Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Graduação de Polegada	Características
530-105	0 - 6"	Retangular	1/128"	—
530-116	0 - 8"			

## Aplicabilidade de Medição

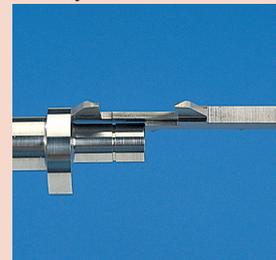
### 1. Medição Externa



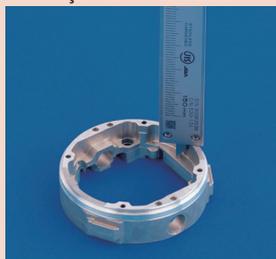
### 2. Medição Interna



### 3. Medição de Ressaltos



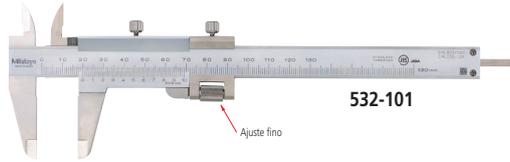
### 4. Medição de Profundidade



### Informações Técnicas

Exatidão:  $\pm 0,03\text{mm}$  ( $\leq 180\text{mm}$ ),  $\pm 0,04\text{mm}$  ( $\leq 280\text{mm}$ )  
 Graduação:  $0,02\text{mm}$ ,  $0,02\text{mm}$  (.001") ou .001" (1/128")

## Paquímetro Analógico Série 532 — com ajuste fino



- O ajuste fino auxilia no posicionamento do cursor
- Permite a medição de ressaltos.

### Especificações

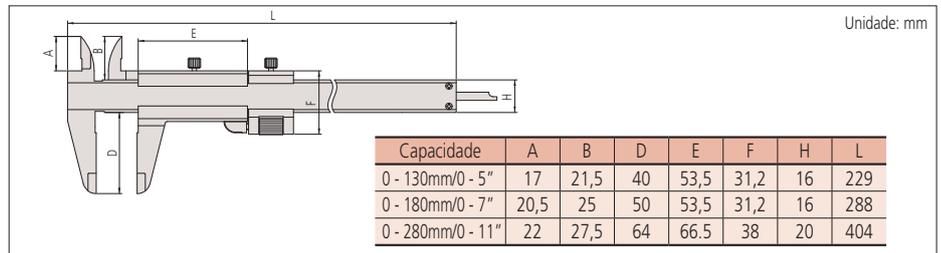
#### Métrico

Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Característica
532-101	0 - 130mm	Retangular	com ajuste fino
532-102	0 - 180mm		
532-103	0 - 280mm		

#### Métrico/Poleg. com escala dupla métrico/poleg.

Código No.	Capacidade	Haste de Profund.	Graduação de Polegada	Características
532-119	0 - 130mm	Retangular	.001"	com ajuste fino
532-120	0 - 180mm			
532-121	0 - 280mm			

### Dimensões



## Paquímetro Analógico Série 531 — com trava de pressão



- O cursor se movimenta somente quando a trava de pressão é pressionada.
- Permite medição de ressaltos.

### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
 Graduação:  $0,05\text{mm}$ ,  $0,05\text{mm}$  (1/128") ou .001" (1/128")  
 Modelo de Alta Exatidão:  $0,02\text{mm}$  or  $0,02\text{mm}$  (.001")

### Especificações

#### Métrico

Código No.	Capacidade	Exatidão	Haste de Profund.	Características
531-101	0 - 150mm	$\pm 0,05\text{mm}$	Retangular	—
531-102	0 - 200mm			
531-103	0 - 300mm	$\pm 0,08\text{mm}$		

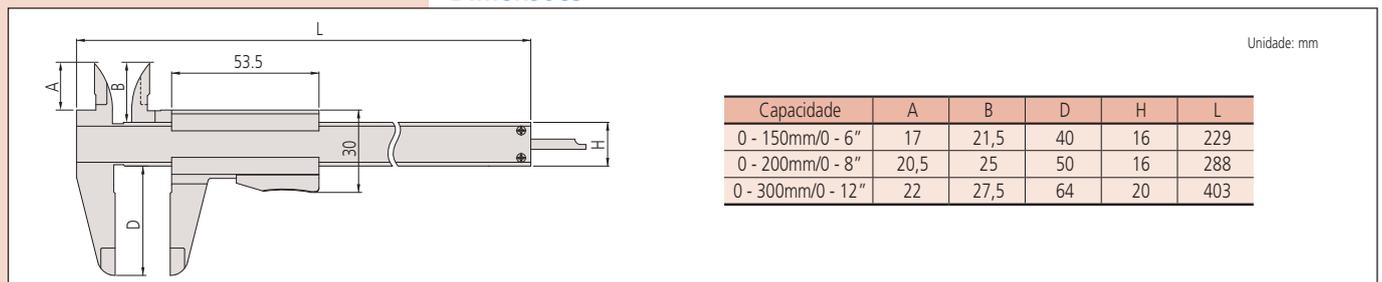
\* Graduação:  $0,02\text{mm}$

#### Métrico/Poleg. com escala dupla métrico/poleg.

Código No.	Capacidade	Exatidão	Haste de Prof.	Graduação de Poleg.	Características
531-122	0 - 150mm	$\pm 0,05\text{mm}$	Retangular	1/128"	Com tabela de conversão pol/mm
531-128*		$\pm 0,03\text{mm}$		.001"	Modelo de Alta Exatidão
531-108	0 - 200mm	$\pm 0,05\text{mm}$		1/128"	—
531-129*		$\pm 0,03\text{mm}$		.001"	Modelo de Alta Exatidão
531-109	0 - 300mm	$\pm 0,08\text{mm}$		1/128"	—
531-112*		$\pm 0,04\text{mm}$		.001"	Modelo de Alta Exatidão

\* Graduação:  $0,02\text{mm}$

### Dimensões



# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Paquímetro Digital de Bico Interno/Externo Série 550 — com bicos arredondados (para medição em furos)

- Oferece resolução de 0,01mm.
  - Incorpora o sistema de medição ABSOLUTE e IP67. A origem não precisa ser ajustada após ligar o instrumento (ver página D-8 para descrições sobre medição com Absolute).
  - Códigos Nos. 550-301-20, 550-331-10, 550-311-10 e 550-341-10: IP67 (Estes modelos externamente não são à prova d'água. Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.)
  - Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.
- Ver página A-3 para mais detalhes.
- Valor de medição interna: valor + é exibido no mostrador (o valor mínimo de medição interna descrito abaixo). O botão "OFFSET" permite a inserção de um valor de compensação para que as medições internas possam ser lidas diretamente (Códigos Nos. 550-301-20, 550-331-10, 550-311-10 e 550-341-10). A função "Preset" permite a configuração de um ponto inicial arbitrário (Códigos Nos. 550-331-10 e 550-341-10).



### Especificações

Métrico			
Código No.	Capacidade*	Exatidão	Características
550-301-20	0 - 200mm (10 - 210mm)	±0,03mm	IP67
550-331-10	0 - 300mm (10 - 310mm)	±0,04mm	IP67, com função "Preset" para facilitar medições internas
550-203-10	0 - 450mm (20 - 470mm)	±0,05mm	—
550-205-10	0 - 600mm (20 - 620mm)	±0,05mm	—
550-207-10	0 - 1000mm (20 - 1020mm)	±0,07mm	—

\* ( ) : Medição interna

Nota: A série 550 não é equipada com haste de profundidade.

Poleg./Métrico			
Código No.	Capacidade*	Exatidão	Características
550-311-10	0 - 8" (.4" - 8.4")	±.0015"	IP67
550-341-10	0 - 12" (.4" - 12.4")	±.002"	IP67, com função "Preset" para facilitar medições internas
550-223-10	0 - 18" (.5" - 18.5")		—
550-225-10	0 - 24" (.5" - 24.5")		—
550-227-10	0 - 40" (1" - 41")	±.003"	—

\* ( ) : Medição interna

Nota: A série 550 não é equipada com haste de profundidade.

### Dimensões

Capacidade	D	J	S	R
0 - 200mm	60	40,5	8	5
0 - 300mm	75	50,5	12	5
0 - 450mm	100	65	18	10
0 - 600mm	100	65	18	10
0 - 1000mm	140	95	24	10

Unidade: mm

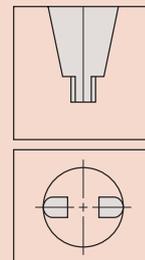
ABSOLUTE™ (Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



Bicos com raios para medições internas precisas

### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações. (excluindo erro de dígito em modelos digitais)

Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm

Mostrador: LCD

Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pc), **938882**, (acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil de Bateria: Aprox. 3 anos com uso normal (Aprox. 1 ano para modelos de até 300mm (Aprox. 3,5 anos para modelos acima de 300mm))

Nível de Proteção: IP67\* (Modelos até 300mm)

\*Este modelo não é à prova d'água. Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

### Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX

**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)\*

**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)\*



**959149**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**959150**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)

Interface Input Tool USB Direta

**06AFM380A**: Cabo USB-ITN-A para CEP (2m)\*

**06AFM380C**: Cabo USB-ITN-C para CEP (2m)

Cabos de conexão para U-WAVE-T

**02AZD790A**: Cabos de U-WAVE para SPC com botão (160mm)\*

**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP\*

**02AZD790C**: Cabo de U-WAVE com botão DATA (160mm)

**02AZE140C**: Cabo de Pedal para CEP

\* Para modelos IP67 (até 300mm)

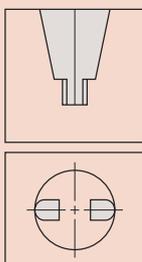
**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)

**IP67**

(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



Bicos com raios para medições internas precisas

### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações. (excluindo erro de dígito em modelos digitais)  
 Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
 Mostrador: LCD  
 Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
 Tempo de Resposta: Ilimitado  
 Bateria: **SR44** (1 pc), **938882**, (acessório padrão para operações iniciais)  
 Vida Útil de Bateria: Aprox. 3 anos com uso normal (Aprox. 1 ano para modelos de 300mm (Aprox. 3,5 anos para modelos acima de 300mm))

Nível de Proteção: IP67\* (Modelos até 300mm)  
 \*Este modelo não é à prova d'água. Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

### Acessórios Opcionais

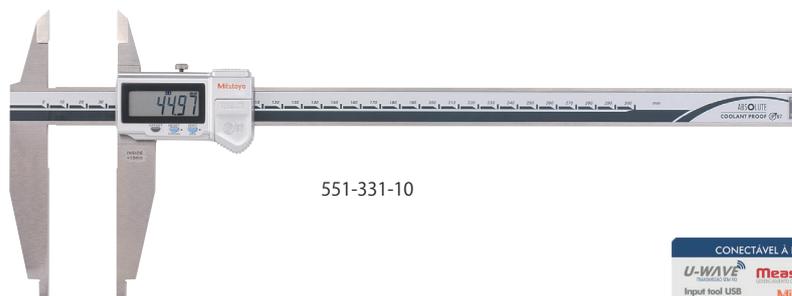
Cabos de conexão para IT/DP/MUX  
**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)\*  
**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)\*



**959149**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
**959150**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)  
 Interface Input Tool USB Direta  
**06AFM380A**: Cabo USB-ITN-A para CEP (2m)\*  
**06AFM380C**: Cabo USB-ITN-C para CEP (2m)  
 Cabos de conexão para U-WAVE-T  
**02AZD790A**: Cabos de U-WAVE para SPC com botão (160mm)\*  
**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP\*  
**02AZD790C**: Cabo de U-WAVE com botão DATA (160mm)  
**02AZE140C**: Cabo de Pedal para CEP  
 \* Para modelos IP67 (até 300mm)

## Paquímetros Digitais ABSOLUTE Série 551 - com bicos arredondados e bicos padrão

- Oferece resolução de 0,01mm.
- Incorpora o sistema de medição Absolute e IP67. A origem não precisa ser ajustada após ligar o instrumento (ver página D-8 para descrições sobre medição com Absolute).
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.
- Valor de medição interna: valor exibido + valor mínimo para medição interna. O botão "OFFSET" permite a inserção de um valor de compensação para que as medições internas possam ser lidas diretamente (Código No. 551-301-10, 551-331-10, 551-311-10 e 551-341-10). A função "Preset" permite a configuração de um ponto inicial arbitrário (Code No. 551-331-10 and 551-341-10).
- Os bicos de medição são chanfrados para facilitar medição em locais mais finos.



### Especificações

Métrico			
Códigos No.	Capacidade*	Exatidão	Características
<b>551-301-10</b>	0 - 200mm (10 - 210mm)	±0,03mm	IP67
<b>551-331-10</b>	0 - 300mm (10 - 310mm)	±0,04mm	IP67, com função "Preset" para facilitar medições internas
<b>551-204-10</b>	0 - 500mm (20 - 520mm)	±0,06mm	—
<b>551-206-10</b>	0 - 750mm (20 - 770mm)	±0,06mm	
<b>551-207-10</b>	0 - 1000mm (20 - 1020mm)	±0,07mm	

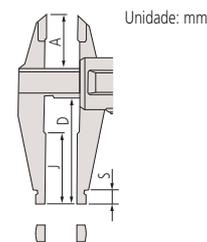
\* ( ) : Medição interna  
 Nota: A série 551 não é equipada com haste de profundidade.

Poleg./Métrico			
Códigos No.	Capacidade*	Exatidão	Características
<b>551-311-10</b>	0 - 8" (.4" - 8.4")	±.0015"	IP67
<b>551-341-10</b>	0 - 12" (.4" - 12.4")	±.002"	IP67, com função "Preset" para facilitar medições internas
<b>551-224-10</b>	0 - 20" (.5" - 20.5")	±.0025"	—
<b>551-226-10</b>	0 - 30" (.5" - 30.5")	±.0025"	
<b>551-227-10</b>	0 - 40" (1" - 41")	±.003"	

\* ( ) : Medição interna  
 Nota: A série 551 não é equipada com haste de profundidade.

### Dimensões

Capacidade	A	D	J	S
0 - 200mm	30	60	43	8
0 - 300mm	40,1	90	68	10
0 - 500mm	56	150	115	15
0 - 750mm	56	150	115	15
0 - 1000mm	56	150	115	20



Unidade: mm

D

# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Paquímetro com Relógio Série 505



505-730



505-732



505-745

- Nova movimentação do relógio com deslizamento ultraleve e alta resistência contra impactos.
- Relógio com fundo amarelo para fácil leitura.
- O impulsor longo traz maior facilidade de uso.
- Os bicos de medição são chanfrados para facilitar medição em locais mais finos.
- Permite a medição de ressaltos.



Certificado de inspeção fornecido como padrão. Ver página IX para mais detalhes.



Leitura:

(A) Leitura na escala 22,00mm  
(B) Leitura no relógio 0,00mm  
22,00mm

## Kits de Instrumentos

### KIT B-20 Paquímetro e Micrômetro



#### Composição:

Paquímetro universal de 150mm - 0,01mm (Cód.: 530-104B-10)

Micrômetro externo de 25mm - 0,01mm (Cód.: 103-137)

Estojo plástico

### KIT C-30

### Paquímetro e Micrômetro



#### Composição:

Paquímetro digital de 150mm - 0,01mm (Cód.: 500-196-30B)

Micrômetro digital externo de 25mm - 0,001mm (Cód.: 293-821-30)

Estojo plástico

### KIT D

### Base Magnética e Relógio Comparador



#### Composição:

Base Magnética 7010SN

Relógio Comparador 2046S (10mm x 0,01mm)

Estojo plástico

## Especificações

### Métrico

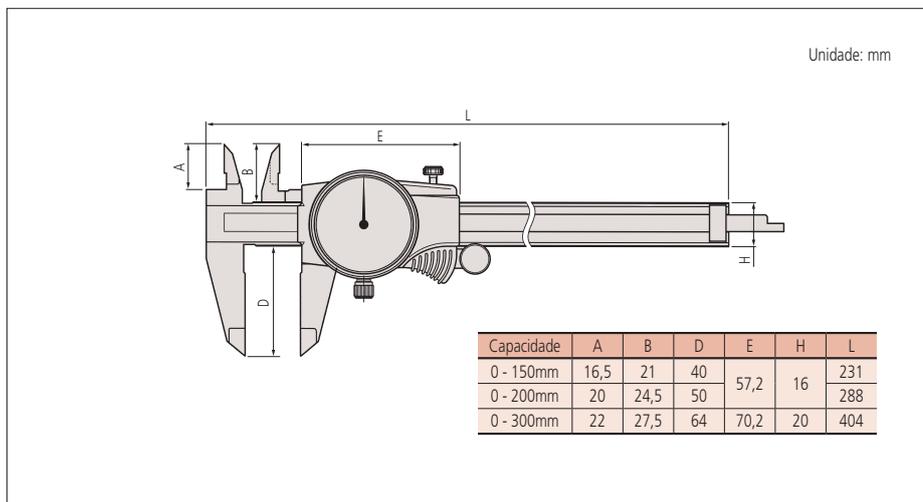
Código No.	Capacidade	Exatidão	Gradação	Características
505-730	0 - 150mm	±0,03mm	0,02mm, 2mm/volta	Fases de metal duro para medições externas Fases de metal duro para medições externas e internas
505-734				
505-735				
505-732	0 - 200mm	±0,02mm	0,01mm, 1mm/volta	—
505-731		±0,03mm	0,02mm, 2mm/volta	
505-733		±0,03mm	0,01mm, 1mm/volta	
505-745	0 - 300mm	±0,04mm	0,02mm, 2mm/volta	—

### Polegada

Código No.	Capacidade	Exatidão	Gradação	Características	
505-742	0 - 6"	±.001"		Fases de metal duro para medições externas Fases de metal duro para medições externas e internas	
505-736		±.001"			
505-738		±.001"			
505-743	0 - 8"	±.002"		—	
505-737		±.002"			
505-739		±.002"			
505-749	0 - 12"	±.002"	.001", .2"/rev	—	
505-746*		±.002"	.001", .1"/rev		
505-750		±.002"	.001", .2"/rev		
505-747*		±.002"	.001", .1"/rev		Fases de metal duro para medições externas
505-748*		±.002"			Fases de metal duro para medições externas e internas

\* Acabamento prateado

## Dimensões



**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)

**IP66**

(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



552-303-10



### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro de dígito)  
Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Mostrador: LCD  
Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Tempo de Resposta: Ilimitado  
Bateria: **SR44** (1 pc), **938882**,  
(acessório padrão para operações iniciais)  
Vida Útil de Bateria: Aprox. 5000 horas com uso normal  
Nível de Proteção: IP66 (IEC60529\*)  
\*Este modelo não é à prova d'água. Favor secar o instrumento após uso.

### Funções

Configuração de Zero  
Função "Hold"  
Compensação de Zero  
Função "Preset"  
Saída de Dados  
Alerta de Bateria Fraca  
Erro de Composição do Valor Contado  
Liga/Desliga Automático, Leitura pol/mm (para modelos pol/mm)

### Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para **IT/DP/MUX**  
**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)



### Interface Input Tool USB Direta

**06AFM380A**: Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)  
Cabo de conexão para **U-WAVE-T**  
**02AZD790A**: Cabo de U-WAVE com botão DATA (160mm)  
**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP

## Paquímetro em Fibra de Carbono Série 552 — com bicos adaptáveis

- Paquímetro digital ABSOLUTE com IP66 (ver página D-8 para mais detalhes sobre a função Absolute.)
- Paquímetros digitais leves que empregam fibra de carbono (CFRP) no corpo da escala e na estrutura dos bicos.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.

### Especificações

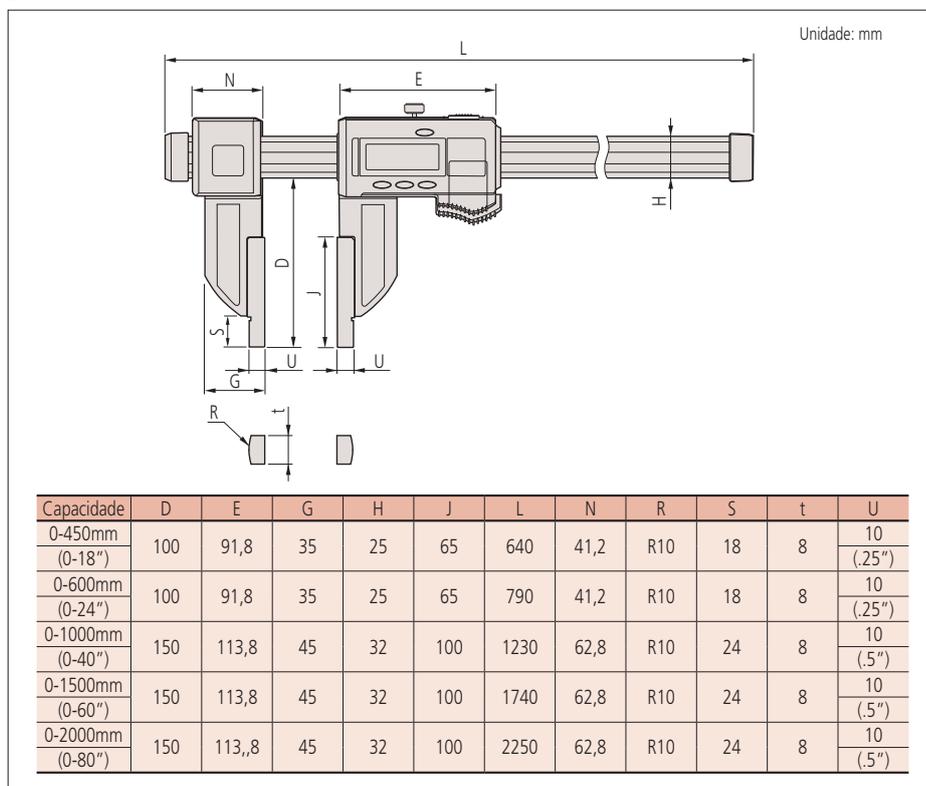
Métrico		
Código No. (padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)	Capacidade*	(padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)
<b>552-302-10</b>	0 (20) - 450mm	±0,04mm / ±0,06mm / ±0,04mm
<b>552-303-10</b>	0 (20) - 600mm	±0,04mm / ±0,06mm / ±0,04mm
<b>552-304-10</b>	0 (20) - 1000mm	±0,05mm / ±0,07mm
<b>552-305-10</b>	0 (20) - 1500mm	±0,09mm / ±0,11mm
<b>552-306-10</b>	0 (20) - 2000mm	±0,12mm / ±0,14mm

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

Polegada/Métrico		
Código No. (padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)	Capacidade*	(padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)
<b>552-312-10</b>	0 (.5") - 18"	±.002" / ±.0025" / ±.002"
<b>552-313-10</b>	0 (.5") - 24"	±.002" / ±.0025" / ±.002"
<b>552-314-10</b>	0 (1") - 40"	±.002" / ±.003"
<b>552-315-10</b>	0 (1") - 60"	±.004" / ±.0045"
<b>552-316-10</b>	0 (1") - 80"	±.005" / ±.0055"

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

### Dimensões

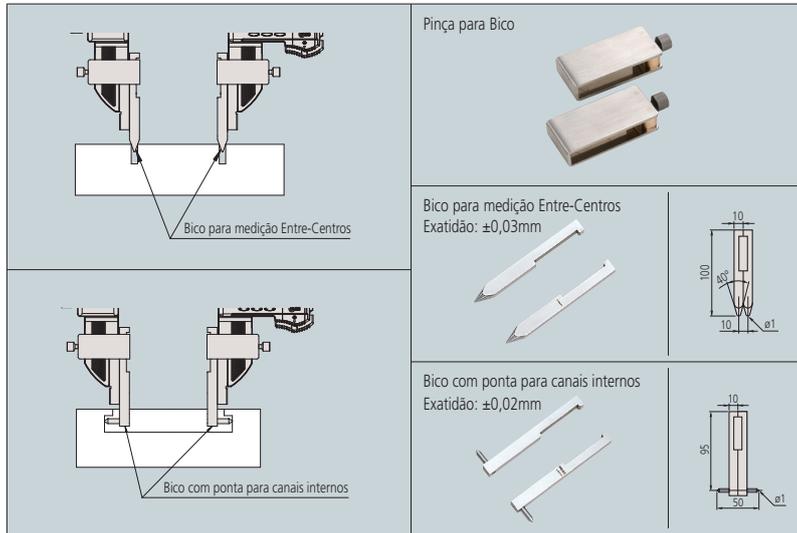


# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Acessórios Opcionais

	No. 552-302-10, 552-155-10, 552-303-10, 552-156-10, 552-312-10, 552-165-10, 552-313-10 e 552-166-10	No. 552-304-10, 552-305-10, 552-306-10, 552-314-10, 552-315-10 e 552-316-10
Pinça para Bico (1 par)	No. 914053	No. 914054
Bico para medição Entre-Centros (1 par)	No. 914055	
Bico com ponta para canais internos	No. 914057	



## Paquímetro em Fibra de Carbono Série 552 — com bicos longos

- Paquímetro digital ABSOLUTE com IP66 (ver página D-8 para mais detalhes sobre a função ABSOLUTE.)
- Paquímetros digitais leves que empregam fibra de carbono (CFRP) no corpo da escala e na estrutura dos bicos.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



## Especificações

Métrico		
Código No. (padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)	Capacidade*	(padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)
552-150-10	0 (20) - 450mm	$\pm 0,04\text{mm} / \pm 0,06\text{mm} / \pm 0,04\text{mm}$
552-151-10	0 (20) - 600mm	
552-152-10	0 (20) - 1000mm	$\pm 0,05\text{mm} / \pm 0,07\text{mm}$
552-153-10	0 (20) - 1500mm	$\pm 0,09\text{mm} / \pm 0,11\text{mm}$
552-154-10	0 (20) - 2000mm	$\pm 0,12\text{mm} / \pm 0,14\text{mm}$

\* ( ): Dimensão mínima em medições internas

Polegada/Métrico		
Código No. (padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)	Capacidade*	(padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)
552-160-10	0 (.5") - 18"	$\pm .002" / \pm .0025" / \pm .002"$
552-161-10	0 (.5") - 24"	
552-162-10	0 (1") - 40"	$\pm .002" / \pm .003"$
552-163-10	0 (1") - 60"	$\pm .004" / \pm .0045"$
552-164-10	0 (1") - 80"	$\pm .005" / \pm .0055"$

\* ( ): Dimensão mínima em medições internas

**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)

**IP66** (Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações. (excluindo erro de dígito)  
 Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
 Mostrador: LCD  
 Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
 Tempo de Resposta: Ilimitado  
 Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**, (acessório padrão para operações iniciais)  
 Vida Útil de Bateria: Aprox. 5000 horas com uso normal  
 Nível de Proteção: IP66 (IEC60529\*)  
 \* Este modelo não é à prova d'água. Favor secar o instrumento após uso.

## Funções

Configuração de Zero  
 Função "Hold"  
 Compensação de Zero  
 Função "Preset"  
 Saída de Dados  
 Alerta de Bateria Fraca  
 Erro de Composição do Valor Contado  
 Liga/Desliga Automático, Leitura pol/mm (para modelos pol/mm)

## Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para **IT/DP/MUX**  
**05CZA624:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
**05CZA625:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)



## Interface Input Tool USB Direta

**06AFM380A:** Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)  
 Cabo de conexão para **U-WAVE-T**  
**02AZD790A:** Cabo de U-WAVE com botão DATA (160mm)  
**02AZE140A:** Cabo de Pedal para CEP

**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)

**IP66**

(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

www.tuv.com  
ID 0000022582

CONECTÁVEL A REDE



### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro de dígito)

Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm

Mostrador: LCD

Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,

(acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil de Bateria: Aprox. 5000 horas com uso normal

Nível de Proteção: IP66 (IEC60529\*)

\* Este modelo não é à prova d'água externamente.

Favor secar o instrumento após uso.

### Funções

Configuração de Zero

Função "Hold"

Compensação de Zero

Função "Preset"

Saída de Dados

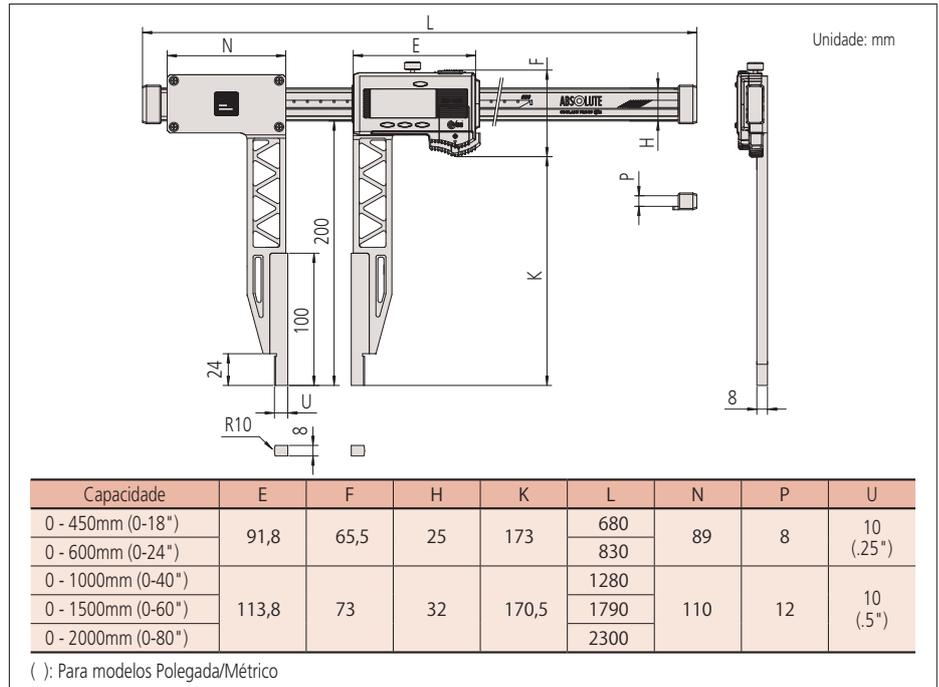
Alerta de Bateria Fraca

Erro de Composição do Valor Contado

Liga/Deliga Automático, Leitura pol/mm

(para modelos pol/mm)

### Dimensões



### Paquímetro em Fibra de Carbono Série 552 — modelo não magnético

- Paquímetro digital ABSOLUTE com IP66 (ver página D-8 para mais detalhes sobre a função ABSOLUTE.)
- Paquímetros digitais leves que empregam fibra de carbono (CFRP) no corpo da escala e na estrutura dos bicos.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.
- Faces de medição em Cerâmica.
- Livre de oxidação por não ser magnético e pela qualidade de isolamento: recomendado para medição de peças magnéticas.



### Especificações

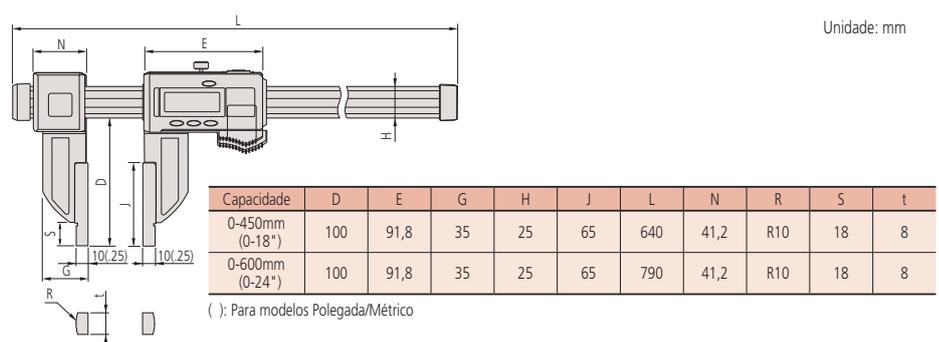
Métrico		
Código No. (padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)	Capacidade*	(padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)
<b>552-155-10</b>	0 (20) - 450mm	±0,04mm / ±0,06 / ±0,04mm
<b>552-156-10</b>	0 (20) - 600mm	

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

Polegada/Métrico		
Código No. (padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)	Capacidade*	(padrão / bicos longos / bicos de cerâmica)
<b>552-165-10</b>	0 (.5") - 18"	±.002" / ±.0025" / ±.002"
<b>552-166-10</b>	0 (.5") - 24"	

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

### Dimensões



### Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX

**05CZA624:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**05CZA625:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)



### Interface Input Tool USB Direta

**06AFM380A:** Cabo USB-ITN-A para CEP (2m)

Cabo de conexão para U-WAVE-T

**02AZD790A:** Cabo de U-WAVE com botão DATA (160mm)

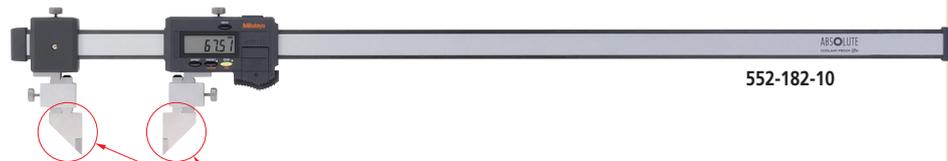
**02AZE140A:** Cabo de Pedal para CEP

# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Paquímetro em Fibra de Carbono Série 552 — com bicos intercambiáveis

- Paquímetro digital ABSOLUTE com IP66
- Ampla capacidade de aplicações com a utilização de bicos intercambiáveis (opcional).
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.
- Fornecido com função "Preset" para configurar um valor desejado, permitindo leitura direta de medições com compensação.



552-182-10 com bicos intercambiáveis opcionais

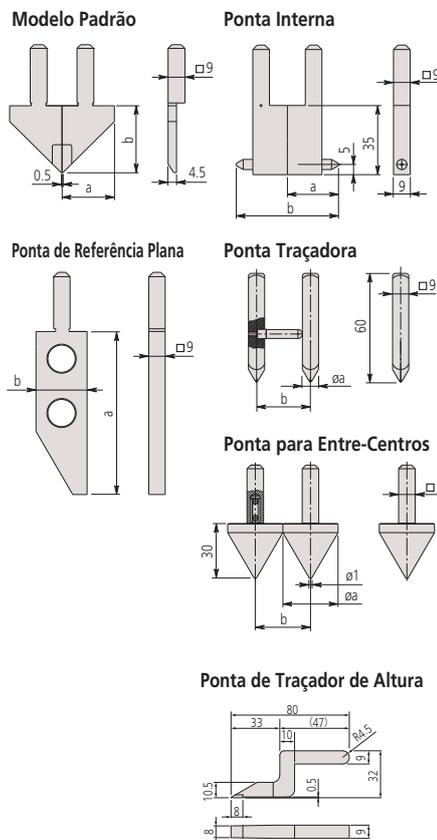
### Especificações

Métrico			Poleg./Métrico		
Código No.	Capacidade	Exatidão	Código No.	Capacidade	Exatidão
552-181-10	0 - 450mm	±0,04mm	552-191-10	0 - 18"	±.002"
552-182-10	0 - 600mm		552-192-10	0 - 24"	
552-183-10	0 - 1000mm	±0,05mm	552-193-10	0 - 40"	±.004"
552-184-10	0 - 1500mm	±0,09mm	552-194-10	0 - 60"	
552-185-10	0 - 2000mm	±0,12mm	552-195-10	0 - 80"	±.005"

### Acessórios Opcionais

Bicos Intercambiáveis

### Especificações



### Modelo Padrão

Código No.	Componentes	a	b
07CZA056	Direito (07CAA044), Esquerdo (07CAA045)	28mm (1.1")	30mm (1.2")

### Ponta Interna

Código No.	Componentes	a	b
07CZA058	07CZA041 x 2pcs.	25mm	50mm
07CZA059	07CZA048 x 2pcs.	1"	2"

### Ponta Traçadora

Código No.	Componentes	a	b
07CZA055	Direito (07CZA042), Esquerdo (07CZA043)	8mm	30mm
07CZA061	Direito (07CZA042), Esquerdo (07CZA049)	031"	1.2"

### Ponta de Referência

Código No.	a	b
07CZA044	90mm (3.5")	28mm (1.1")

### Ponta para Entre-Centros

Código No.	Componentes	a	b
07CZA057	07CZA039 x 2pcs.	30mm	30mm
07CZA060	07CZA047 x 2pcs.	1.2"	1.2"

### Ponta de Traçador de Altura

Código No.
07GZA000

ABSOLUTE™ (Ver página IX para mais detalhes.)

IP66 (Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro de dígito)  
Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Mostrador: LCD  
Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Tempo de Resposta: Ilimitado  
Bateria: **SR44** (1 pc), **938882**  
(acessório padrão para operações iniciais)  
Vida Útil de Bateria: Aprox. 5000 horas com uso normal  
Nível de Proteção: IP66 (IEC60529\*)  
Acessório Padrão: Pinças para Bicos (2 pcs):  
05GZA033

\* Este modelo não é à prova d'água. Favor secar o instrumento após uso.

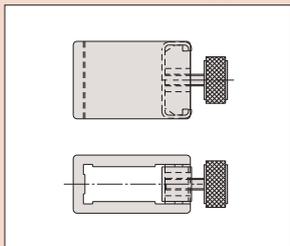
### Funções

Configuração de Zero  
Função "Hold"  
Compensação de Zero  
Função "Preset"  
Saída de Dados  
Alerta de Bateria Fraca  
Erro de Composição do Valor Contado  
Liga/Desliga Automático, Leitura pol/mm  
(para modelos pol/mm)

Ponta	Paquímetros Compatíveis	Capacidade	Exatidão quando montada no Paquímetro
Modelo padrão	552-181-10 (552-191-10)	0 - 450mm (0-18")	±0,06mm (±.0025")
	552-182-10 (552-192-10)	0 - 600mm (0-24")	
	552-183-10 (552-193-10)	0 - 1000mm (0-40")	
	552-184-10 (552-194-10)	0 - 1500mm (0-60")	
	552-185-10 (552-195-10)	0 - 2000mm (0-80")	
Ponta interna	552-181-10 (552-191-10)	Interno: 50 - 500mm (2-20") Externo: 0 - 450mm (0-18")	±0,09mm (±.0035")
	552-182-10 (552-192-10)	Interno: 50 - 650mm (2-26") Externo: 0 - 600mm (0-24")	
	552-183-10 (552-193-10)	Interno: 50 - 1050mm (2-42") Externo: 0 - 1000mm (0-40")	
	552-184-10 (552-194-10)	Interno: 50 - 1550mm (2-62") Externo: 0 - 1500mm (0-60")	
	552-185-10 (552-195-10)	Interno: 50 - 2050mm (2-82") Externo: 0 - 2000mm (0-80")	
Ponta para Entre-Centros	552-181-10 (552-191-10)	30 - 480mm (1.2-19.2")	±0,08mm (±.0030")
	552-182-10 (552-192-10)	30 - 630mm (1.2-25.2")	
	552-183-10 (552-193-10)	30 - 1030mm (1.2-41.2")	
	552-184-10 (552-194-10)	30 - 1530mm (1.2-61.2")	
	552-185-10 (552-195-10)	30 - 2030mm (1.2-81.2")	
Ponta traçadora	552-181-10 (552-191-10)	30 - 480mm (1.2-19.2")	±0,10mm (±.0040")
	552-182-10 (552-192-10)	30 - 630mm (1.2-25.2")	
	552-183-10 (552-193-10)	30 - 1030mm (1.2-41.2")	
	552-184-10 (552-194-10)	30 - 1530mm (1.2-61.2")	
	552-185-10 (552-195-10)	30 - 2030mm (1.2-81.2")	
Ponta de referência + Ponta de traçador de altura	552-181-10 (552-191-10)	0 - 450mm (0-17.7")	±0,10mm (±.0040")
	552-182-10 (552-192-10)	0 - 600mm (0-23.7")	
	552-183-10 (552-193-10)	0 - 1000mm (0-39.4")	
	552-184-10 (552-194-10)	0 - 1500mm (0-59.4")	
	552-185-10 (552-195-10)	0 - 2000mm (0-79.6")	
Ponta de referência + Ponta interna	552-181-10 (552-191-10)	Interno: 25 - 475mm (1-19") Externo: 0 - 450mm (1-18")	±0,12mm (±.0050")
	552-182-10 (552-192-10)	Interno: 25 - 625mm (1-25") Externo: 0 - 600mm (1-24")	
	552-183-10 (552-193-10)	Interno: 25 - 1025mm (1-41") Externo: 0 - 1000mm (1-40")	
	552-184-10 (552-194-10)	Interno: 25 - 1525mm (1-62") Externo: 0 - 1500mm (1-60")	
	552-185-10 (552-195-10)	Interno: 25 - 2025mm (1-81") Externo: 0 - 2000mm (1-80")	
Ponta de referência + Ponta para Entre-Centros	552-181-10 (552-191-10)	15 - 465mm (0.6-18.6")	±0,11mm (±.0045")
	552-182-10 (552-192-10)	15 - 615mm (0.6-24.6")	
	552-183-10 (552-193-10)	15 - 1015mm (0.6-40.6")	
	552-184-10 (552-194-10)	15 - 1515mm (0.6-60.6")	
	552-185-10 (552-195-10)	15 - 2015mm (0.6-80.6")	

( ): Modelos Polegada/Métrico

## Acessório Padrão (2 pçs)



Pinças para Bicos: No. 05GZA033

## Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX

**05CZA624:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**05CZA625:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)



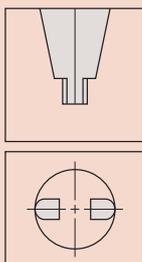
Interface Input Tool USB Direta

**06AFM380A:** Cabo USB-ITN-A para CEP (2m)

Cabo de conexão para U-WAVE-T

**02AZD790A:** Cabo de U-WAVE com botão DATA (160mm)

**02AZE140A:** Cabo de Pedal para CEP

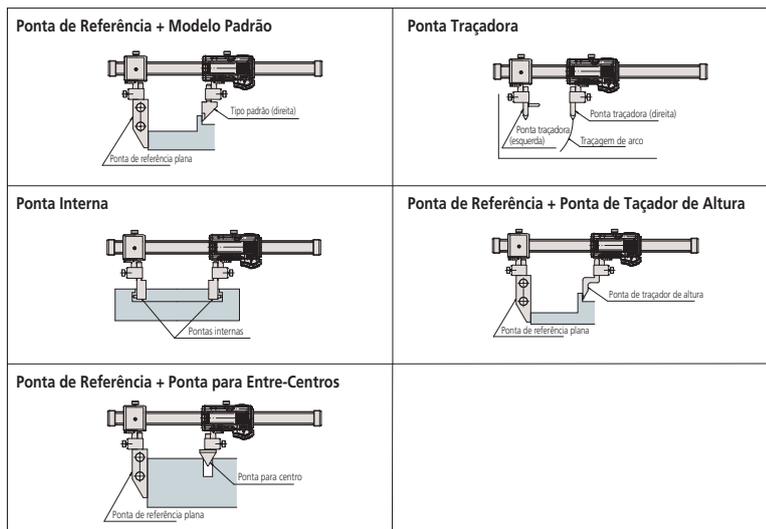


Bicos com faces arredondadas para medições internas precisas



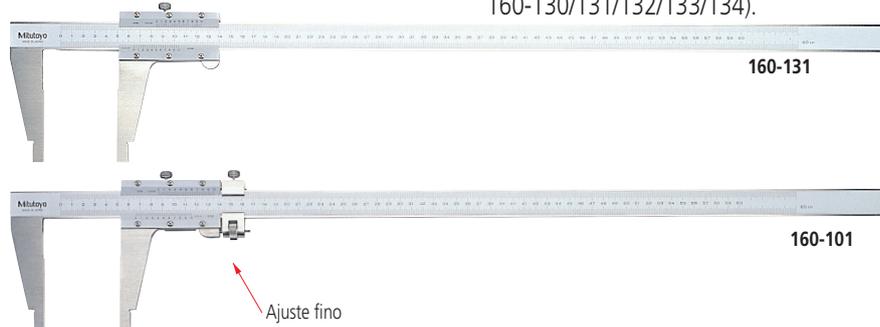
Unidade: mm

## Exemplos de Aplicação



## Paquímetro Analógico de Bico Interno/Externo Série 160 — com bicos arredondados e ajuste fino

- Medições internas e externas podem ser lidas diretamente nas escalas superior e inferior do vernier.
- Os bicos de medição possuem faces arredondadas para medições precisas de diâmetros internos.
- Com ajuste fino (Exceto para 160-130/131/132/133/134).



## Especificações

**Métrico** Vernier com escala para medições internas

Código No.	Capacidade*	Exatidão	Gradação	Características
160-130	0 (20) - 450mm	±0,10mm	0,05mm	sem ajuste fino
160-131	0 (20) - 600mm			
160-132	0 (20) - 1000mm	±0,15mm		
160-133	0 (20) - 1500mm	±0,22mm		
160-134	0 (20) - 2000mm	±0,28mm		

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

**Métrico** Vernier com escala para medições internas

Código No.	Capacidade*	Exatidão	Gradação	Características
160-127	0 (10) - 300mm	±0,04mm	0,02mm	com ajuste fino
160-128	0 (20) - 450mm	±0,05mm		
160-101	0 (20) - 600mm	±0,05mm		
160-104	0 (20) - 1000mm	±0,07mm		
160-110	0 (20) - 1500mm	±0,1mm		
160-113	0 (20) - 2000mm	±0,12mm		

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

**Métrico/Poleg.** Com escala dupla métrico/polegada

Código No.	Capacidade*	Exatidão	Gradação	Características
160-150	0 (10) - 300mm	±0,04mm	0,02mm/.001"	+10mm/.394" na leitura de medições internas
160-151	0 (20) - 450mm	±0,05mm		
160-153	0 (20) - 600mm	±0,05mm		+20mm/.787" na leitura de medições internas
160-155	0 (20) - 1000mm	±0,07mm		
160-157	0 (20) - 1500mm	±0,1mm		
160-159	0 (20) - 2000mm	±0,12mm		

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

**Polegada** Vernier com escala para medições internas

Código No.	Capacidade*	Exatidão	Gradação	Características
160-124	0 (.3") - 12"	±.0015"	.001"	—
160-116	0 (.5") - 18"	±.002"		
160-102	0 (.5") - 24"			
160-105	0 (1") - 40"	±.003"		
160-111	0 (1") - 60"	±.004"		
160-114	0 (1") - 80"	±.005"		

\* ( ): Dimensão mínima em medições internas

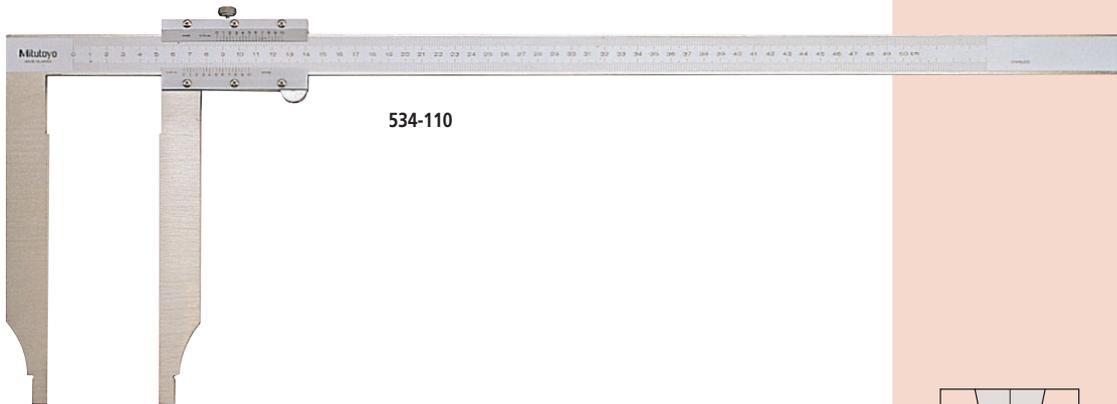
**Poleg./Métrico** Com escala dupla polegada/métrico

Código No.	Capacidade*	Exatidão	Gradação	Características
160-125	0 (.3") - 12"	±.0015"	.001"/0,02mm	+3"/7,62mm na leitura de medições internas
160-119	0 (.5") - 18"	±.002"		+5"/12,7mm na leitura de medições internas
160-103	0 (.5") - 24"	±.002"		+1"/25,4mm na leitura de medições internas
160-106	0 (1") - 40"	±.003"		
160-112	0 (1") - 60"	±.004"		
160-115	0 (1") - 80"	±.005"		

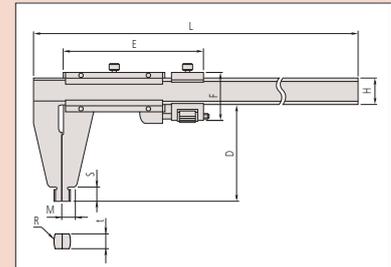
\* ( ): Dimensão mínima em medições internas

## Paquímetro Analógico de Bico Longo Série 534

- Bicos longos para medição de peças com características internas de difícil acesso.
- Medições internas e externas podem ser lidas diretamente nas escalas superior e inferior do vernier.



## Dimensões



Capacidade	D	E	F	H	L	M	R	S	t
0-300mm/0-12"	75	103	38	20	445	10	R10	12	3,8
0-450mm*	100	89	—	25	630	14,8	R10	18	6
0-450mm/0-18"		112	51	—	—	—	R10	6	6
0-600mm*	100	89	—	25	780	14,8	R10	18	6
0-600mm/0-24"		112	51	—	—	—	R10	6	6
0-1000mm*	140	111	—	32	1240	17	R10	24	8
0-1000mm/0-40"		150	62,5	—	—	—	R10	8	8
0-1500mm*	180	129	—	32	1800	19	R10	30	8
0-1500mm/0-60"		170	62,5	—	—	—	R10	8	8
0-2000mm*	180	129	—	40	2300	23	R10	30	12
0-2000mm/0-80"		180	78	—	—	—	R10	12	12

\*: sem ajuste fino

## Especificações

**Métrico** Vernier com escala para medições internas

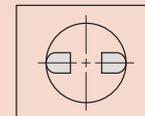
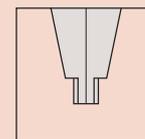
Código No.	Capacidade*	Exatidão	Gradação	Características
534-109	0 (10) - 300mm	±0,07mm	0,05mm	sem ajuste fino
534-110	0 (20) - 500mm	±0,13mm		

\* ( ): Dimensão mínima em medições internas

**Métrico/Poleg.** Com escala dupla métrico/polegada

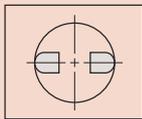
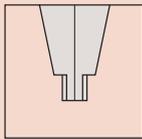
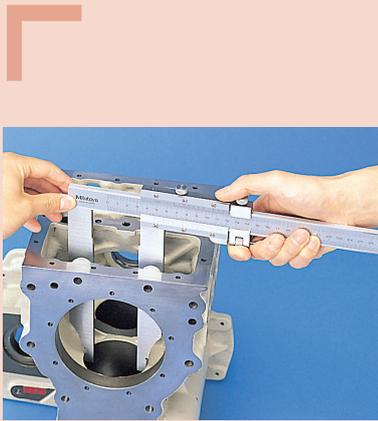
Código No.	Capacidade*	Exatidão	Gradação	Características
534-101	0 (10) - 300mm	±0,07mm	0,05mm/ 1/128"	+10mm/.394" na leitura de medições internas
534-105		±0,04mm	0,02mm/.001"	
534-102	0 (20) - 500mm	±0,13mm	0,05mm/ 1/128"	+20mm/.787" na leitura de medições internas
534-106		±0,06mm	0,02mm/.001"	
534-103	0 (20) - 750mm	±0,16mm	0,05mm/ 1/128"	
534-107		±0,08mm	0,02mm/.001"	
534-104	0 (20) - 1000mm	±0,20mm	0,05mm/ 1/128"	
534-108		±0,10mm	0,02mm/.001"	

\* ( ): Dimensão mínima em medições internas

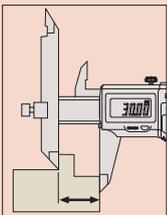
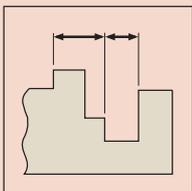


Bicos com faces arredondadas para medições internas precisas

## Paquímetro Analógico de Bico Longo com Ajuste Fino Série 534



Bicos com faces arredondadas para medições internas precisas

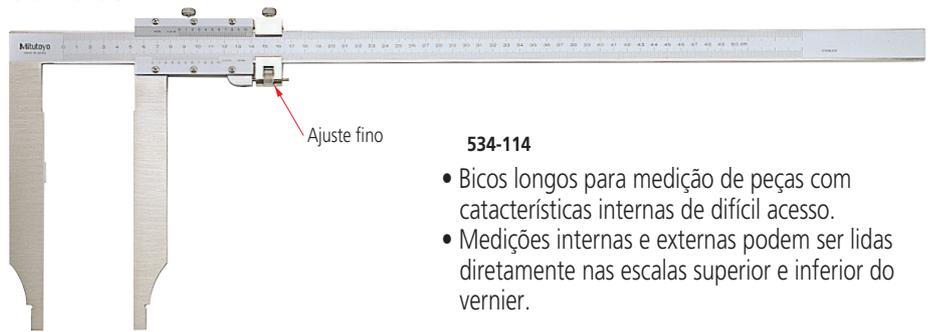


(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

www.tuv.com  
ID 2011207400



**534-114**

- Bicos longos para medição de peças com características internas de difícil acesso.
- Medições internas e externas podem ser lidas diretamente nas escalas superior e inferior do vernier.

### Especificações

**Métrico** Vernier com escala para medições internas

Código No.	Capacidade*	Exatidão	Graduação	Características
534-113	0 (10) - 300mm	±0,04mm	0,02mm	com ajuste fino
534-114	0 (20) - 500mm	±0,06mm		
534-115	0 (20) - 750mm	±0,08mm		
534-116	0 (20) - 1000mm	±0,10mm		

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

**Polegada** Vernier com escala para medições internas

Código No.	Capacidade*	Exatidão	Graduação	Características
534-117	0 (.3") - 12"	±.002"	.001"	com ajuste fino
534-118	0 (.8") - 20"	±.003"		
534-119	0 (.8") - 30"	±.004"		
534-120	0 (.8") - 40"			

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

### Dimensões

Capacidade	D	E	F	H	L	M	R	S	t	Unidade: mm
0-300mm*	90	76,5	—	20	445	7	R5	12	3,8	
0-300mm/0-12"		103	38				R5		3,8	
0-500mm*	200	89	—	25	682	12	R10	18,5	6	
0-500mm/0-20"		112	51				R10		6	
0-750mm*	150	—	—	32	995	12	R10	18,5	8	
0-750mm/0-30"		62,5	—				R10		8	
0-1000mm*	1230	—	—	32	1230	12	R10	18,5	8	
0-1000mm/0-40"		62,5	—				R10		8	

\* Sem ajuste fino

## Paquímetro com Bico Deslizante Séries 573, 536 — modelo ABSOLUTE digital e analógico

- O bico deslizante pode ser ajustado em qualquer posição, para facilitar medições de ressaltos e características difíceis de alcançar.
- Incorpora o sistema de medição Absolute e IP67. A origem não precisa ser ajustada após ligar o instrumento.
- A operação do cursor em modelos digitais é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



573-601-20

ABSOLUTE™

536-101



# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Especificações

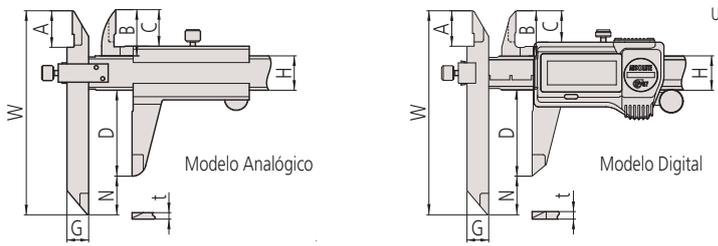
Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
573-601-20	0 - 150mm	±0,02mm
573-611*	0 - 150mm	±0,02mm
573-602	0 - 200mm	±0,02mm
573-612*	0 - 200mm	±0,02mm
573-604	0 - 300mm	±0,03mm
573-614*	0 - 300mm	±0,03mm

\* Sem Roldana

Métrico	Modelo Analógico	
Código No.	Capacidade	Exatidão
536-101	0 - 150mm	±0,05mm
536-102	0 - 200mm	±0,05mm
536-103	0 - 300mm	±0,08mm

Poleg./Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
573-701	0 - 6"	±.001"
573-702	0 - 8"	±.001"
573-704	0 - 12"	±.0015"

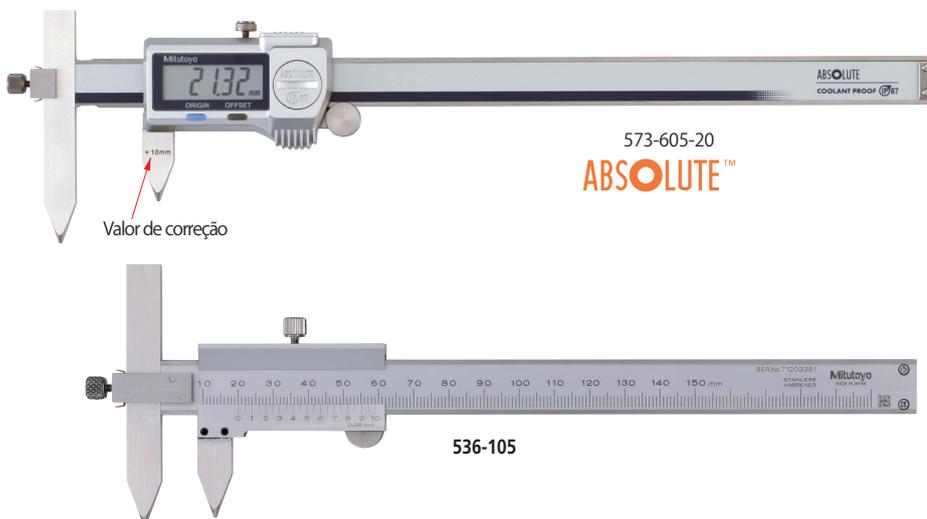
## Dimensões



Modelo	Código No.	A	B	C	D	G	H	N	W	t
Digital	573-601-20	16.5	21	14.6	40	10	16	(18)	95	3.5
	573-602-20	20	24.5	18.1	50			(4)		
	573-604	22	27.5	19.8	64			(23.5)		
Analógico	536-101	17	21.5	17	40	10	16	(18)	95	3
	536-102	20.5	25	20.5	50			(4)		
	536-103	22	27.5	22	64			(23.5)		

## Paquímetro para Medição Entre-Centros de Furos Séries 573, 536 — modelo ABSOLUTE digital e analógico

- Especialmente desenvolvido para realizar medições de centro-a-centro em furos em mesmo plano ou em planos ressaltados.
- Incorpora o sistema de medição Absolute e IP67. A origem não precisa ser ajustada após ligar o instrumento (ver página D-8 para descrições sobre medição com ABSOLUTE).
- A operação do cursor em modelos digitais é suave e confortável.
- Disponível também a leitura direta de passos devido à função "OFFSET".
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro de dígito em modelos digitais)

Resolução\*: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Gradação\*\*: 0,05mm  
Mostrador\*: LCD

Escala\*: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Tempo de Resposta\*: Ilimitado  
Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,  
(acessório padrão para operações iniciais)  
Vida Útil de Bateria\*: Aprox. 3 anos com uso normal  
(Aprox. 1 ano para modelos de 300mm)

Nível de Proteção\*: IP67 (IEC 60529)\*\*\*  
\* Modelos digitais \*\* Modelos analógicos  
\*\*\* Este modelo não é à prova d'água externamente.  
Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

## Acessórios opcionais para Modelos Digitais

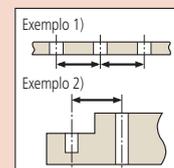
Cabos de conexão para IT/DP/MUX  
**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)  
**Interface Input Tool USB Direta**  
**06AFM380A**: Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)  
Cabos de conexão para **U-WAVE-T**  
**02AZD790A**: Cabo de **U-WAVE** com botão DATA  
(160mm)  
**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP



(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



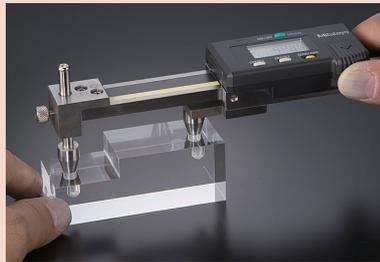
## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro de dígito em modelos digitais)  
Resolução\*: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Graduação\*\*: 0,05mm  
Mostrador\*: LCD  
Escala\*: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Tempo de Resposta\*: Ilimitado  
Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,  
(acessório padrão para operações iniciais)  
Vida Útil de Bateria\*: Aprox. 3 anos com uso normal  
(Aprox. 1 ano para modelos de 310mm)  
Nível de Proteção\*: IP67 (IEC 60529)\*\*\*  
\* Modelos digitais \*\* Modelos analógicos  
\*\*\* Este modelo não é à prova d'água.  
Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

## Acessórios opcionais para Modelos Digitais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX  
**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)  
**Interface Input Tool USB Direta**  
**06AFM380A**: Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)  
Cabos de conexão para **U-WAVE-T**  
**02AZD790A**: Cabo de **U-WAVE** com botão DATA  
(160mm)  
**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP

**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)



## Especificações

Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-605-20</b>	10 - 160mm	±0,03mm
<b>573-615*</b>	10 - 160mm	±0,03mm
<b>573-606</b>	10 - 210mm	±0,03mm
<b>573-616*</b>	10 - 210mm	±0,03mm
<b>573-608</b>	10 - 310mm	±0,04mm
<b>573-618*</b>	10 - 310mm	±0,04mm

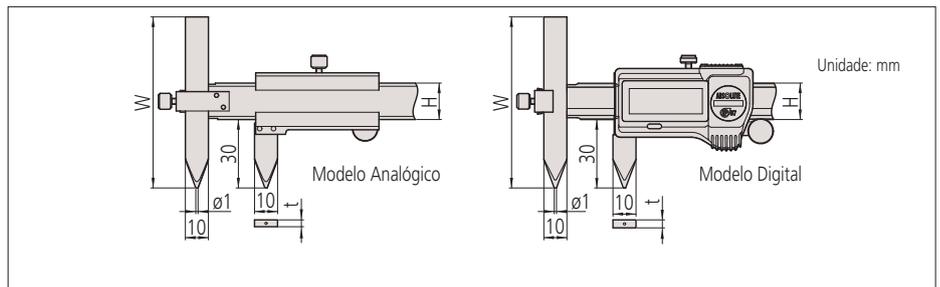
\* Sem Roldana

Métrico	Modelo Analógico	
Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>536-105</b>	10 - 150mm	±0,05mm
<b>536-106</b>	10 - 200mm	±0,05mm
<b>536-107</b>	10 - 300mm	±0,08mm

Poleg./Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-705</b>	.4 - 6.4"	±.0015"
<b>573-706</b>	.4 - 8.4"	±.0015"
<b>573-708</b>	.4 - 12.4"	±.0015"

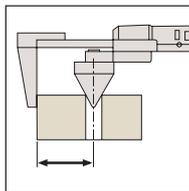
Código No.	H	W	t	Diâmetro do furo aplicável
<b>573-605-20</b>	16	75	3.5	ø1.5~ ø9.5mm
<b>573-606-20</b>				
<b>573-608</b>	20	100	3.8	
<b>536-105</b>	16	75	3	
<b>536-106</b>				
<b>536-107</b>				

## Dimensões



## Paquímetro para Medição Entre-Centros Perpendicular Série 573 - modelos centro-a-centro e borda-a-centro

- Especialmente desenvolvido para medição de centro-a-centro e borda-a-centro de furos.
- Fornecido com bicos atrás do cursor, onde a medição pode ser facilmente lida por cima da peça.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.
- Disponível também padrões dedicados à calibração destes instrumentos.



- Incorpora o sistema de medição Absolute.
- Leitura direta da medição de passo disponível graças à função "OFFSET" do instrumento.



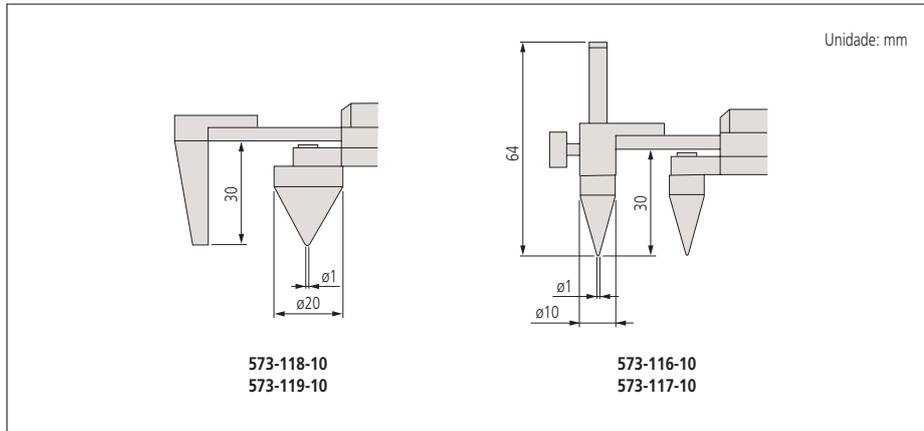
# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Especificações

Métrico			Metric		
Modelo borda-a-centro			Modelo centro-a-centro		
Código No.	Capacidade	Exatidão	Código No.	Capacidade	Exatidão
573-118-10	10 - 200mm	±0,10mm	573-116-10	10 - 200mm	±0,10mm
573-119-10	10 - 300mm	±0,15mm	573-117-10	10 - 300mm	±0,15mm

## Dimensões



## Paquímetro com Bico Fino Séries 573, 536 — modelo ABSOLUTE digital e analógico

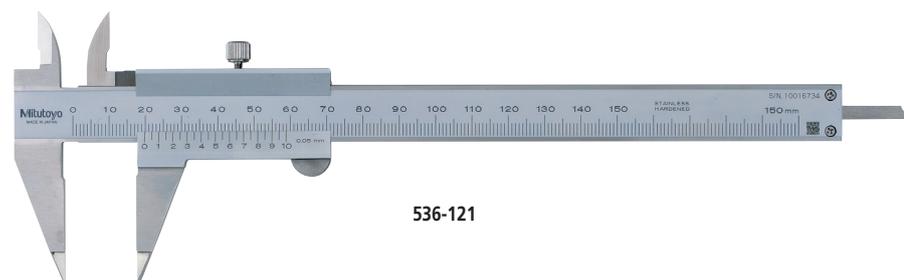
- Os bicos finos se adaptam a pequenas ranhuras e canais, facilitando medições que antes eram difíceis de serem medidas.
- Permite medição de ressalto.
- Incorpora o sistema de medição ABSOLUTE e IP67. A origem não precisa ser resetada após ligar o instrumento.
- A operação do cursor em modelos digitais é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)



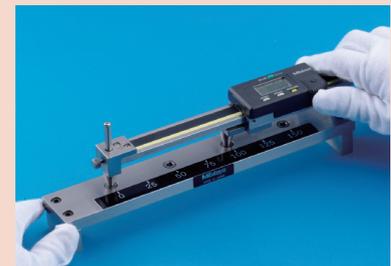
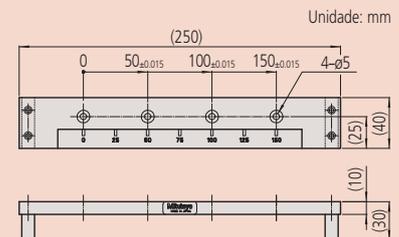
536-121

## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações. (excluindo erro de dígito)  
Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Mostrador: LCD  
Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTEMax.  
Tempo de Resposta: Ilimitado  
Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**, (acessório padrão para operações iniciais)  
Vida Útil de Bateria: Aprox. 3,5 anos com uso normal

## Acessórios Opcionais

- 959143:** Unidade para Função "Hold"
- Cabo de conexão para IT/DP/MUX**
- 959149:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)
- 959150:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)
- Interface Input Tool USB Direta**
- 06AFM380C:** Cabo **USB-ITN-C** para CEP (2m)
- Cabo de conexão para U-WAVE-T**
- 02AZD790C:** Cabo de **U-WAVE** com botão DATA (160mm)
- 02AZE140C:** Cabo de Pedal para CEP
- 05FAJ735:** Calibrador de Paquímetro para Entre-Centros



## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações. (excluindo erro quantificador em modelos digitais)  
Resolução\*: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Gradação\*\*: 0,05mm  
Mostrador\*: LCD  
Escala\*: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Tempo de Resposta\*: Ilimitado  
Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**, (acessório padrão para operações iniciais)  
Vida Útil de Bateria\*: Aprox. 3 anos com uso normal  
Nível de Proteção\*: IP67 (IEC 60529)\*\*\*  
\* Modelos digitais \*\* Modelos analógicos  
\*\*\* Este modelo não é à prova d'água externamente. Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

## Acessórios opcionais para Modelos Digitais

- Cabos de conexão para IT/DP/MUX**
- 05CZA624:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)
- 05CZA625:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)
- Interface Input Tool USB Direta**
- 06AFM380A:** Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)
- Cabos de conexão para U-WAVE-T**
- 02AZD790A:** Cabo de **U-WAVE** com botão DATA (160mm)
- 02AZE140A:** Cabo de Pedal para CEP

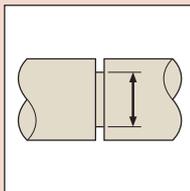


(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

www.mitutoyo.com  
ID 2011207400



### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro quantificador em modelos digitais)

Resolução\*: 0,01mm ou .0005"/0,01mm

Graduação\*\*: 0,05mm

Mostrador\*: LCD

Escala\*: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta\*: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,

(acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil de Bateria\*: Aprox. 3 anos com uso normal

Nível de Proteção\*: IP67 (IEC 60529)\*\*\*

\* Modelos digitais \*\* Modelos analógicos

\*\*\* Este modelo não é à prova d'água externamente.  
Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

### Acessórios opcionais para Modelos Digitais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX

**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)

**Interface Input Tool USB Direta**

**06AFM380A**: Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)

Cabos de conexão para **U-WAVE-T**

**02AZD790A**: Cabo de **U-WAVE** com botão DATA

(160mm)

**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP

## Especificações

**Métrico** Modelo Digital

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-621-20</b>	0 - 150mm	±0,02mm
<b>573-625</b>	0 - 150mm	±0,02mm
<b>573-622*</b>	0 - 150mm	±0,02mm
<b>573-626*</b>	0 - 150mm	±0,02mm

\* Sem Roldana

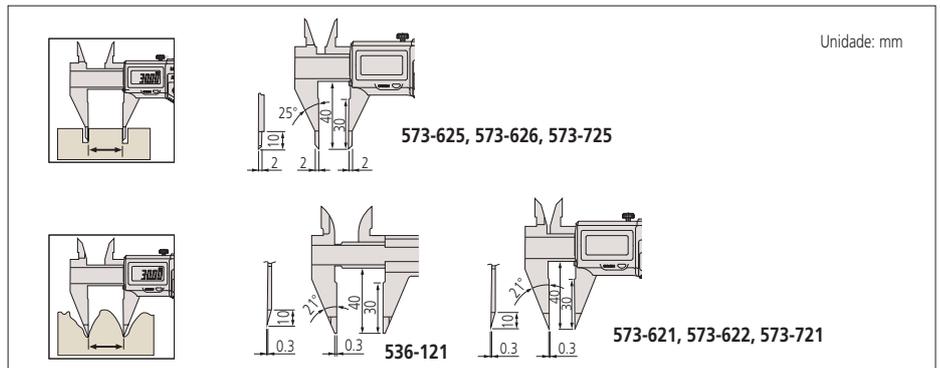
**Métrico** Modelo Analógico

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>536-121</b>	0 - 150mm	±0,05mm

**Poleg./Métrico** Modelo Digital

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-721</b>	0 - 6"	±.001"
<b>573-725</b>	0 - 6"	±.001"

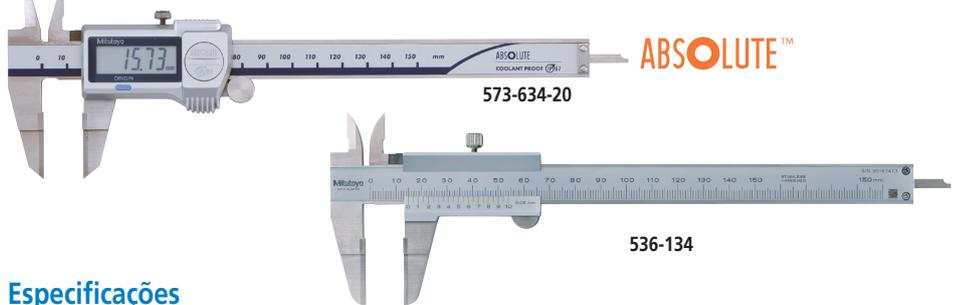
## Dimensões



## Paquímetro com Bico Tipo Lâmina

### Séries 573, 536 — modelo ABSOLUTE digital e analógico

- Os bicos de medição tipo lâmina se adaptam em canais finos, facilitando medições que antes eram difíceis de serem medidas.
- Os bicos possuem faces de metal duro.
- Permite medição de ressalto.
- Incorpora o sistema de medição ABSOLUTE e IP67. A origem não precisa ser resetada após ligar o instrumento.
- A operação do cursor em modelos digitais é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



## Especificações

**Métrico** Modelo Digital

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-634-20</b>	0 - 150mm	±0,02mm
<b>573-635*</b>	0 - 150mm	±0,02mm

\* Sem Roldana

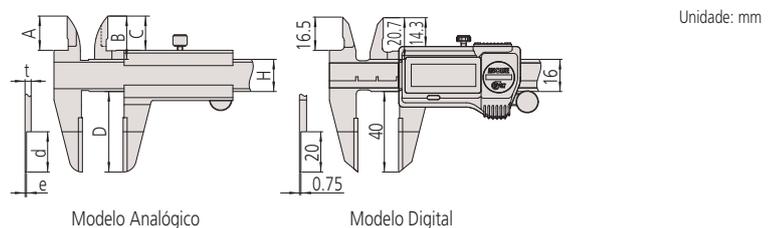
**Métrico** Modelo Analógico

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>536-134</b>	0 - 150mm	±0,05mm
<b>536-135</b>	0 - 200mm	±0,05mm
<b>536-136</b>	0 - 300mm	±0,08mm

**Poleg./Métrico** Modelo Digital

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-734</b>	0 - 6"	±.001"

## Dimensões



# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Paquímetro para Medição Interna Séries 573, 536 — tipo faca/para canais internos/ponta cilíndrica

- Especialmente desenvolvidos para medição interna em locais de difícil acesso.
- Incorpora o sistema de medição Absolute e IP67. A origem não precisa ser ajustada após ligar o instrumento
- A operação do cursor em modelos digitais é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

www.tuv.com  
ID 2011207400



### Tipo Faca



### Para Canais Internos



### Com Pontas Cilíndricas



## Especificações

Métrico	Modelos Digitais		
Código No.	Capacidade	Exatidão	Características
573-642-20	10 - 200mm	±0,05mm	Tipo faca, diâmetro interno mínimo: ø10mm
573-643*	10 - 200mm	±0,05mm	Tipo faca, diâmetro interno mínimo: ø10mm
573-645-20**	10 - 160mm	±0,05mm	Para canais internos, diâmetro interno mínimo: ø10mm
573-647*	10 - 160mm	±0,05mm	Para canais internos, diâmetro interno mínimo: ø10mm
573-646-20**	20 - 170mm	±0,03mm	Com pontas cilíndricas, diâmetro interno mínimo: ø20mm
573-648*	20 - 170mm	±0,03mm	Com pontas cilíndricas, diâmetro interno mínimo: ø20mm

\* Sem Roldana

\*\* Incorporado com a função "OFFSET", que indica diretamente o valor de medição.

Métrico	Modelos Analógicos		
Código No.	Capacidade	Exatidão	Características
536-142	10 - 200mm	±0,12mm	Tipo faca, diâmetro interno mínimo: ø10mm
536-145	10 - 150mm	±0,05mm	Para canais internos, diâmetro interno mínimo: ø10mm
536-146	20 - 150mm	±0,05mm	Com pontas cilíndricas, diâmetro interno mínimo: ø20mm
536-147	30 - 300mm	±0,08mm	Com pontas cilíndricas, diâmetro interno mínimo: ø30mm
536-148	70 - 450mm	±0,10mm	Com pontas cilíndricas, diâmetro interno mínimo: ø70mm
536-149	70 - 600mm	±0,12mm	Com pontas cilíndricas, diâmetro interno mínimo: ø70mm

## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações (excluindo erro quantificador em modelos digitais)

Resolução\*: 0,01mm ou .0005"/0,01mm

Gradação\*\*: 0,05mm

Mostrador\*: LCD

Escala\*: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta\*: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,

(acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil de Bateria\*: Aprox. 3 anos com uso normal

Nível de Proteção\*: IP67 (IEC 60529)\*\*

\* Modelos digitais \*\* Modelos analógicos

\*\*\* Este modelo não é à prova d'água.

Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

## Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX

**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)

**Interface Input Tool USB Direta**

**06AFM380A**: Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)

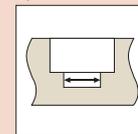
Cabos de conexão para **U-WAVE-T**

**02AZD790A**: Cabo de **U-WAVE** com botão DATA

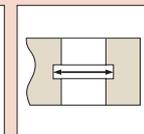
(160mm)

**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP

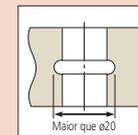
### Tipo Faca



### Para Canais Internos



### Com Pontas Cilíndricas

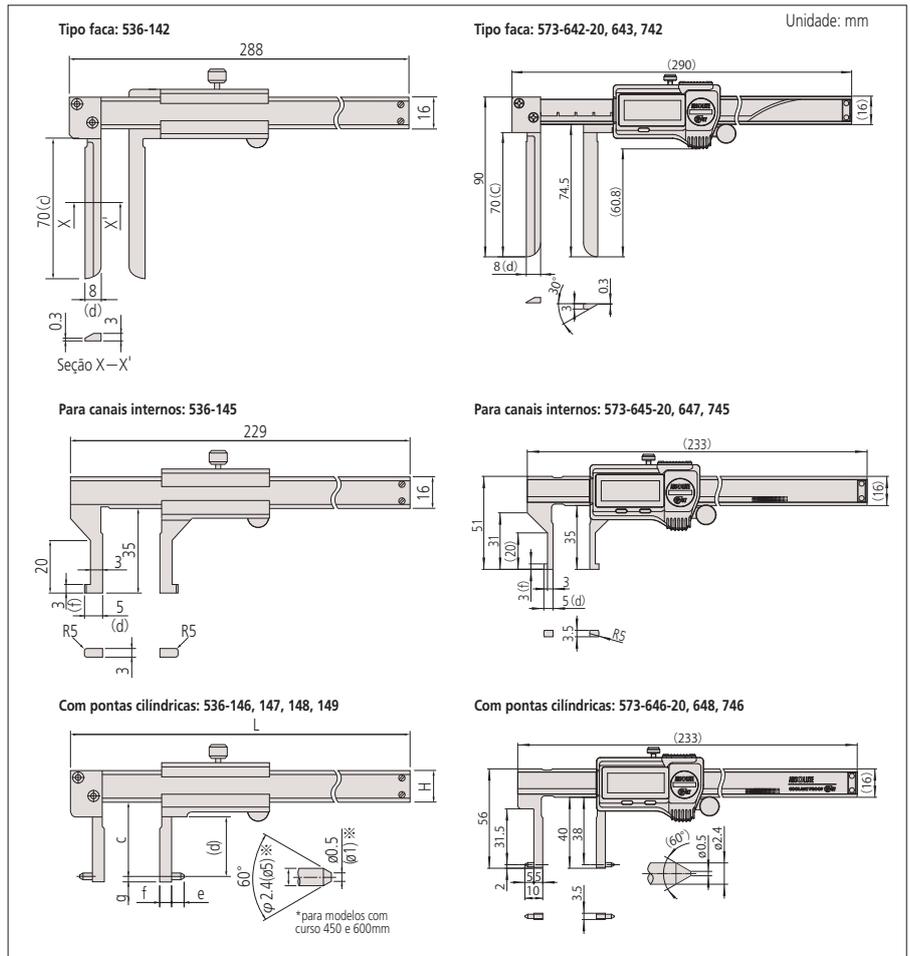


## Pol./Métrico Modelos Digitais

Código No.	Capacid.	Exatidão	Características
573-742	.4" - 8"	±.002"	Tipo faca, diâmetro interno mínimo: ø.4"
573-745**	.4" - 6"	±.002"	Para canais internos, diâmetro interno mínimo: ø.4"
573-746**	.8" - 6"	±.0015"	Com pontas cilíndricas, diâmetro interno mínimo: ø.8"

\*\* Incorporado com a função "OFFSET", que indica diretamente o valor de medição.

## Dimensões



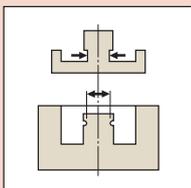
(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

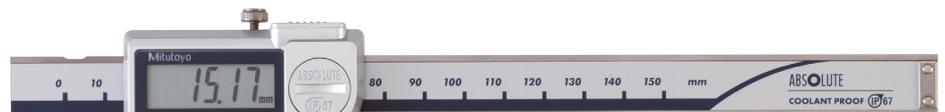
www.tuv.com  
ID 2011207400

CONECTÁVEL À REDE



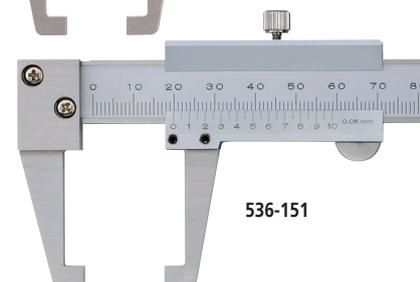
## Paquímetro com Pontas para Canais Externos Séries 573, 536 — modelo ABSOLUTE digital e analógico

- Para medição de diâmetros externos em locais de difícil acesso.
- Incorpora o sistema de medição Absolute e IP67. A origem não precisa ser ajustada após ligar o instrumento (ver página D-8 para descrições sobre medição com ABSOLUTE).
- A operação do cursor em modelos digitais é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



573-651-20

ABSOLUTE™



536-151



536-152

# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Especificações

Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
573-651-20	0 - 150mm	±0,03mm
573-652-20*	0 - 150mm	±0,03mm
573-653**	0 - 150mm	±0,03mm
573-654***	0 - 150mm	±0,03mm

\* Pontas cilíndricas

\*\* Sem Roldana

Métrico	Modelo Analógico	
Código No.	Capacidade	Exatidão
536-151	0 - 150mm	±0,05mm
536-152*	0 - 150mm	±0,05mm

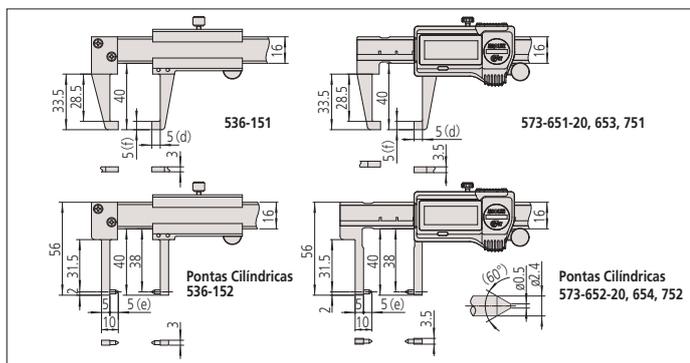
\* Pontas cilíndricas

Poleg./Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
573-751	0 - 6"	±.0015"
573-752*	0 - 6"	±.0015"

\* Pontas cilíndricas

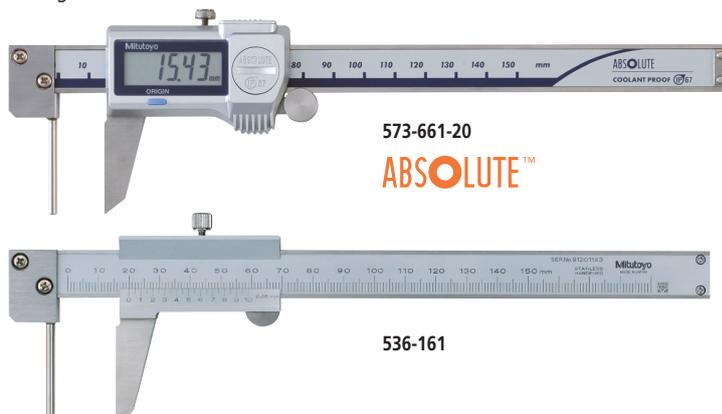
## Dimensões

Unidade: mm



## Paquímetro para Medição de Tubos Séries 573, 536 — Modelos Analógicos e Digitais

- O bico fixo do instrumento é cilíndrico, facilitando assim a medição da espessura da parede de tubos.
- Incorpora o sistema de medição Absolute e IP67. A origem não precisa ser ajustada após ligar o instrumento
- A operação do cursor em modelos digitais é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



## Especificações

Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
573-661-20	0 - 150mm	±0,05mm
573-662*	0 - 150mm	±0,05mm

\* Sem impulsor

Métrico	Modelo Analógico	
Código No.	Capacidade	Exatidão
536-161	0 - 150mm	±0,05mm

Poleg./Métrico	Modelo Digital	
Código No.	Capacidade	Exatidão
573-761	0 - 6"	±.002"

## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro quantificador em modelos digitais)

Resolução\*: 0,01mm ou .0005"/0,01mm

Gradação\*\*: 0,05mm

Mostrador\*: LCD

Escala\*: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta\*: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pc), **938882**,

(acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil de Bateria\*: Aprox. 3 anos com uso normal

Nível de Proteção\*: IP67 (IEC 60529)\*\*\*

\* Modelos digitais \*\* Modelos analógicos

\*\*\* Este modelo não é à prova d'água.

Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

## Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX

**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)

**Interface Input Tool USB Direta**

**06AFM380A**: Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)

Cabos de conexão para **U-WAVE-T**

**02AZD790A**: Cabo de **U-WAVE** com botão DATA

(160mm)

**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP

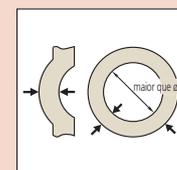


(Ver página IX para mais detalhes.)



(Ver página IX para mais detalhes.)

www.tux.com  
ID 2011207400



## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro quantificador em modelos digitais)

Resolução\*: 0,01mm ou .0005"/0,01mm

Graduação\*\*: 0,05mm

Mostrador\*: LCD

Escala\*: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE

Tempo de Resposta\*: Ilimitado

Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,  
(acessório padrão para operações iniciais)

Vida Útil de Bateria\*: Aprox. 3 anos com uso normal

Nível de Proteção\*: IP67 (IEC 60529)\*\*\*

\* Modelos digitais \*\* Modelos analógicos

\*\*\* Este modelo não é à prova d'água.

Portanto, anticorrosivos devem ser aplicados após o uso.

## Acessórios Opcionais

Cabos de conexão para IT/DP/MUX

**05CZA624**: Cabo para CEP com botão DATA (1m)

**05CZA625**: Cabo para CEP com botão DATA (2m)

**Interface Input Tool USB Direta**

**06AFM380A**: Cabo **USB-ITN-A** para CEP (2m)

Cabos de conexão para **U-WAVE-T**

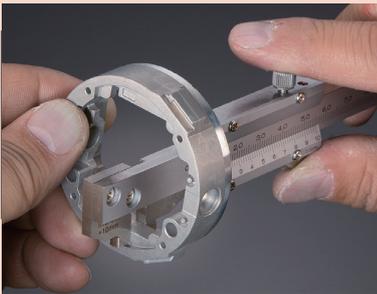
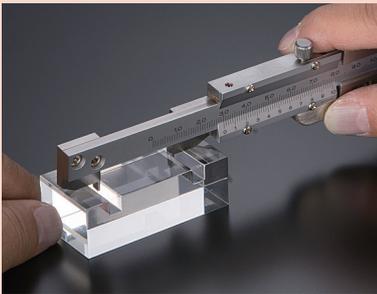
**02AZD790A**: Cabo de **U-WAVE** com botão DATA (160mm)

**02AZE140A**: Cabo de Pedal para CEP

## Informações Técnicas

Exatidão:  $\pm 0,03$ mm

Graduação: 0,02mm



## Informações Técnicas

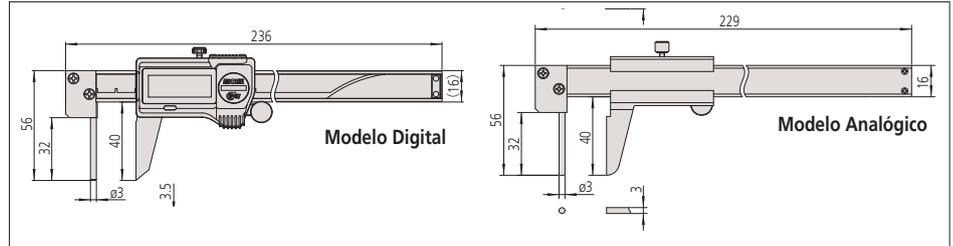
Exatidão:  $\pm 0,05$ mm

Graduação: 0,05mm



## Dimensões

Unidade: mm



## Paquímetro Tipo Gancho Série 536

- Capaz de medir a largura de canais e ressaltos dentro ou fora de furos.



536-171

Para Canais Internos



536-172

## Especificações

### Métrico

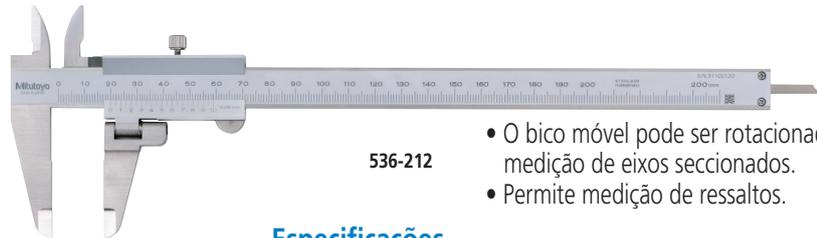
Código No.	Capacidade*	Exatidão	Características
536-171	0 (10) - 200mm	$\pm 0,03$ mm	—
536-172	0 (2) - 200mm	$\pm 0,03$ mm	com ajuste fino

\* ( ) : Dimensão mínima em medições internas

## Dimensões

Capacidade	Unidade: mm							
	D	F	L	N	P	S	t	W
536-171	12	—	320	—	5	4	3,5	28
536-172	—	28,5	—	20	1	—	—	—

## Paquímetro com Bico Rotativo Série 536



536-212

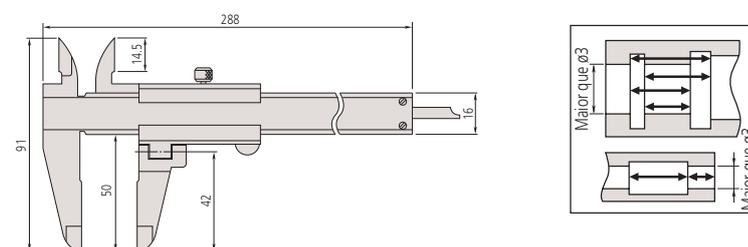
- O bico móvel pode ser rotacionado para a medição de eixos seccionados.
- Permite medição de ressaltos.

## Especificações

Métrico		
Código No.	Capacidade	Exatidão
536-212	0 - 200mm	$\pm 0,05$ mm

## Dimensões

Unidade: mm



# Paquímetros

Um instrumento de medição padrão em toda indústria

## Paquímetro de Força Constante Série 573

- Devido à baixa força de medição, estes paquímetros são ideais para medir peças elásticas, como peças plásticas ou de borracha, que paquímetros convencionais não conseguem medir corretamente.
- Permite avanço fino do cursor devido ao impulsor rotativo.
- Deslocamento de 0,3mm no bico de baixa força.
- Força de Medição: de 0,49N a 0,98N (50gf a 100gf)
- Modelo Absolute
- A operação do cursor é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.

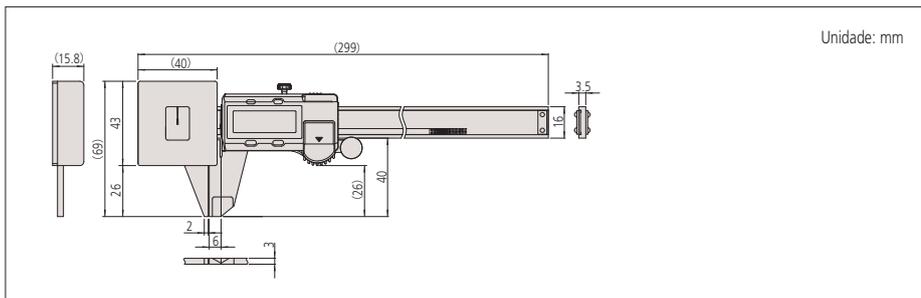


573-191-30

### Especificações

Métrico			Poleg./Métrico		
Código No.	Capacidade	Exatidão	Código No.	Capacidade	Exatidão
573-191-30	0 - 180mm	±0,05mm	573-291-30	0 - 7"	±.002"

### Dimensões



## Paquímetro de Acionamento Rápido Série 573

- O mecanismo permite medições fáceis e contínuas pelo acionamento rápido do cursor (pela utilização do impulsor com alavanca)
- O Paquímetro de Acionamento Rápido possui um mecanismo com mola que permite inspeções passa/não passa eficientes em peças de produção seriada.
- Permite medição de ressalto.
- Deslocamento de 2mm do mecanismo.
- Força de medição: 7N a 14N (700gf a 1400gf)
- Modelo ABSOLUTE.
- A operação do cursor é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



573-182-30

ABSOLUTE™ (Ver página IX para mais detalhes.)



### Explicação Técnica

#### Procedimento de Medição



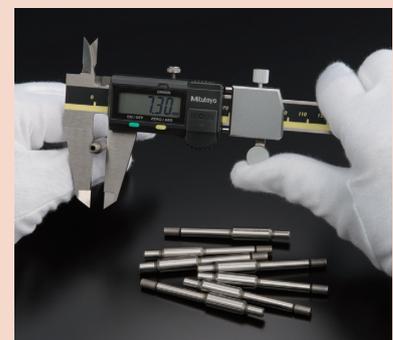
A força constante de medição pode ser garantida somente por realizar a medição quando o ponteiro estiver entre as duas linhas de referência.

### Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações. (excluindo erro de dígito)  
 Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
 Mostrador: LCD  
 Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
 Deslocamento do Bico: 0,3mm  
 Tempo de Resposta: Ilimitado  
 Bateria: **SR44** (1 pc), **938882**, (acessório padrão para operações iniciais)  
 Vida Útil de Bateria: Aprox. 3,5 anos com uso normal

### Acessórios Opcionais

**959143:** Unidade para Função "Hold"  
 Cabos de conexão para IT/DP/MUX  
**959149:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
**959150:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)  
**Interface Input Tool USB Direta**  
**06AFM380C:** Cabo **USB-ITN-C** para CEP (2m)  
 Cabos de conexão para **U-WAVE-T**  
**02AZD790C:** Cabo de **U-WAVE** com botão DATA (160mm)  
**02AZE140C:** Cabo de Pedal para CEP



## Informações Técnicas

Exatidão: Ver lista de especificações.  
(excluindo erro de dígito)  
Resolução: 0,01mm ou .0005"/0,01mm  
Repetibilidade: 0,01mm  
Mostrador: LCD  
Escala: Indutiva Eletromagnética ABSOLUTE  
Deslocamento do mecanismo: 2mm  
Tempo de Resposta: Ilimitado  
Bateria: **SR44** (1 pç), **938882**,  
(acessório padrão para operações iniciais)  
Vida Útil de Bateria: Aprox. 3,5 anos com uso normal

## Acessórios Opcionais

**959143:** Unidade para Função "Hold"  
Cabos de conexão para IT/DP/MUX  
**959149:** Cabo para CEP com botão DATA (1m)  
**959150:** Cabo para CEP com botão DATA (2m)  
**Interface Input Tool USB Direta**  
**06AFM380C:** Cabo **USB-ITN-C** para CEP (2m)  
Cabos de conexão para **U-WAVE-T**  
**02AZD790C:** Cabo de **U-WAVE** com botão DATA (160mm)  
**02AZE140C:** Cabo de Pedal para CEP

**ABSOLUTE™** (Ver página IX para mais detalhes.)



Suporte de relógio com alicate de pressão



Ver página F-80 para mais detalhes

## Especificações

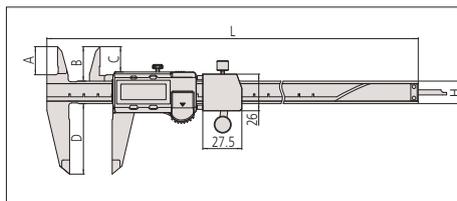
### Métrico

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-181-30</b>	0 - 100mm	±0,02mm
<b>573-182-30</b>	0 - 150mm	±0,02mm

### Poleg./Métrico

Código No.	Capacidade	Exatidão
<b>573-281-20</b>	0 - 4"	±.001"
<b>573-282-20</b>	0 - 6"	±.001"

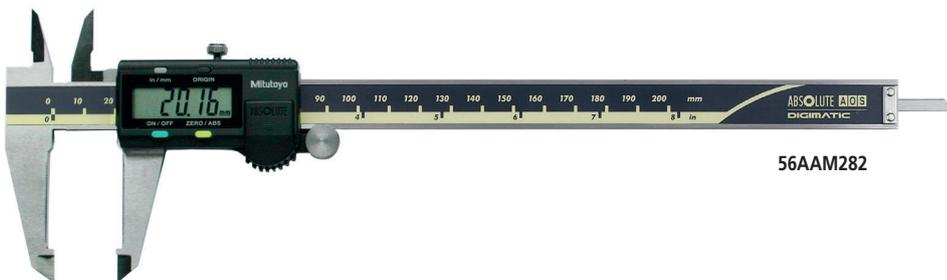
## Dimensões



Capacidade	A	B	C	D	H	L
0 - 100mm/0 - 4"	16,5	21	14,5	40	16	233
0 - 150mm/0 - 6"	20	24,5	18	50	16	290

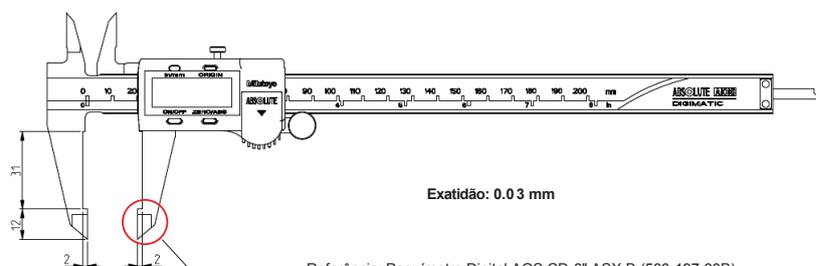
## Paquímetro para Medição da Espessura de Disco de Freio

- Bico com formato especial para realizar a medição do desgaste nas laterais de discos de freio de forma fácil e rápida (sem retirar a peça do carro).
- Modelo digital com tecnologia ABSOLUTE
- A operação do cursor é suave e confortável.
- Modelos com saída de dados podem ser integrados ao controle estatístico de processo ou com sistemas de controle de medição.



56AAM282

Unidade: mm



Bico aliviado para correta medição de espessura

D

VOLUME II  
Planos e  
Procedimentos

2. Plano de monitoramento  
e instrumentação

## Descrição Instrumentação

A instrumentação afere o comportamento da estrutura, comparando com os critérios de desempenho e estendendo a observação operacional para além da superfície, além dos limites da inspeção visual. Os objetivos da instrumentação são divididos em:

- Verificar as hipóteses, os critérios e os parâmetros adotados em projeto;
- Verificar a adequação de métodos construtivos;
- Verificar as condições de segurança das obras.

Com o propósito o aprimoramento da gestão de segurança de barragens nesta seção é detalhado os componentes do plano de monitoramento e instrumentação, incluindo os controles dos instrumentos os parâmetros de monitoramento, frequências necessárias, características técnicas da estrutura.

### 1 - Piezômetros elétricos de corda vibrante

O Piezômetro elétrico de corda vibrante Modelo 4500 Geokon foi configurado para medir pressões fluidas, como elevações de água subterrânea e pressões de poros quando cravados diretamente em aterros. Estes instrumentos, podem ser instalados no solo, na rocha ou na parte interna dos turbos.

### 2 – Piezômetro de tubo aberto tipo casa grande

A pressão hidrostática ou poropressão (pressão neutra) é monitorada pelo piezômetro de tubo aberto, que permite a passagem das águas dos poros através de um bulbo drenante, até alcançar o equilíbrio com a poropressão na fundação. As leituras são realizadas quinzenalmente por uma equipe técnica especializada.

### 3 – Medidores de nível d'água

O Medidor de nível d'água têm como objetivo principal determinar o nível do lençol freático em maciços de terra ou rocha. A leitura do instrumento normalmente é feita com um pio elétrico, que é uma trena com uma ponteira elétrica que emite som assim que entrar em contato com a água. Dessa forma, mede-se a distância entre a boca do tubo e o nível de água.

### 4 - Medidores de vazão

O monitoramento da vazão, correspondente à saída do sistema de drenagem interna, é realizado por meio de calhas de monitoramento equipadas com medidores de vazão triangulares e/ou do tipo Parshall. Esses medidores fornecem leituras em m<sup>3</sup>/h, permitindo identificar possíveis erosões internas nas estruturas, causadas pelo carreamento de materiais sólidos provenientes do filtro e/ou do aterro.

## **5- Marcos superficiais**

Os marcos superficiais têm a função de monitorar e registrar eventuais deslocamentos horizontais e verticais. Neste tipo de instrumento, os deslocamentos são medidos através de levantamentos topográficos periódicos, em relação a marcos de referência fixos, que devem ser instalados em locais fora da região de influência da barragem e é reportado semestralmente por uma equipe técnica especializada.

## **6 – Medidor triortogonal**

Os Medidores Triortogonais têm a função nas barragens de concreto de fornecer dados precisos sobre as deformações estruturais da barragem em três direções principais: horizontal, vertical e lateral. O objetivo principal é monitorar continuamente o comportamento da barragem e detectar quaisquer movimentos ou deformações que possam indicar problemas potenciais de segurança ou estabilidade.

Eixo X: Monitora os movimentos de Abertura (+) e Fechamento (-);

Eixo Y: Monitora os movimentos de Avanço (+) e Recuo (-);

Eixo Z: Monitora os movimentos de Recalque (+) e Elevação (-).

## **7 – Extensômetro de Haste**

Os extensômetros têm a função de medir a deformação em estruturas, como barragens, edifícios, pontes e outros elementos de engenharia civil. Sua função principal é medir a extensão ou contração de uma estrutura em resposta a forças externas, como cargas, movimentos do solo ou mudanças de temperatura. Quando a estrutura se deforma, a haste se estende ou contrai, e essa mudança é convertida em um sinal elétrico ou mecânico que pode ser registrado e quantificado.

# PLANO DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

## USINA HIDRELÉTRICA DE CAÇU

INICIO DE CONSTRUÇÃO	COMPRIMENTO	ALTURA ATUAL	COTA ATUAL DA CRISTA	COTA ATUAL DO VERTEDOURO	VOLUME DO RESERVATÓRIO
2007	1.029 m	50,35 m	479,00 m	464,55 m	227,45 hm <sup>3</sup>


POÇO DE DRENAGEM	1	HORA	LEITURA N.A	2	HORA
PIEZÔMETROS ELÉTRICO	8	QUINZENAL	PLUVIÔMETRO	1	DIÁRIO
INSP. DE SEGURANÇA REGULAR	1	ANUAL	PIEZÔMETROS STAND PIPE	89	QUINZENAL
EXTENSÔMETRO DE HASTE	5	QUINZENAL	MEDIDOR DE VAZÃO	15	QUINZENAL
MEDIDOR TRIORTOGONAL	15	QUINZENAL	MEDIDOR DE NÍVEL D'ÁGUA	11	QUINZENAL
MEDIDOR DE TEMPERATURA	2	MENSAL	MARCOS SUPERFICIAIS	2	SEMESTRAL

ESTRUTURA  
USINA HIDRELÉTRICA DE CAÇU

ÓRGÃO FISCALIZADOR  
ANEEL

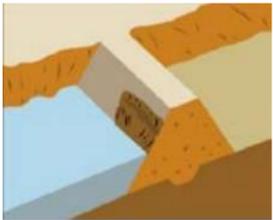
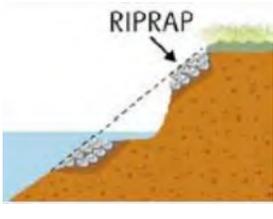
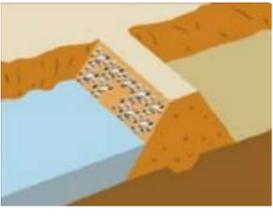
CLASSE  
B

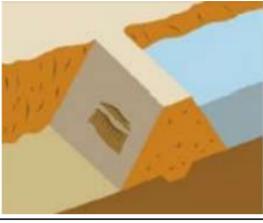
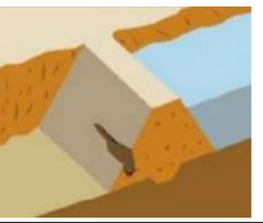
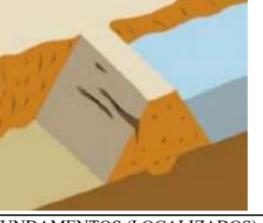
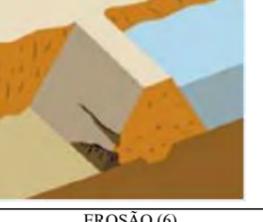
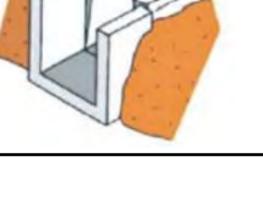
CRI  
BAIXO

DPA  
ALTO

**VOLUME II**  
**Planos e**  
**Procedimentos**

**3. Planejamento das**  
**manutenções**

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO)						
TIPO	LOCALIZAÇÃO	ANOMALIA	RECOMENDAÇÃO	RECURSOS PARA TRATATIVA EQUIPAMENTOS	RESPONSÁVEL	REGISTRO TRATATIVAS
Corretiva	Talude Montante	<p><b>EROSÕES (SUMIDOUROS)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> 1. Erosão interna ou piping do maciço ou fundação da barragem dá origem a um sumidouro; 2. O desabamento de uma caverna criada pela erosão pode resultar num sumidouro; 3. Um pequeno furo na parede da tubulação da tomada de água pode ocasionar um sumidouro. Água barrenta na saída a jusante indica o desenvolvimento de erosão na barragem.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Inspeccionar outras partes da barragem, procurando infiltrações ou mais sumidouros. Identificar a causa exata do sumidouro. Examinar a água que sai a jusante, por fuga ou percolação, para verificar se está suja. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. <b>EXIGIDA IMEDIATA</b> <b>PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>	Trator de esteira Escavadeira hidráulica Rolo compactador Caminhão Basculante	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Montante	<p><b>FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Uma porção do maciço moveu-se devido à perda de resistência ou a fundação pode ter-se movido, causando um deslocamento no maciço.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Dependendo do volume de maciço envolvido, baixar o nível do reservatório. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. <b>EXIGIDA IMEDIATA</b> <b>PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>	Trator de esteira Escavadeira hidráulica Rolo compactador Caminhão Basculante	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Montante	<p><b>DESLIZAMENTOS, AFUNDAMENTOS OU ESCORREGAMENTOS (3)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Terra ou pedras deslizaram pelo talude devido à sua inclinação exagerada ou ao movimento da fundação. Examinar a ocorrência de movimentos de terra, na bacia do reservatório, produzidos por deslizamentos.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Avaliar a extensão do deslizamento. Monitorar o escorregamento e baixar o nível do reservatório se a segurança da barragem estiver ameaçada. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. <b>EXIGIDA IMEDIATA PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>	Trator de esteira Escavadeira hidráulica Rolo compactador Caminhão Basculante	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Montante	<p><b>EROSÕES/ESCORREGAMENTOS/TALUDES ÍNGREMES E BANCADAS DE ESCAVAÇÃO (4)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Ação das ondas e recalques locais causam ao solo e às rochas erosão e escorregamentos para a parte inferior do talude, formando uma bancada de escavação.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Determinar as causas exatas da formação das bancadas de escavação. Executar os trabalhos necessários para restaurar o maciço, devolvendo suas inclinações originais, e providenciar sua proteção adequada.</p>	Escavadeira hidráulica Caminhão Basculante, blocos de rocha de granulometria conforme especificação.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Montante	<p><b>RIP-RAP INCOMPLETO, DESTRUÍDO OU DESLOCADO (5)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Deterioração de rip-rap de má qualidade. A ação das ondas des-locou o rip-rap. Pedras redondas ou de mesmo tamanho rolaram talude abaixo.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Restabelecer o talude normal. Re-fazer corretamente o rip-rap.</p>	Escavadeira hidráulica Caminhão Basculante	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Montante	<p><b>EROSÃO POR TRÁS DO RIP-RAP MAL GRADUADO (6)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Pedras de tamanhos aproximadamente iguais permitem que as ondas passem entre elas e venham a erodir a camada intermediária de proteção, se esta não for bem graduada, e o solo do maciço subjacente.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Restabelecer uma proteção eficiente do talude. Um engenheiro deve especificar o tamanho e a graduação das pedras do rip-rap e da camada intermediária de proteção. <b>EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>	Trator de esteira Escavadeira hidráulica Caminhão Basculante	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Montante	<p><b>FISSURA NA FACE DE CONCRETO OU DETERIORAÇÃO (7)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Concreto deteriorado devido ao intemperismo. Material de preen-chimento das juntas deteriorado ou removido.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Determinar a causa. Reparar com argamassa ou contatar engenhei-ro para métodos de reparo perma-nentes. Se o dano for extenso, um engenheiro qualificado deverá ins-pecionar as condições e reco-mendar outras ações a ser toma-das. <b>EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>	Trator de esteira Escavadeira hidráulica Caminhão Basculante	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Montante	<p><b>FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (8)</b></p> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> O solo perde a umidade e sofre contração, causando fissuras pro-nunciadas (rachaduras), geralmente vistas na crista e talude de jusante.</p> <p><b>ACÇÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Monitorar as fissuras (rachadu-ras) instalar medidor de trinca. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e reco-mendar outras ações a ser toma-das. <b>EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</b></p>	Trator de esteira Escavadeira hidráulica Caminhão Basculante	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO)						
TIPO	LOCALIZAÇÃO	ANOMALIA	RECOMENDAÇÃO	EQUIPAMENTOS	RESPONSÁVEL	REGISTRO TRATATIVAS
Corretiva	Talude Jusante	<p>ESCORREGAMENTO/DESLIZAMENTO/ ENCHARCAMENTO (1)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Falta ou perda de resistência do material do maciço da barragem. A perda de resistência pode ser atribuída à infiltração de água no maciço ou falta de suporte da fundação.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Medir a extensão e o deslocamento do escorregamento. Se o movimento continuar, começar a baixar o nível de água até parar o movimento. Um engenheiro qualificado deve inspecionar imediatamente a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira ou Escavadeira	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Recalque diferenciado do maciço da barragem também provoca fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais. Por exemplo: o centro recalca mais que as ombreiras.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Se necessário, obstruir a fissura do talude de montante para prevenir a passagem de água do reservatório. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira ou Escavadeira	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>AFUNDAMENTOS /COLAPSOS (3)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Falta de compactação adequada. Tocas de animais. Piping através do maciço ou fundação.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Inspeccionar e reparar os buracos internos criados por roedores. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira ou Escavadeira	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>FISSURAS (RACHADURAS) LONGITUDINAIS (4)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Ressecamento ou retração do material de superfície. Deformação a jusante devido ao recalque do maciço.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Se as fissuras (rachaduras) são de ressecamento, cobrir a área com material bem compactado para manter a superfície seca e a umidade natural. Se as fissuras (rachaduras) são extensas, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar outras ações a ser tomadas.</p>	Trator de esteira ou Escavadeira	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>AFUNDAMENTOS (LOCALIZADOS) (5)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Resultantes de erosão que desalojou uma parte do talude. Também podem ser encontrados em taludes muito íngremes.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Inspeccionar a área em busca de infiltração. Monitorar para verificar o prosseguimento da ruptura. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira ou Escavadeira	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>EROSÃO (6)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Águas de chuva carregam material da superfície do talude, produzindo valas de erosão.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> O método preferido de proteção de áreas erodidas é a colocação de enrocamento ou rip-rap. Refazer a grama de proteção se o problema for detectado no início.</p>	Trator de esteira ou Escavadeira	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>ÁRVORES/ARBUSTOS (7)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Vegetação natural da área.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Remover as árvores de raízes profundas e arbustos no maciço e nas proximidades. Erradicar vegetação no maciço que dificulte as inspeções visuais. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira, Roçadeira, Foice e Caminhonete.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>ATIVIDADES DE ANIMAIS E INSETOS (8)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e caver-nas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos habitats, com alguns tipos de planta e árvore, próxi-mos ao reservatório encorajam animais e insetos.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. Aterrar buracos existentes, com material adequa-do e bem compactado. Eliminar habitats favoráveis ao desenvolvi-mento de espécies nocivas.</p>	Ferramentas manuais, compactolite	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Talude Jusante	<p>TRÁFEGO DE ANIMAIS E GADO (9)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Tráfego excessivo de animais é especialmente danoso quando o talude está molhado.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Cercar a área da barragem. Reparar a proteção contra erosão com rip-rap ou grama.</p>	Trator de esteira Caminhonete	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Estrutura de Concreto	<p>PAREDE DESLOCADA (3)</p> 	<p><u>CAUSA PROVÁVEL:</u> Falha na execução. Recalque diferencial da fundação. Pressão excessiva do aterro ou da água. Armadura insuficiente do concreto.</p> <p><u>ACÕES RECOMENDADAS:</u> Reconstruir, de acordo com as práticas da engenharia. Preparar cuidadosamente a fundação. Armar suficientemente o concreto. Ancorar as paredes para prevenir futuros deslocamentos. Limpar os drenos para assegurar sua operação adequada. Consultar um engenheiro antes de as ações serem tomadas. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Matérias de construção civil, areia cimento, carrinho de mão, armação de ferro.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)						
TIPO	LOCALIZAÇÃO	ANOMALIA	RECOMENDAÇÃO	EQUIPAMENTOS	RESPONSÁVEL	REGISTRO TRATATIVAS
Corretiva	Crista	<b>DESLOCAMENTO VERTICAL (1)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Movimento vertical entre seções adjacentes do maciço da barra-gem. Deformação ou falha estrutural causada por instabilidade estrutural ou falha na fundação.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Cuidadosamente inspecionar o deslo-camento e anotar a localização, compri-mento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes, instalar medidor de trinca. Um engenheiro deve imediatamente deter-minar a causa do deslocamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Escavar a área até o fundo do deslocamento. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro. Continuar a monitorar a área rotineiramente para verificar indícios de futuras fissuras ou movimento. EXIGIDA IMEDIATA PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>DESABAMENTOS NA CRISTA (2)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Atividade de roedores. Furos na tubulação da tomada de água causam erosão do material no maciço da barragem. Erosão interna ou piping do material no maciço devido à infiltração. Carreamento de argila dispersiva no interior do maciço, pela água de percolação.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Cuidadosamente inspecionar o desaba-mento e anotar a localização, compri-mento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Um engenheiro deve determinar a causa do desabamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Escavar a área que desabou, taludando os lados, e preencher o buraco com material adequado, usando técnicas de construção adequadas, sob a supervisão de um engenheiro. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>FISSURAS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS (3)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Movimentos desiguais das partes adjacentes do maciço. Deforma-ção causada por tensões ou insta-bilidade do maciço.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Inspeccionar a fissura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediata-mente demarcar os limites da fissura, instalar medidor de trinca. Monitorar frequentemente. Um engenhei-ro deve determinar a causa da fissura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Escavar a crista ao longo da fissura até ultrapassar o fundo desta. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro. Isso irá selar a fissura contra infiltração e escoamento superficial. Continuar monitorando rotineiramente a crista para verificar indícios de fissuras. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>CRISTA DESALINHADA (4)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Ressecamento ou retração do material de superfície. Deforma-ção a jusante devido ao recalque do maciço.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Instalar marcos na crista para deter-minar a exata localização e extensão do desalinhamento na crista. Um engenhei-ro deve determinar a causa do desa-linhamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Após as medidas remediadoras, monitorar periodicamente os marcos da crista para detectar possíveis movimentos futuros. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>AFUNDAMENTOS/DE - PRESSÕES NA CRISTA DA BARRAGEM (5)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Assentamento excessivo no maciço ou fundação diretamente abaixo da área da depressão. Erosão interna do maciço da barragem. Deformação do maciço de fundação a jusante ou montante. Erosão pelo vento contínuo na área da crista. Terraplanagem final inadequada na construção.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Inspeccionar a área em busca de infiltração. Monitorar para verifi-car o prosseguimento da ruptu-ra. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>VEGETAÇÃO EXCESSIVA (6)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Negligência com a barragem e falta de procedimentos de manu-tenção adequados.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Remover toda a vegetação existente, com exceção da grama, que deve ser preservada para ajudar a combater a erosão superficial. As raízes devem ser retiradas até a profundidade em que sejam praticáveis as escavações. O reaterro deve ser feito com material adequado e bem compactado. Um programa de manutenção deve ser estabelecido para evitar o surgimento de nova vegetação indesejável no futuro. O material cortado deve ser removido para fora da área da barragem.</p>	Roçadeira, foice, facão, enxada	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>BURACOS DE ANIMAIS E INSETOS (7)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e caver-nas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzei-ros. Certos habitats, com alguns tipos de planta e árvore, próxi-mos ao reservatório encorajam os animais e insetos.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado. Eliminar habitats favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.</p>	Ferramentas manuais, compactolit	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>EROSÕES NA CRISTA (8)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Material mal graduado e drena-gem inadequada da crista, com concentração do fluxo de água superficial diretamente sobre o maciço. Capacidade inadequada do sangradouro, provocando o transbordamento da barragem.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Restabelecer a folga de projeto da barragem, aterrando a vala provocada pela erosão com material adequado e bem compactado. Restabelecer as inclinações previstas no projeto para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. Se resultantes de transbordamento, um engenheiro deve rever o dimensio-na-mento e as condições atuais do vertedouro. Neste caso, é EXIGIDA A PRESEÇA DE ENGENHEIRO.</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (9)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> O solo expande e contrai com a alternância dos processos de umedecimento e ressecamento que acompanham o clima. As fissuras devido ao ressecamento são curtas, rasas, finas e numerosas.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada, instalar medidor de trinca. Selar as fissuras com material impermeável. Recobrir a crista com uma cama-da de material não plástico (cascalho ou laterita).</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL
Corretiva	Crista	<b>TRILHAS AO LONGO DA CRISTA (10)</b> 	<p><b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Tráfego de veículos pesados sem a manutenção adequada da super-fície da crista.</p> <p><b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Drenar a água acumulada e recompor a crista com material adequado e bem compactado. Restabelecer as inclina-ções previstas no projeto para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. Recuperar o pavi-mento ou, no mínimo, aplicar uma camada de material que possa funcionar como revestimento primário (cascalho ou laterita).</p>	Trator de esteira Escavadeira Rolo compactador	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Gestão de anomalias SENTNEL

VETERDOURO (BT5)						
TIPO	LOCALIZAÇÃO	ANOMALIA	RECOMENDAÇÃO	EQUIPAMENTOS	RESPONSÁVEL	REGISTRO TRATATIVAS
Corretiva	Vertedouro	MUDANÇA ACENTUADA NA VEGETAÇÃO (1) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Acúmulo de material escorregado, árvores mortas, crescimento excessivo de vegetação etc., no canal do vertedouro. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Retirar os detritos periodicamente. Controlar o crescimento da vegetação no canal do vertedouro. Instalar uma rede de proteção na entrada do vertedouro para interceptar detritos.	Trator de esteira Roçadeira Caminhonete	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	DESCALÇAMENTO POR EROSÃO NO FIM DO VERTEDOURO (2) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Configuração inadequada da bacia de dissipação. Materiais altamente erosivos. Falta de uma cortina de contenção no fim da calha. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fazer a limpeza da área e reaterar com material apropriado. Colocar um enrocamento com blocos de tamanho adequado. Instalar uma cortina de contenção. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.	Escavadeira hidráulica Andaime	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M Engenheiro Barragem	Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS GRANDES) (4) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Falha na construção. Concentração localizada de tensos. Deterioração localizada do material. Falha na fundação. Pressão excessiva do reatero externo. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Proteger a área contra futuras infiltrações. Caso seja identificado o avanço da erosão ameaçar a segurança das estruturas, um engenheiro qualificado deverá imediatamente inspecionar a barragem e orientar as medidas a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO	Equipamentos para perfuração e injeção, mistura, resina, cimento, árcia, epóxi, equipamentos para injeção.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M Engenheiro Barragem	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	QUEBRA DE BORDAS/ABERTURA DE JUNTAS ABERTAS OU DESLOCADAS (5) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Recalque excessivo da fundação, variação de temperatura. Fuga de material da junta. Junta construída muito larga e não sela-da. Material selante deteriorado e carreado. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> As juntas não devem ter mais de 1 cm e devem ser seladas masticue ou outro material flexível. Limpar as juntas, substituir os materiais erodidos e selar as juntas. Drenar e preparar corretamente a fundação. A face inferior da laje deve ter ressaltos com profundidade suficiente para evitar deslizamento. Evitar inclinação exagerada do canal. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.	Equipamentos para perfuração e injeção, mistura, resina, cimento, árcia, epóxi, equipamentos para injeção.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	DETERIORAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO (6) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Uso de materiais impróprios ou manutenção inadequada, variação de temperatura, fluxo constante d'água podendo causar cavitações. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Para recuperar a estrutura usar apenas agregados limpos e de boa qualidade no concreto. Respeitar o recobrimento da armadura do concreto. Manter o concreto molhado e protegido durante a cura. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.	Equipamentos para perfuração e injeção, mistura, resina, cimento, árcia, epóxi, equipamentos para injeção.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	INFILTRAÇÃO ATRAVÉS DE UMA JUNTA DE CONSTRUÇÃO OU FISSURAS (RACHADURAS) NA ESTRUTURA DE CONCRETO (7) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Água se acumulando atrás da estrutura devido à drenagem insuficiente ou drenos entupidos, abertura de junta acentuada ou movimentação/requalque de blocos. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Caso seja identificado o avanço que possa afetar a segurança das estruturas, um engenheiro qualificado deverá imediatamente inspecionar a barragem e orientar as medidas a serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.	Equipamentos para perfuração e injeção, mistura, resina, cimento, árcia, epóxi, equipamentos para injeção.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	AUMENTO DO FLUXO E CARREAMENTO DE SEDIMENTOS NA SAÍDA DO DRENO (8) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Funcionamento impróprio do dre-no por má execução ou deterioração da camada filtrante, falha na fundação, movimentação/requalque de blocos, falha na fundação. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Verificar a instrumentação disponível próximo a área afetada. Monitorar a quantidade de fluxo e o carreamento de material. Coletar amostras de água para comparar a turbidez. Se a vazão ou a turbidez aumentar, um engenheiro qualificado deverá inspecionar o vertedouro e recomendar as ações a ser tomadas.	Equipamentos para perfuração e injeção, mistura, resina, equipamentos para injeção.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	VAZAMENTO DENTRO E AO REDOR DO VERTEDOURO (9) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Fissuras e juntas na fundação do vertedouro estão permitindo infiltração. Camadas de areia ou pedregulhos no vertedouro estão permitindo infiltração. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Examinar a área de saída do fluxo para ver se o tipo de material pode explicar o vazamento. Medir a quantidade do fluxo e checar se existe erosão dos materiais da fundação. Se a velocidade do fluxo ou quantidade de materiais erodidos aumentar rapidamente, o nível do reservatório deverá ser abaixado até o fluxo estabilizar ou cessar. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.	Escavadeira hidráulica Andaime	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	TOMBAMENTO, AFUNDAMENTO, DESLISAMENTO (10) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Falha na fundação, erosão, deslissamento, falha estrutural, aumento do nível d'água do reservatório e rebaixamento rápido do reservatório, movimentação/requalque de blocos. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, realizar estudos do ponto onde foi identificada anomalia, avaliar a instrumentação disponível e seu histórico, manter as inspeções visuais. a situação deve ser avaliada por um engenheiro qualificado avaliando possibilidade de estabilização da estrutura com injeções ou construção de estrutura como reforço para estabilização. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.	Equipamentos para injeção de calda de cimento, com utilização de perfuratrizes e equipamentos para construção de reforço.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)
Corretiva	Estrutura de Concreto	TRINCAS. RACHADURAS NO CONCRETO (11) 	<b>CAUSA PROVÁVEL:</b> Falha na fundação, retração do concreto, variações da temperatura, carregamento excessivo, assentamento diferencial, corrosão da armadura e ataque químico. <b>ACÕES RECOMENDADAS:</b> Fotografar a região com Drone/local, monitora sua extensão, largura e profundidade, monitorar seu desenvolvimento. Proteger a área contra futuras infiltrações. Caso seja identificado o avanço da erosão ameaçar a segurança das estruturas, um engenheiro qualificado deverá imediatamente inspecionar a barragem e orientar as medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.	Medidor de trinca, resina e/ou calda de cimento, trena, GPS.	Gerente de Monitoramento Gerente de Usinas Engenheiro Barragem Engenheiro O&M	Ficha de inspeção mensal, E-mail, Relatório de Registro e Correção de Anomalia (RRCA)

# PLANO DE MANUTENÇÃO

PATRIMÔNIO: A700119SP

**A GERADORA**

Código	Descrição	Periodicidade (h)	Últ. Execução	Próxima Exec. (h)
"10.2.1.145"	"MP - INSPECIONAR FIXAÇÃO DA BATERIA E LIMPAR OS BORNES"	200	9176	9376
"10.2.1.169"	"MP - INSPECIONAR ALTERNADOR CC E REGISTRAR VALORES"	200	9176	9376
"10.2.1.201"	"MP - INSPECIONAR PRESENÇA DE ÁGUA E IMPUREZAS NO COMBUSTÍVEL"	200	9176	9376
"10.2.1.202"	"MP - INSPECIONAR INSTALAÇÃO DOS CABOS DE FORÇA"	200	9176	9376
"10.2.1.203"	"MP - AFERIR E REGISTRAR O BALANCEAMENTO"	200	9176	9376
"10.2.1.28"	"MP - INSPECIONAR FILTRO DE AR (TROCAR SE NECESSÁRIO)"	200	9176	9376
"10.2.1.29"	"MP - VERIFICAR INDICADOR DE RESTRIÇÃO DO FILTRO DE AR"	200	9176	9376
"10.2.1.30"	"MP - INSPECIONAR SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR"	200	9176	9376
"10.2.1.31"	"MP - INSPECIONAR SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL"	200	9176	9376
"10.2.1.32"	"MP - VERIFICAR NÍVEL E QUALIDADE DO LÍQUIDO DE ARREFECIMENTO"	200	9176	9376
"10.2.1.34"	"MP - VERIFICAR E INSPECIONAR RADIADOR"	200	9176	9376
"10.2.1.35"	"MP - INSPECIONAR TANQUE DE COMBUSTÍVEL"	200	9176	9376
"10.2.1.39"	"MP - TESTAR FUNCIONAMENTO DO SISTEMAS DE PROTEÇÃO"	200	9176	9376
"10.2.1.40"	"MP - AFERIR E REGISTRAR TENSÃO DA BATERIA"	200	9176	9376
"10.2.1.41"	"MP - AFERIR E REGISTRAR E COMPLETAR NÍVEL DE ÓLEO"	200	9176	9376
"10.2.1.66"	"MP - INSPECIONAR QUANTO AOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO E RUÍDO"	200	9176	9376
"10.2.1.72"	"MP - INSPECIONAR BOTOEIRAS, CHAVES E CONECTORES"	200	9176	9376
"10.2.1.73"	"MP - INSPECIONAR CHAVES SELETORAS E COMUTADORAS"	200	9176	9376
"10.2.1.74"	"MP - INSPECIONAR E LIMPAR MÓDULO DE CONTROLE E PARÂMETROS"	200	9176	9376
"10.2.1.75"	"MP - INSPECIONAR / LIMPAR PAINEL ELETRÔNICO"	200	9176	9376
"10.2.1.78"	"MP - REALIZAR LIMPEZA INTERNA E EXTERNA DO EQUIPAMENTO"	200	9176	9376
"10.2.1.79"	"MP - AFERIR E REGISTRAR TENSÃO CA E CORRENTE CA"	200	9176	9376
"10.2.1.80"	"MP - INSPECIONAR DOBRADIÇA, FECHOS E AMORTECEDORES"	200	9176	9376
"10.2.1.81"	"MP - INSPECIONAR PLOTAGEM E TAG"	200	9176	9376
"10.2.1.84"	"MP - INSPECIONAR VAZAMENTOS EM GERAL"	200	9176	9376
"10.2.1.86"	"MP - VERIFICAR INCLINAÇÃO (NIVELAMENTO) DO EQUIPAMENTO"	200	9176	9376
"10.2.1.87"	"MP - VERIFICAR E RELATAR GRAU DE AGRESSIVIDADE DO AMBIENTE"	200	9176	9376

"10.2.1.33"	"MP - VERIFICAR ESTADO, ALINHAMENTO E TENSÃO DAS CORREIAS"	200	9176	9376
"10.2.1.38"	"MP - INSPECIONAR ABRAÇADEIRAS EM GERAL"	200	9176	9376
"10.2.1.43"	"MP - TROCAR ÓLEO LUBRIFICANTE"	200	9176	9376
"10.2.1.44"	"MP - TROCAR FILTRO DE COMBUSTÍVEL SECUNDÁRIO"	200	9176	9376
"10.2.1.45"	"MP - TROCAR FILTRO DE COMBUSTÍVEL PRIMÁRIO - SEPARADOR"	400	9176	9576
"10.2.1.46"	"MP - TROCAR FILTRO DE ÓLEO LUBRIFICANTE"	400	9176	9576
"10.2.1.65"	"MP - INSPECIONAR VENTILADOR E GRADE DE PROTEÇÃO E"	400	9176	9576
"10.2.1.77"	"MP - TESTAR CARREGADOR / FLUTUADOR DE BATERIA"	400	9176	9576
"10.2.1.82"	"MP - INSPECIONAR ILUMINAÇÃO INTERNA DO CUBÍCULO"	400	9176	9576
"10.2.1.83"	"MP - INSPECIONAR STATUS MATERIAL ACUSTICO EM GERAL"	400	9176	9576
"10.2.1.36"	"MP - INSPECIONAR COXINS E ISOLADORES DE VIBRAÇÃO"	400	9176	9576
"10.2.1.37"	"MP - INSPECIONAR RESISTÊNCIA DE PRÉ AQUECIMENTO"	400	9176	9576
"10.2.1.62"	"OFICINA - MP - LAVAR TANQUE DE COMBUSTÍVEL"	400	9176	9576
"10.2.1.67"	"MP - INSPECIONAR CONEXÕES DO REGULADOR DE TENSÃO"	400	9176	9576
"10.2.1.68"	"MP - INSPECIONAR OS PARAFUSOS E TERMINAIS DE LIGAÇ"	400	9176	9576
"10.2.1.69"	"MP - INSPECIONAR PONTE DE DIODOS/ VARISTOR/ CONDEN"	400	9176	9576
"10.2.1.70"	"MP - MEDIR RESISTÊNCIA DE ISOLAÇÃO DO ALTERNADOR CC"	400	9176	9576
"10.2.1.49"	"OFICINA- MP - REALIZAR REGULAGEM DAS VÁLVULAS"	800	9176	9976
"10.2.1.50"	"OFICINA -MP - AJUSTAR ALTURA DAS UNIDADES INJETORA"	800	9176	9976
"10.2.1.53"	"MP - INSPECIONAR POLIA DE VIBRAÇÃO DO VIRABREQUIM"	800	9176	9976
"10.2.1.54"	"MP - TROCAR CORREIAS"	800	9176	9976
"10.2.1.57"	"MP - TROCAR TENSORES"	800	9176	9976
"10.2.1.60"	"MP - REVISAR MOTOR DE PARTIDA"	800	9176	9976
"10.2.1.61"	"MP - REVISAR ALTERNADOR CC"	800	9176	9976
"10.2.1.56"	"MP - ANÁLISE E TROCA DE MANGOTES EM GERAL (SE NECESSÁRIO)"	1200	9176	10376
"10.2.1.59"	"OFICINA - MP - REVISAR BOMBA INJETORA"	1200	9176	10376
"10.2.1.199"	"MP - INSPEÇÃO E LIMPEZA DA VÁLVULA TERMOSTÁTICA"	1200	9176	10376
"10.2.1.71"	"OFICINA - MP - REALIZAR LIMPEZA E TRATAMENTO TÉRMICO DO ALTD CA"	1200	9176	10376
"10.2.1.58"	"MP - TROCAR BOMBA DÁGUA APÓS INSPEÇÃO"	1200	9176	10376
"10.2.1.63"	"MP - REVISAR TURBO COMPRESSOR"	1200	9176	10376
"10.2.1.55"	"MP - TROCAR FLUIDO DE ARREFECIMENTO"	1200	9176	10376
10.2.1.56	MP - ANÁLISE E TROCA DE MANGOTES EM GERAL (SE NECESSÁRIO)	2400	9176	11576
10.2.1.59	MP - REVISAR BOMBA INJETORA	2400	9176	11576

10.2.1.199	MP - INSPEÇÃO E LIMPEZA DA VÁLVULA TERMOSTÁTICA	3200	9176	12376
10.2.1.71	MP - REALIZAR LIMPEZA E TRATAMENTO TÉRMICO DO ALTERNADOR CA	3200	9176	12376
10.2.1.58	MP - TROCAR BOMBA D'ÁGUA APÓS INSPEÇÃO	4000	9176	13176
10.2.1.63	MP - REVISAR TURBO COMPRESSOR	4000	9176	13176
10.2.1.55	MP - TROCAR FLUIDO DE ARREFECIMENTO	7600	9176	16776

VOLUME II  
Planos e  
Procedimentos

4. Cronograma de testes e  
calibração

## **Cronogramas e calibração**

Os itens a seguir apresentam cronogramas para as atividades desempenhadas nas barragens e ficha calibração dos instrumentos da KINROSS Brasil Mineração S/A. Destaca-se que os períodos definidos poderão sofrer alterações.

**Cronograma calibração equipamentos**

USINA	ITEM	QUANT.	MARCA	MODELO	Nº SÉRIE	TAG	2020	2021	2022	2023	2024	Proxima calibração
CAC	RELÓGIOS COMPARADOR DIGITAL - EH	1	DICIMESS	DICIMESS	KBM-CAC-REL-0004	KBM-71-REEH-01	07/08/2020	07/08/2021	07/08/2022	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025
	RELÓGIOS COMPARADOR DIGITAL - MT	1	DICIMESS	DICIMESS	KBM-CAC-REL-0005	KBM-71-REMT-01	-	-	-	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025
CAC	RELÓGIOS COMPARADOR DIGITAL - MT	1	DICIMESS	DICIMESS	KBM-BCO-REL-0002	KBM-71-REMT-02	07/08/2020	07/08/2021	07/08/2022	02/02/2023	15/12/2024	RESERVA
CAC	PAQUÍMETRO	1	MITUTUYO	MITUTUYO	1090965	KBM-CAC-PAQ-001	07/08/2020	07/08/2021	02/02/2022	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025
CAC	MANÔMETRO	1	TECNO	TECNO	KBM-CAC-P2-148	KBM-71-MANON-01	07/08/2020	07/08/2021	02/02/2022	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025
CAC	MANÔMETRO	1	TECNO	TECNO	KBM-CAC-P2-149	KBM-71-MANON-02	07/08/2020	07/08/2021	02/02/2022	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025
CAC	MANÔMETRO	1	TECNO	TECNO	KBM-CAC-P2-101	KBM-71-MANON-03	07/08/2020	07/08/2021	02/02/2022	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025
CAC	MANÔMETRO	1	TECNO	TECNO	KBM-CAC-P2-102	KBM-71-MANON-04	07/08/2020	07/08/2021	02/02/2022	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025
CAC	MANÔMETRO	1	TECNO	TECNO	KBM-CAC-P2-109	KBM-71-MANON-05	07/08/2020	07/08/2021	02/02/2022	02/02/2023	15/12/2024	29/11/2025





Cronograma inspeções geotécnica

USINA		JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
		P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Usina Hidrelétrica de Caçu	1ª Leitura	seg		qui		qui		qui		seg		qua		qui		qua		sex		ter		qua		ter	
		13		13		13		10		12		11		10		13		12		14		12		9	
	2ª Leitura	qua		qui		sex		ter		qua		qua		ter		qua		qui		qui		ter		sex	
		29		27		28		29		28		25		29		27		25		30		25		19	
	Inspeção	qui		sex		qua		ter		ter		ter		qua		qua		sex		qua		ter		ter	
		23		21		19		22		20		17		23		20		19		22		18		16	
Reunião Mensal	Mensal	ter		sex		sex		seg		qua		sex		seg		qui		sex		ter		sex		sex	
		7		7		7		7		7		6		7		7		5		7		7		5	
NOTA:	P = PROGRAMADO																								
	R = REALIZADO																								

