

TERMO DE REFERÊNCIA
AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DESTINADOS À IMPLANTAÇÃO DE
LABORATÓRIO

1. DO OBJETO E SUAS ESPECIFICAÇÕES

1.1 Objeto

O presente Termo de Referência tem por objeto a implantação de um ambiente laboratorial com infraestrutura física e tecnológica adequada para ensaios de manutenção preditiva. Adicionalmente, prevê a aquisição de sensores compatíveis com tecnologias da Indústria 4.0, assim como a seleção de uma máquina (motor elétrico) e estruturação da infraestrutura tecnológica. As ações estão vinculadas à Meta 1 (Etapas 1 e 2) do Plano de Trabalho, conforme o Termo de Fomento nº 984387/2025, de acordo com a lista de itens apresentada na Tabela 1.

1.2 Itens solicitados

A Tabela 1 apresenta a relação detalhada dos itens, bem como suas respectivas especificações técnicas e quantitativos.

Tabela 1 – Relação dos itens selecionados

Item	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Motor elétrico de indução trifásico, potência nominal entre 0,30 kW e 0,75 kW, tensão nominal compatível com redes trifásicas 380 V, frequência 60 Hz, rendimento conforme classe de eficiência vigente (mínimo IE2), regime de serviço S1, grau de proteção mínimo IP54, classe de isolamento mínima F.	2	R\$ 1.289,76	R\$ 2.579,51

2	Motor elétrico de indução trifásico destinado a acionamento de sistemas de compressão e ensaios de bancada, potência nominal entre 3,0 kW e 5,0 kW, tensão nominal compatível com redes trifásicas 380V, frequência 60 Hz, regime de serviço contínuo (S1), grau de proteção mínimo IP55, classe de isolamento mínima F, rendimento conforme classe de eficiência vigente (mínimo IE2), torque adequado para acionamento de cargas com inércia moderada, permitindo acoplamento a sistemas experimentais de compressão e simulação industrial.	1	R\$ 4.190,76	R\$ 4.190,76
3	Sensor de aceleração triaxial (acelerômetro), faixa de medição configurável entre ± 2 g e ± 16 g, resolução mínima de 10	5	R\$ 22,26	R\$ 111,32

	bits, comunicação digital via I2C e/ou SPI, taxa de amostragem ajustável mínima de 100 Hz.			
4	Sensor de vibração para monitoramento de condição, tecnologia IEPE ou equivalente, faixa típica de frequência de 10 Hz a 5 kHz ou superior, sensibilidade calibrada (mV/g), saída analógica padrão industrial.	10	R\$ 26,37	R\$ 263,66
5	Sensor de temperatura tipo termopar K com módulo de condicionamento, faixa de medição mínima de -200 °C a +1000 °C, resolução mínima de 0,25 °C, interface digital (SPI ou equivalente).	5	R\$ 33,59	R\$ 167,95
6	Sensor de temperatura infravermelho sem contato, faixa de medição mínima de -40 °C a +380 °C, precisão típica $\leq \pm 1,5$ °C, campo de visão definido (FOV), interface digital (I2C ou equivalente).	10	R\$ 93,30	R\$ 933,00

7	Sensor de temperatura digital, faixa mínima de -55 °C a +125 °C, resolução mínima de 9 a 12 bits, precisão típica $\leq \pm 0,5$ °C na faixa de operação, comunicação digital (1-Wire ou equivalente).	10	R\$ 16,33	R\$ 163,32
8	Encoder incremental rotativo, saída em quadratura (A/B), resolução mínima de 100 pulsos por volta, tensão de alimentação compatível com sistemas embarcados (5 V ou 3,3 V), frequência de operação adequada para medições dinâmicas.	5	R\$ 197,72	R\$ 988,58
9	Sensor óptico reflexivo, composto por emissor e receptor infravermelho, tensão de operação entre 3,3 V e 5 V, tempo de resposta inferior a 1 ms, adequado para detecção de presença e contagem.	10	R\$ 2,10	R\$ 21,00
10	Sensor de efeito Hall, faixa de	10	R\$ 32,90	R\$ 329,00

	operação compatível com detecção de campo magnético, saída digital ou analógica, tensão de alimentação típica de 3,3 V a 5 V, tempo de resposta adequado para medições de rotação.			
11	Sensor de corrente baseado em efeito Hall, faixa de medição mínima de ± 5 A a ± 30 A (AC/DC), saída analógica proporcional, isolamento galvânico entre circuito de potência e medição.	10	R\$ 27,10	R\$ 271,00
12	Sensor de corrente e tensão com interface digital, faixa de medição mínima de 0 a 26 V e até 3,2 A (ou superior), resolução mínima de 12 bits, comunicação via I2C ou equivalente.	10	R\$ 19,27	R\$ 192,67
13	Módulo microcontrolador com processador de 32 bits, frequência mínima de 160	5	R\$ 72,08	R\$ 360,41

	MHz, conectividade Wi-Fi e Bluetooth integradas, múltiplas interfaces (UART, SPI, I2C, ADC), tensão de operação 3,3 V.			
14	Computador de placa única para aplicações embarcadas, processador multicore ≥ 2 GHz, memória RAM mínima de 4 GB, interfaces USB, HDMI, GPIO, rede Ethernet e Wi-Fi, compatível com sistemas operacionais Linux.	2	R\$ 700,02	R\$ 1.400,04
15	Máquina CNC de pequeno porte, mínimo 3 eixos controlados (X, Y, Z), área útil mínima de 200 x 300 mm, potência de spindle ≥ 500 W, precisão de posicionamento $\leq 0,1$ mm, controle via software compatível com G-code. Estrutura em alumínio ou material equivalente de rigidez compatível. Interface USB ou Ethernet.	2	R\$ 6.292,06	R\$ 12.584,12

16	Kit didático para automação e controle com sensores, incluindo módulos de aquisição de dados, atuadores e interface de programação, compatível com ensino e demonstração de sistemas industriais e indústria 4.0.	1	R\$ 12.131,80	R\$ 12.131,80
TOTAL				R\$ 36.688,14

1.3 Especificações técnicas dos equipamentos

Especificações técnicas
As especificações abaixo representam requisitos mínimos obrigatórios, admitindo-se equipamentos com desempenho superior, desde que mantida a compatibilidade técnica. 1 – O equipamento consiste em motor elétrico de indução trifásico, com rotor em gaiola de esquilo, destinado a aplicações em bancada experimental, acionamento de pequenas cargas mecânicas e sistemas de teste. O projeto construtivo deverá estar em conformidade com normas técnicas reconhecidas, tais como a série IEC 60034 ou equivalente. A potência nominal do motor deverá estar compreendida entre 0,30 kW e 0,75 kW, sendo compatível com aplicações de baixa potência. O motor deverá operar em tensões trifásicas nominais de 380 V, com possibilidade de ligação em estrela e/ou triângulo, por meio de caixa de ligação com bornes adequados e devidamente identificados. A frequência de operação deverá ser de 60 Hz. O número de polos deverá ser compatível com aplicações industriais usuais 2, 4 ou 6 polos. O rendimento energético deverá atender, no mínimo, à classe de eficiência IE2, conforme regulamentação vigente, garantindo desempenho energético adequado. O fator de potência deverá ser compatível com motores dessa categoria. O regime de operação deverá ser contínuo (S1), com fator de serviço mínimo de 1,15. A classe de isolamento dos enrolamentos deverá ser, no mínimo, classe F, com elevação de temperatura compatível. O sistema de isolamento deverá garantir confiabilidade térmica durante operação contínua.

O grau de proteção deverá ser, no mínimo, IP54, conforme IEC 60529, assegurando proteção contra ingresso de poeira e respingos de água. O sistema de refrigeração deverá ser do tipo autoventilado, com ventilador acoplado ao eixo e carenagem de proteção.

A carcaça do motor deverá ser construída em material metálico, como alumínio ou ferro fundido, com resistência mecânica adequada para uso em ambiente laboratorial ou industrial leve. A forma construtiva deverá seguir padrões IEC, permitindo montagem com pés (B3).

O eixo deverá ser fabricado em aço, com chaveta e tolerâncias compatíveis com acoplamentos mecânicos usuais. Os rolamentos deverão ser do tipo de esferas, lubrificados, adequados à rotação nominal e às cargas previstas, garantindo vida útil compatível com a aplicação.

O motor deverá apresentar níveis de vibração e ruído dentro dos limites estabelecidos pelas normas aplicáveis. O sentido de rotação deverá ser reversível por inversão de fases. O equipamento deverá permitir operação com partida direta e ser compatível com acionamento por inversor de frequência, sem necessidade de adaptações.

A caixa de ligação deverá possuir grau de proteção compatível com o conjunto, com espaço adequado para conexões elétricas seguras. O motor deverá ser fornecido com placa de identificação fixada na carcaça, contendo, no mínimo, as seguintes informações: potência nominal, tensões de operação, corrente nominal, frequência, rotação nominal, fator de potência, rendimento, grau de proteção e classe de isolamento.

2 – O equipamento consiste em motor elétrico de indução trifásico, a potência nominal do motor deverá estar compreendida entre 3,0 kW e 5,0 kW, sendo adequada para acionamento de cargas com inércia moderada e variações de torque típicas de sistemas de compressão. O motor deverá operar em 380 V, com possibilidade de ligação em estrela e/ou triângulo, por meio de caixa de ligação com bornes devidamente identificados. A frequência de operação deverá ser de 60 Hz.

O número de polos deverá ser compatível com aplicações industriais usuais 2, 4 ou 6 polos. O conjugado de partida deverá ser compatível com a partida de cargas com inércia moderada, admitindo operação tanto em partida direta quanto por meio de inversor de frequência.

O rendimento energético deverá atender, no mínimo, à classe de eficiência IE2, conforme regulamentação vigente. O fator de potência deverá ser compatível com motores da mesma faixa de potência. O regime de operação deverá ser contínuo (S1), com fator de serviço mínimo de 1,15, permitindo operação segura sob condições de carga contínua e eventuais sobrecargas transitórias.

A classe de isolamento deverá ser, no mínimo, classe F, com elevação de temperatura compatível. O grau de proteção deverá ser, no mínimo, IP55, assegurando proteção contra poeira e jatos de água, conforme IEC 60529, tornando o equipamento adequado para ambientes industriais ou laboratoriais com presença de contaminantes leves.

O sistema de refrigeração deverá ser do tipo autoventilado, com ventilador acoplado ao eixo e proteção adequada. A carcaça deverá ser construída em material metálico, como alumínio ou ferro fundido, com resistência mecânica compatível com aplicações industriais. A forma construtiva deverá seguir padrões IEC, permitindo montagem com pés.

O eixo deverá ser em aço, com chaveta, compatível com acoplamentos mecânicos usuais, incluindo acoplamento direto ou por elementos intermediários. Os rolamentos deverão ser adequados à rotação nominal e às cargas radiais e axiais previstas, garantindo operação confiável e vida útil compatível com a aplicação.

O motor deverá apresentar níveis de vibração e ruído dentro dos limites estabelecidos pelas normas aplicáveis. O sentido de rotação deverá ser reversível por inversão de fases. O equipamento deverá ser compatível com operação por inversor de frequência, permitindo controle de velocidade e torque, sem necessidade de modificações estruturais.

A caixa de ligação deverá possuir grau de proteção compatível com o conjunto, permitindo conexões seguras e adequadas. O motor deverá possuir placa de identificação contendo, no mínimo, potência nominal, tensões, corrente, frequência, rotação nominal, fator de potência, rendimento, grau de proteção e classe de isolamento.

3 - O equipamento consiste em sensor de aceleração triaxial (acelerômetro), destinado à medição de aceleração em três eixos ortogonais (X, Y e Z), adequado para aplicações de aquisição de dados, monitoramento de vibração de baixa amplitude e experimentação em sistemas embarcados. O dispositivo deverá ser baseado em tecnologia MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems), com dimensões compactas e baixo consumo de energia.

A faixa de medição deverá ser configurável, abrangendo no mínimo os intervalos de ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g e ± 16 g, permitindo adaptação a diferentes níveis de aceleração e aplicações experimentais. A resolução do conversor analógico-digital interno deverá ser de, no mínimo, 10 bits, sendo desejável resolução superior para maior precisão nas medições.

O sensor deverá possuir interface de comunicação digital compatível com protocolos I2C e/ou SPI, permitindo integração com microcontroladores e sistemas embarcados. A taxa de amostragem deverá ser configurável, com valor mínimo de 100 Hz, possibilitando aquisição de sinais dinâmicos de baixa e média frequência.

A tensão de alimentação deverá ser compatível com sistemas embarcados típicos, operando em níveis de 3,3 V e/ou 5 V, com consumo de corrente reduzido. O sensor deverá possuir estabilidade térmica adequada, com variação limitada dos parâmetros de medição dentro da faixa de temperatura de operação.

A sensibilidade do sensor deverá ser compatível com a faixa de medição selecionada, com erro típico reduzido e repetibilidade adequada para aplicações experimentais. O dispositivo deverá permitir calibração por software e disponibilizar dados em formato digital estruturado.

O encapsulamento deverá ser adequado para montagem em placa de circuito impresso ou módulo integrado, com terminais ou conectores que permitam fácil integração em protótipos. O sensor deverá apresentar imunidade adequada a ruídos elétricos para operação em ambientes laboratoriais.

O equipamento deverá ser fornecido novo, sem uso, acompanhado de documentação técnica contendo especificações elétricas, mecânicas e de comunicação. Deverá ser compatível com plataformas de desenvolvimento usuais e apresentar conformidade com normas técnicas aplicáveis.

4 - O equipamento consiste em sensor de vibração destinado ao monitoramento de condição de sistemas mecânicos, adequado para medição de aceleração vibracional em aplicações de baixa e média complexidade. O sensor deverá ser baseado em tecnologia piezoelétrica, MEMS ou equivalente, capaz de fornecer resposta adequada para análise de vibração em equipamentos rotativos e sistemas experimentais.

A faixa de frequência de operação deverá abranger, no mínimo, de 10 Hz a 5 kHz, permitindo a detecção de componentes vibracionais típicas associadas a desalinhamento, desbalanceamento e falhas mecânicas iniciais. A faixa de medição deverá ser compatível com acelerações típicas de aplicações industriais leves, com sensibilidade definida em função da tecnologia empregada.

O sensor deverá possuir saída analógica proporcional ao nível de vibração medido, podendo ser em tensão ou corrente, compatível com sistemas de aquisição de dados e microcontroladores, admitindo-se também soluções equivalentes com condicionamento integrado. A sensibilidade deverá ser conhecida e estável, expressa em mV/g ou unidade equivalente, permitindo correlação entre sinal elétrico e grandeza física medida.

A alimentação elétrica deverá ser compatível com sistemas embarcados ou módulos de aquisição, podendo ser fornecida por fonte externa ou pelo próprio sistema de condicionamento. No caso de sensores do tipo IEPE ou equivalente funcional, deverá ser possível sua operação mediante condicionador apropriado, ou alternativamente, o sensor poderá incorporar eletrônica interna equivalente que permita saída diretamente utilizável.

O dispositivo deverá apresentar comportamento linear dentro da faixa de operação, com erro e ruído compatíveis com aplicações de monitoramento de condição em ambiente laboratorial. A construção deverá garantir robustez mecânica adequada, com encapsulamento que permita fixação em superfícies metálicas ou estruturas de ensaio, assegurando boa transmissão das vibrações.

O sensor deverá possuir tempo de resposta adequado para medições dinâmicas e estabilidade suficiente para aquisição contínua de dados. Deverá apresentar imunidade básica a interferências eletromagnéticas compatível com ambiente de laboratório.

O equipamento deverá ser fornecido novo, sem uso, acompanhado de documentação técnica contendo características elétricas, faixa de operação, sensibilidade e forma de conexão. Deverá ser compatível com sistemas de aquisição de dados utilizados em aplicações de monitoramento e análise de vibração.

5 - O equipamento consiste em sensor de temperatura baseado em termopar tipo K, acompanhado de módulo de condicionamento e conversão de sinal, adequado para aquisição de dados em sistemas embarcados e aplicações experimentais. O conjunto deverá permitir a medição de temperatura em ampla faixa, sendo a faixa mínima de operação compreendida entre -200 °C e +1000 °C, característica do termopar tipo K.

O módulo de condicionamento deverá realizar a amplificação do sinal de baixa amplitude proveniente do termopar, bem como a conversão analógico-digital, disponibilizando os dados em formato digital. Deverá possuir compensação de junta fria) integrada, garantindo maior precisão nas medições.

A resolução do sistema de medição deverá ser de, no mínimo, 0,25 °C, sendo desejável resolução superior. A precisão deverá ser compatível com aplicações de monitoramento térmico em ambiente laboratorial, considerando as limitações inerentes à tecnologia de termopares.

A comunicação com sistemas externos deverá ser realizada por meio de interface digital, preferencialmente SPI, admitindo-se protocolos equivalentes que garantam confiabilidade na transmissão dos dados. O dispositivo deverá ser compatível com microcontroladores e plataformas embarcadas usuais.

A alimentação elétrica deverá ser compatível com níveis típicos de sistemas embarcados, operando em 3,3 V e/ou 5 V. O módulo deverá apresentar estabilidade térmica e elétrica adequadas, com imunidade a ruídos compatível com medições de sinais de baixa amplitude.

O termopar deverá ser fornecido com elemento sensor apropriado, podendo ser do tipo encapsulado, com cabo flexível e isolamento compatível com a faixa de temperatura especificada. O comprimento do cabo deverá ser adequado para uso em bancada experimental, permitindo flexibilidade de instalação.

O conjunto deverá permitir integração com sistemas de aquisição de dados, sendo adequado para medições contínuas e experimentação em laboratório. O equipamento deverá ser fornecido novo, sem uso, acompanhado de documentação técnica contendo características de operação, conexões elétricas e orientações de uso.

6 - O equipamento consiste em sensor de temperatura por radiação infravermelha, do tipo sem contato, destinado à medição da temperatura superficial de objetos, sendo adequado para

aplicações em bancada experimental, monitoramento térmico e aquisição de dados em sistemas embarcados. O sensor deverá operar com base na detecção da radiação infravermelha emitida pelos corpos, sem necessidade de contato físico com a superfície medida.

A faixa de medição deverá abranger, no mínimo, temperaturas entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+380\text{ }^{\circ}\text{C}$, permitindo sua utilização em uma ampla variedade de aplicações térmicas. A precisão típica do sistema deverá ser igual ou inferior a $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou valor equivalente percentual, dentro da faixa operacional especificada.

O sensor deverá possuir campo de visão (Field of View – FOV) definido, com relação distância/ponto (D:S) compatível com medições de pequena e média escala, sendo recomendada relação mínima de 8:1 ou superior, de modo a garantir representatividade da área medida. Deverá ser especificado pelo fabricante o diâmetro do ponto de medição em função da distância.

A interface de comunicação deverá ser digital, preferencialmente por protocolo I2C, admitindo-se protocolos equivalentes, permitindo integração direta com microcontroladores e sistemas embarcados. O sensor deverá disponibilizar os dados de temperatura em formato digital, podendo incluir medição da temperatura ambiente interna para compensação térmica.

A resolução da medição deverá ser compatível com aplicações de monitoramento térmico, sendo recomendada resolução mínima de $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou equivalente. O tempo de resposta deverá ser adequado para medições dinâmicas, permitindo aquisição contínua de dados.

A alimentação elétrica deverá ser compatível com sistemas embarcados usuais, operando em níveis de $3,3\text{ V}$ e/ou 5 V . O sensor deverá apresentar estabilidade térmica adequada, com compensação interna para variações de temperatura ambiente, assegurando consistência nas medições.

O encapsulamento deverá ser adequado para montagem em placas ou módulos, permitindo fixação em estruturas experimentais. O dispositivo deverá apresentar imunidade compatível com ambientes laboratoriais, incluindo resistência básica a interferências eletromagnéticas.

O equipamento deverá ser fornecido novo, sem uso, acompanhado de documentação técnica contendo características de operação, parâmetros de medição, interface de comunicação e orientações de integração.

7 - O equipamento consiste em sensor de temperatura digital destinado à medição de temperatura em aplicações de monitoramento contínuo, aquisição de dados e sistemas embarcados. O sensor deverá operar com tecnologia de medição integrada, disponibilizando diretamente o valor de temperatura em formato digital, sem necessidade de circuitos externos de condicionamento analógico.

A faixa de medição deverá abranger, no mínimo, temperaturas entre $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, permitindo sua aplicação em ambientes laboratoriais e sistemas térmicos de baixa e média temperatura. A resolução da medição deverá ser configurável ou fixa, com no mínimo 9 bits e podendo atingir até 12 bits ou superior, permitindo ajuste entre velocidade de conversão e precisão.

A precisão típica deverá ser igual ou inferior a $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ na faixa de operação mais comum (tipicamente entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$), sendo admitidas variações fora dessa faixa conforme especificação do fabricante. O sensor deverá apresentar boa repetibilidade e estabilidade térmica ao longo do tempo, compatível com aplicações de monitoramento.

A comunicação deverá ser realizada por meio de protocolo digital, preferencialmente no padrão 1-Wire, admitindo-se protocolos equivalentes que permitam comunicação confiável com microcontroladores e sistemas embarcados. O dispositivo deverá permitir a conexão de múltiplos sensores em um mesmo barramento, quando aplicável, possibilitando expansão do sistema de medição.

A tensão de alimentação deverá ser compatível com sistemas embarcados usuais, tipicamente na faixa de 3,0 V a 5,5 V, podendo admitir operação em modo parasita quando suportado pelo dispositivo. O consumo de energia deverá ser reduzido, adequado para aplicações contínuas.

O tempo de conversão deverá ser compatível com a resolução configurada, permitindo medições periódicas com frequência adequada para monitoramento térmico. O sensor deverá apresentar imunidade a ruídos elétricos compatível com ambientes laboratoriais e sistemas de aquisição de dados.

O encapsulamento poderá ser do tipo integrado ou montado em sonda com cabo, devendo ser adequado para instalação em superfícies, imersão leve ou fixação em estruturas experimentais, conforme aplicação. O dispositivo deverá permitir fácil integração com plataformas de prototipagem e sistemas de aquisição.

O equipamento deverá ser fornecido novo, sem uso, acompanhado de documentação técnica contendo características elétricas, térmicas e de comunicação, além de orientações de integração e uso.

8 - O equipamento consiste em encoder incremental rotativo, destinado à medição de velocidade angular e posição relativa de eixos rotativos, adequado para aplicações em sistemas de aquisição de dados, controle e automação em bancada experimental. O dispositivo deverá operar com princípio incremental, fornecendo sinais digitais em quadratura (canais A e B), defasados eletricamente em 90°, permitindo a determinação do sentido de rotação e incremento de posição. A resolução do encoder deverá ser de, no mínimo, 100 pulsos por volta (PPR), sendo admitidas resoluções superiores, desde que mantida a compatibilidade com sistemas de leitura. O sinal de saída deverá ser do tipo digital, preferencialmente em padrão TTL ou equivalente, podendo incluir canal adicional de referência (index ou canal Z), quando disponível.

A tensão de alimentação deverá ser compatível com sistemas embarcados usuais, operando tipicamente em 5 V ou 3,3 V, com consumo de corrente adequado para integração com microcontroladores. A frequência máxima de operação deverá ser suficiente para medições dinâmicas, permitindo leitura confiável em rotações compatíveis com aplicações de bancada, sem perda de pulsos.

O encoder deverá apresentar boa repetibilidade e estabilidade, com erro angular compatível com sua resolução. O tempo de resposta deverá ser adequado para aquisição em tempo real, permitindo utilização em sistemas de controle e monitoramento.

O dispositivo poderá ser do tipo óptico ou magnético, devendo possuir robustez mecânica compatível com uso em ambiente laboratorial. A construção deverá permitir fixação segura ao eixo do sistema em teste, podendo incluir eixo próprio, furo passante ou sistema de acoplamento adequado.

O corpo do encoder deverá ser fabricado em material resistente, com proteção compatível com uso em ambiente interno. O sistema de conexão elétrica deverá ser realizado por meio de cabos, conectores ou terminais apropriados, garantindo integridade do sinal.

O equipamento deverá apresentar imunidade adequada a interferências eletromagnéticas, assegurando confiabilidade na transmissão dos sinais digitais. Deverá ser compatível com sistemas de aquisição de dados, CLPs e microcontroladores.

9 - O equipamento consiste em sensor óptico reflexivo, composto por emissor e receptor de radiação infravermelha integrados em um único encapsulamento, destinado à detecção de presença, proximidade ou variação de refletividade de superfícies, sendo adequado para aplicações em sistemas embarcados, contagem de eventos e experimentação em bancada.

O princípio de funcionamento deverá basear-se na emissão de radiação infravermelha pelo emissor e na detecção da luz refletida por um objeto ou superfície pelo receptor, permitindo identificar variações de presença ou movimento. O sensor deverá ser capaz de detectar superfícies com contraste adequado, como marcações claras e escuras, sendo aplicável em sistemas de leitura de rotação, encoders simples e contadores ópticos.

A tensão de alimentação deverá estar compreendida entre 3,3 V e 5 V, sendo compatível com microcontroladores e plataformas de prototipagem. O tempo de resposta deverá ser inferior a 1 ms, permitindo operação em aplicações dinâmicas com detecção rápida de eventos.

A saída do sensor deverá ser compatível com sistemas digitais e/ou analógicos, podendo fornecer sinal binário (alto/baixo) ou variação analógica proporcional à intensidade refletida, admitindo-se a necessidade de condicionamento externo simples, quando aplicável. O nível de saída deverá ser compatível com lógica TTL ou equivalente.

A distância de detecção deverá ser compatível com sensores reflexivos de curto alcance, tipicamente na faixa de milímetros a poucos centímetros, dependendo da refletividade da superfície alvo. O sensor deverá apresentar sensibilidade adequada para discriminação entre diferentes níveis de reflexão.

O encapsulamento deverá ser compacto, permitindo montagem em placas de circuito impresso ou integração em módulos, com terminais ou pinos adequados para conexão elétrica. O dispositivo deverá apresentar baixo consumo de energia e estabilidade suficiente para operação contínua.

10 - O equipamento consiste em sensor baseado no efeito Hall, destinado à detecção de campo magnético e variações associadas, sendo adequado para aplicações como medição de rotação, detecção de proximidade magnética e monitoramento de posição em sistemas embarcados e bancadas experimentais. O sensor deverá operar com base na variação de tensão gerada pela presença de campo magnético perpendicular ao elemento sensor.

O dispositivo deverá ser capaz de detectar campos magnéticos provenientes de ímãs permanentes ou elementos magnetizados, com sensibilidade compatível com aplicações de baixa e média intensidade de campo. A faixa de operação deverá permitir a detecção confiável de variações de campo magnético em distâncias reduzidas, típicas de sistemas de rotação e posicionamento.

A saída do sensor poderá ser do tipo digital (comutação liga/desliga) ou analógica proporcional ao campo magnético detectado, devendo ser compatível com sistemas de aquisição de dados e microcontroladores. No caso de saída digital, o sensor deverá apresentar histerese adequada para evitar comutação indevida por ruído. Os níveis de saída deverão ser compatíveis com lógica TTL ou equivalente.

A tensão de alimentação deverá estar compreendida entre 3,3 V e 5 V, com consumo de corrente compatível com aplicações em sistemas embarcados. O tempo de resposta deverá ser adequado para medições dinâmicas, permitindo sua utilização em sistemas de medição de rotação com frequências compatíveis com aplicações laboratoriais, sem perda de eventos.

O sensor deverá apresentar boa estabilidade térmica e repetibilidade, com comportamento previsível dentro da faixa de temperatura de operação. Deverá possuir imunidade básica a interferências eletromagnéticas, garantindo confiabilidade em ambiente de laboratório.

O encapsulamento poderá ser do tipo integrado ou montado em módulo, devendo permitir fácil integração em circuitos eletrônicos e sistemas de prototipagem. O dispositivo deverá possibilitar fixação adequada próxima ao elemento magnético a ser monitorado.

11 - O equipamento consiste em sensor de corrente elétrica baseado no efeito Hall, destinado à medição de corrente contínua e/ou alternada em circuitos elétricos, sendo adequado para

aplicações em sistemas embarcados, monitoramento de consumo e aquisição de dados em bancada experimental. O princípio de funcionamento deverá basear-se na detecção do campo magnético gerado pela passagem de corrente elétrica em um condutor, permitindo medição indireta sem contato elétrico direto com o circuito de potência.

A faixa de medição deverá abranger, no mínimo, correntes entre ± 5 A e ± 30 A, admitindo-se sensores com diferentes escalas dentro desse intervalo, desde que compatíveis com as aplicações propostas. O sensor deverá permitir medição bidirecional, possibilitando a detecção de correntes nos dois sentidos.

A saída do sensor deverá ser analógica, proporcional à corrente medida, com nível de tensão compatível com sistemas de aquisição e microcontroladores, tipicamente centrado em uma tensão de referência (offset) correspondente à corrente nula. A sensibilidade deverá ser adequada à faixa de medição, permitindo resolução compatível com aplicações experimentais.

O sensor deverá garantir isolamento galvânico entre o circuito de potência e o circuito de medição, assegurando proteção elétrica ao sistema de aquisição e aos operadores. A linearidade deverá ser compatível com aplicações de monitoramento, com erro típico reduzido dentro da faixa de operação.

A tensão de alimentação deverá ser compatível com sistemas embarcados, operando tipicamente entre 3,3 V e 5 V, com consumo de corrente adequado. O sensor deverá apresentar tempo de resposta suficiente para medições dinâmicas, permitindo a detecção de variações rápidas de corrente.

A largura de banda do sensor deverá ser compatível com a medição de sinais AC de baixa frequência e variações transitórias típicas de aplicações laboratoriais. O dispositivo deverá apresentar estabilidade térmica adequada, com variação limitada dos parâmetros de medição em função da temperatura ambiente.

O encapsulamento poderá ser do tipo integrado ou em módulo com terminais ou barras condutoras, permitindo a inserção do condutor de corrente no sensor de forma segura. O dispositivo deverá possibilitar fácil integração em circuitos e bancadas experimentais.

12 - O equipamento consiste em sensor eletrônico para medição simultânea de corrente e tensão em circuitos elétricos de baixa potência, com conversão analógico-digital integrada e interface de comunicação digital, sendo adequado para aplicações em sistemas embarcados, monitoramento energético e aquisição de dados em bancada experimental.

O dispositivo deverá ser capaz de medir tensão contínua em faixa mínima de 0 a 26 V, ou superior, e corrente elétrica contínua em faixa mínima de até 3,2 A, ou superior, permitindo a determinação de grandezas derivadas, como potência elétrica. A medição de corrente deverá ser realizada por meio de resistor de shunt interno ou externo, devidamente integrado ao sistema de medição.

A resolução do conversor analógico-digital deverá ser de, no mínimo, 12 bits, garantindo nível adequado de detalhamento para aplicações de monitoramento e análise. A precisão e linearidade deverão ser compatíveis com aplicações laboratoriais e de ensino, com erro típico reduzido dentro da faixa de operação.

A comunicação com sistemas externos deverá ser realizada por meio de interface digital, preferencialmente I2C, admitindo-se protocolos equivalentes, permitindo integração com microcontroladores, computadores embarcados e sistemas de aquisição de dados. O dispositivo deverá suportar endereçamento em barramento, possibilitando a utilização de múltiplos sensores no mesmo sistema.

A tensão de alimentação deverá ser compatível com sistemas embarcados, operando tipicamente em 3,3 V e/ou 5 V, com baixo consumo de corrente. O sensor deverá apresentar tempo de resposta adequado para medições contínuas e monitoramento em tempo real.

O dispositivo deverá possuir estabilidade térmica adequada, com compensação interna ou características construtivas que minimizem a influência da temperatura nas medições. Deverá apresentar imunidade compatível com ambientes laboratoriais, com resistência básica a interferências eletromagnéticas.

O encapsulamento deverá ser adequado para integração em placas de circuito impresso ou módulos de prototipagem, com terminais ou conectores que permitam fácil instalação. O sensor deverá ser compatível com sistemas de aquisição de dados e plataformas de desenvolvimento usuais.

13 - O equipamento consiste em módulo microcontrolador de arquitetura de 32 bits, destinado a aplicações de aquisição de dados, controle, comunicação e desenvolvimento de sistemas embarcados. O dispositivo deverá integrar unidade de processamento com frequência mínima de 160 MHz, podendo possuir múltiplos núcleos ou arquitetura equivalente, garantindo capacidade de processamento compatível com aplicações de IoT, automação e instrumentação.

O módulo deverá possuir conectividade sem fio integrada, incluindo comunicação Wi-Fi (IEEE 802.11 b/g/n ou equivalente) e Bluetooth (clássico e/ou BLE), permitindo transmissão de dados, integração com redes e comunicação com dispositivos externos. As interfaces de comunicação deverão incluir, no mínimo, UART, SPI e I2C, além de conversores analógico-digitais (ADC) integrados, possibilitando aquisição de sinais analógicos.

O dispositivo deverá operar com tensão de alimentação nominal de 3,3 V, sendo compatível com sistemas embarcados e plataformas de prototipagem. O número de pinos de entrada e saída (GPIO) deverá ser suficiente para aplicações de controle e aquisição de dados, permitindo configuração como entradas digitais, saídas digitais e funções multiplexadas.

O módulo deverá possuir memória interna para armazenamento de programa e dados, podendo incluir memória flash e RAM integradas, com capacidade compatível com aplicações embarcadas. Deverá suportar atualização de firmware e comunicação com computadores por meio de interface serial ou USB, direta ou por conversor integrado.

O dispositivo deverá ser compatível com ambientes de desenvolvimento amplamente utilizados, permitindo programação em linguagens de alto nível e/ou baixo nível, tais como C/C++, Python embarcado ou equivalentes, bem como integração com frameworks e bibliotecas para comunicação e aquisição de dados.

O módulo deverá apresentar baixo consumo de energia, com modos de operação que permitam otimização energética, quando aplicável. Deverá possuir estabilidade de operação e imunidade adequada a interferências eletromagnéticas, compatível com uso em ambiente laboratorial.

O encapsulamento deverá ser do tipo módulo integrado, com conectores ou pinos que permitam montagem em placas de prototipagem, breadboards ou circuitos impressos.

14 - O equipamento consiste em computador de placa única (Single Board Computer – SBC), destinado a aplicações embarcadas, processamento de dados, integração com sensores e desenvolvimento de sistemas computacionais em ambiente laboratorial. O dispositivo deverá possuir arquitetura compacta, com todos os componentes principais integrados em uma única placa, permitindo fácil integração em projetos de automação, aquisição de dados e computação embarcada.

O processador deverá ser do tipo multicore, com no mínimo quatro núcleos e frequência de operação igual ou superior a 2,0 GHz, ou desempenho equivalente, garantindo capacidade adequada para execução de sistemas operacionais e aplicações simultâneas. A memória RAM deverá ser de, no mínimo, 4 GB, permitindo operação estável em aplicações multitarefa.

O equipamento deverá possuir interfaces de comunicação suficientes para integração com dispositivos externos, incluindo, no mínimo, portas USB para conexão de periféricos, saída de vídeo digital (HDMI ou equivalente) para interface com monitores, interface de rede Ethernet e conectividade sem fio integrada (Wi-Fi), permitindo operação em rede local e acesso remoto. Deverá também possuir interface de entrada/saída de uso geral (GPIO), permitindo comunicação direta com sensores e atuadores.

O sistema deverá suportar armazenamento de dados por meio de memória removível, como cartão microSD ou dispositivo equivalente, permitindo instalação e execução de sistema operacional e aplicações. O equipamento deverá ser compatível com sistemas operacionais baseados em Linux, suportando distribuições amplamente utilizadas em aplicações embarcadas e educacionais.

A alimentação elétrica deverá ser compatível com fontes de baixa tensão contínua, tipicamente 5 V, com consumo adequado ao porte do equipamento. O dispositivo deverá apresentar estabilidade operacional e ser capaz de operar continuamente em ambiente laboratorial.

O equipamento deverá permitir a execução de aplicações em linguagens de programação de alto nível, bem como integração com bibliotecas e frameworks para aquisição de dados, processamento e comunicação. Deverá possibilitar acesso remoto, via rede, para configuração e operação.

O formato físico deverá ser compatível com padrões de mercado para placas embarcadas, permitindo fixação em suportes e integração em sistemas maiores. O dispositivo deverá possuir conectores adequados para fácil acesso às interfaces disponíveis.

15 - O equipamento consiste em máquina de usinagem CNC, com controle numérico computadorizado, destinada a operações de prototipagem, usinagem leve e desenvolvimento de componentes em ambiente laboratorial. O sistema deverá possuir, no mínimo, três eixos controlados (X, Y e Z), com movimentação coordenada e interpolação adequada para execução de trajetórias bidimensionais e tridimensionais.

A área útil de trabalho deverá ser de, no mínimo, 200 mm no eixo X e 300 mm no eixo Y, com curso compatível no eixo Z para operações de usinagem leve. A estrutura mecânica deverá ser construída em alumínio, aço ou material equivalente, garantindo rigidez suficiente para minimizar vibrações e deformações durante a operação, compatível com a precisão especificada. O sistema de acionamento dos eixos deverá ser composto por motores elétricos (de passo ou servomotores) com controle eletrônico adequado, utilizando fusos, guias lineares ou sistemas equivalentes que assegurem movimento preciso e repetível. A precisão de posicionamento deverá ser igual ou inferior a 0,1 mm, com repetibilidade compatível com aplicações de prototipagem e fabricação de peças técnicas.

O spindle deverá possuir potência nominal mínima de 500 W, com rotação compatível com usinagem de materiais como polímeros, madeira, compósitos e metais leves. O sistema deverá permitir controle de velocidade do spindle, seja por controle interno ou interface com o sistema de comando.

O equipamento deverá ser controlado por meio de software compatível com linguagem G-code padrão, permitindo importação de arquivos gerados por softwares CAD/CAM. A interface de comunicação com o sistema de controle deverá ser realizada por meio de conexão USB, Ethernet ou equivalente, possibilitando integração com computadores externos.

O sistema deverá permitir configuração de parâmetros de usinagem, incluindo velocidades de avanço, aceleração e profundidade de corte. Deverá possuir sistema de referência (homing) e possibilidade de definição de origem de trabalho.

A alimentação elétrica deverá ser compatível com redes monofásicas de baixa tensão 220 V, com sistema de acionamento e controle integrado. O equipamento deverá possuir dispositivos básicos de segurança, como parada de emergência e proteção das partes móveis, quando aplicável.

O conjunto deverá ser adequado para uso em ambiente laboratorial, com dimensões compactas e facilidade de instalação. O equipamento deverá permitir fixação de peças na mesa de trabalho por meio de dispositivos mecânicos apropriados. O equipamento deverá ser fornecido com conjunto inicial de ferramentas de corte (mínimo de 10 unidades) compatíveis com o spindle e com as aplicações previstas, permitindo operação imediata do sistema. O conjunto deverá incluir, no mínimo, fresas adequadas para usinagem de materiais como madeira, polímeros e metais leves. As ferramentas deverão possuir hastes compatíveis com o sistema de fixação do spindle (pinça ou mandril), com diâmetros compatíveis com padrões usuais de mercado. O conjunto deverá contemplar diferentes geometrias de corte, incluindo ao menos ferramentas para desbaste e acabamento, com dimensões adequadas para a área útil da máquina.

As ferramentas deverão ser fabricadas em material apropriado para usinagem, como aço rápido (HSS), metal duro (carbeto) ou equivalente, garantindo resistência ao desgaste e desempenho compatível com aplicações de prototipagem e usinagem leve.

Deverá ser assegurada compatibilidade entre as ferramentas fornecidas e o equipamento, incluindo sistema de fixação, rotação do spindle e condições operacionais recomendadas. O conjunto deverá ser suficiente para realização de operações básicas de usinagem sem necessidade de aquisição adicional imediata.

16 - O equipamento deverá consistir em kit didático para automação e controle de processos, destinado à demonstração prática, ensino e experimentação de conceitos relacionados à automação industrial, aquisição de dados, sistemas ciberfísicos e aplicações associadas à Indústria 4.0. O conjunto deverá ser composto por módulos integrados que permitam simular processos industriais de forma didática e interativa.

O kit deverá incluir, no mínimo, sensores para aquisição de dados físicos, atuadores para execução de comandos e unidade de controle programável, permitindo a implementação de lógicas de automação e controle. Os sensores deverão ser capazes de detectar variáveis como presença, posição, temperatura ou outras grandezas relevantes, enquanto os atuadores deverão possibilitar ações como movimentação, acionamento elétrico ou resposta mecânica.

O sistema deverá possuir módulo de aquisição e processamento de dados, permitindo leitura dos sinais dos sensores, execução de algoritmos de controle e envio de comandos aos atuadores. A interface de programação deverá ser compatível com linguagens de alto nível ou ambientes gráficos, possibilitando o desenvolvimento de aplicações por usuários em nível educacional e técnico.

O kit deverá permitir a simulação de processos industriais típicos, como classificação, inspeção, controle de qualidade, transporte ou montagem, podendo incluir elementos mecânicos, estruturas modulares e componentes móveis. Deverá possibilitar integração entre sensores, atuadores e sistema de controle, permitindo demonstração de fluxos de decisão baseados em dados.

O sistema deverá possuir interface de comunicação que permita integração com computadores ou redes, podendo incluir conectividade via USB, Ethernet, Wi-Fi ou equivalente. Deverá permitir visualização de dados, monitoramento do processo e interação com o sistema.

O conjunto deverá ser modular, permitindo montagem, desmontagem e reconfiguração, favorecendo diferentes cenários de uso e experimentação. Deverá ser adequado para uso em ambiente educacional e laboratorial, com construção robusta e segura. O equipamento deverá ser compatível com conceitos de Indústria 4.0, permitindo integração com sistemas digitais, coleta de dados e simulação de processos inteligentes, ainda que em escala didática.

O kit deverá ser fornecido completo, contendo todos os componentes necessários para sua operação, incluindo módulos, conexões, fonte de alimentação monofásica 220 V e eventuais softwares ou licenças necessárias. O equipamento deverá ser novo, sem uso, acompanhado de documentação técnica e material de apoio, incluindo manuais e orientações para instalação, configuração e uso

1.4 Requisitos adicionais e conformidade

Considerando a diversidade e a independência funcional dos equipamentos e componentes previstos neste Termo de Referência, os itens foram especificados de forma individualizada, com base em padrões técnicos amplamente difundidos no mercado, não sendo exigido fornecimento por fabricante único ou compatibilidade proprietária entre itens distintos, salvo quando expressamente previsto nas especificações técnicas. Nesse contexto, a diversidade dos equipamentos favorece a adoção do critério de julgamento por menor preço por item, sem prejuízo à utilização dos bens para as finalidades previstas.

Os equipamentos deverão ser novos, sem uso, em linha de produção vigente na data do fornecimento, compatíveis com as normas técnicas aplicáveis e fornecidos com toda a documentação técnica necessária à sua instalação, configuração, operação e manutenção.

Os manuais de instalação, operação, configuração e manutenção deverão ser disponibilizados em língua portuguesa, admitindo-se documentação originalmente elaborada em português ou acompanhada de tradução para o português fornecida pelo fabricante, representante ou fornecedor.

Considerando a natureza dos equipamentos, sugerimos a apresentação de catálogo, ficha técnica ou documentação equivalente para todos os itens do projeto. Especificamente os itens 1, 2, 13, 14, 15 e 16 de maior complexidade tecnológica ou cujo atendimento às especificações demanda comprovação documental, torna-se indispensável catálogo/ficha técnica.

Para os demais itens, constituídos predominantemente por sensores, módulos eletrônicos e componentes padronizados de mercado, entendemos que poderá ser aceita documentação equivalente (datasheets eletrônicos), preservando a competitividade do certame sem prejuízo à adequada caracterização técnica dos produtos ofertados.

As características descritas nas especificações técnicas representam **requisitos mínimos**

obrigatórios, sendo admitida a oferta de modelos com desempenho, capacidade ou funcionalidades superiores, desde que mantidas a plena compatibilidade técnica e o atendimento integral às finalidades previstas neste Termo de Referência.

2. MODELO DE EXECUÇÃO DO CONTRATO

2.1 Prazo de entrega:

Até 60 (sessenta) dias contados da assinatura do contrato.

Parágrafo único. Mediante justificativa formal apresentada antes do término do prazo, poderá ser solicitada prorrogação, a critério da área demandante, desde que não haja prejuízo à Instituição.

2.2 Do local e Horário de Entrega

2.2.1 Os equipamentos deverão ser entregues no seguinte endereço: Setor de Almoxarifado da Unoesc, **localizado na Rua Getúlio Vargas, nº 2125, Bairro Flor da Serra, Joaçaba/SC, 89.600-000, em horário comercial de segunda à sexta-feira.**

2.3 Condições de recebimento:

2.3.1 Os equipamentos serão recebidos:

2.3.1.1 Mediante verificação física e funcional;

2.3.1.2 Equipamentos em desacordo com o Edital e Termo de Referência deverão ser substituídos em até 30 (trinta) dias úteis, sem ônus Adicional.

3. DO CONTRATO

3.1 Será firmado CONTRATO com a(s) Licitante(s) vencedora(s) com base nos dispositivos do Regulamento de Contratações de Compras, Serviços, Obras, Aliações e Locações da Funoesc.

4. DA GARANTIA E DAS CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO E ASSITÊNCIA TÉCNICA

4.1 Garantia mínima de **01 (um) ano**, podendo ser realizado até 7 dias úteis após abertura

do chamado;

4.2 Atendimento realizado pelo fabricante ou por assistência técnica autorizada; Abertura de chamados via telefone 0800, portal web ou WhatsApp;

4.3 Substituição de peças defeituosas sem ônus ao contratante, exceto nos casos de mau uso comprovado;

5. DAS OBRIGAÇÕES DAS PARTES

5.1 Da Contratada:

5.1.1 Entregar produtos novos, em embalagem original, com todos os acessórios;

5.1.2 Cumprir os prazos de entrega e garantia estabelecidos neste Termo;

5.2 Da Contratante

5.2.1 Proporcionar as condições necessárias para o recebimento dos equipamentos;

5.2.2 Acompanhar e fiscalizar a execução do contrato.

6. DA ESTIMATIVA DE PREÇOS

6.1 O valor total estimado de referência desta licitação é de **R\$ 36.688,14** (trinta e seis mil seiscientos e oitenta e oito reais e quatorze centavos.), destinados **à aquisição de equipamentos para implantação de laboratório**, conforme condições, quantidades e exigências estabelecidas neste instrumento.

Nota: o valor é oriundo do Termo de Fomento nº 984387/2025, celebrado com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

7. DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

7.1 Demais condições constam no **EDITAL** e seus anexos.

7.1.1 Os equipamentos deverão ser novos, produzidos em linha corporativa vigente, não sendo aceito produto remanufaturado, recondicionado ou fora de linha.

7.1.2 Todos os requisitos mínimos deverão ser atendidos. Modelos com especificações superiores serão aceitos, desde que mantida a compatibilidade com as normas e requisitos estabelecidos neste Termo.

Joaçaba/SC, 20 de julho de 2026.

Responsável Técnico: Lucas Fernando Fabro

Cargo: Professor e Pesquisador da Área das Ciências Exatas e Tecnológicas