



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE ARAXÁ**

**JÚLIO CESAR ALVES JÚNIOR**

**A IMPORTÂNCIA DA LEITURA E DA INTERPRETAÇÃO DE  
DESENHO TÉCNICO PARA OS ALUNOS DE ENGENHARIA DE  
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DO CEFET-MG / CAMPUS ARAXÁ**

**ARAXÁ/MG  
2016**

**JÚLIO CESAR ALVES JÚNIOR**

**A IMPORTÂNCIA DA LEITURA E DA INTERPRETAÇÃO DE  
DESENHO TÉCNICO PARA OS ALUNOS DE ENGENHARIA DE  
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DO CEFET-MG / CAMPUS ARAXÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Automação Industrial, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof.Me.Renato Montandon de Lima  
Coorientador: Prof. Guilherme Henrique Rosa

**ARAXÁ/MG  
2016**

## **ATA DE APROVAÇÃO**

JÚLIO CESAR ALVES JÚNIOR

### **A IMPORTÂNCIA DA LEITURA E DA INTERPRETAÇÃO DE DESENHO TÉCNICO PARA OS ALUNOS DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DO CEFET-MG / CAMPUS ARAXÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Automação Industrial, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Araxá, 29 de Junho de 2016.

---

Presidente e Orientador: Prof. Me. RENATO MONTANDON DE LIMA  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG / Campus  
Araxá

---

Coorientador: Prof. GUILHERME HENRIQUE ROSA  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG / Campus  
Araxá

---

Membro Titular: Prof. Dr. ALMIR KAZUO KAMINIZE  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG / Campus  
Araxá

---

Membro Titular: Profa. Dra. JALMIRA REGINA FIÚZA DE SOUSA  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG / Campus  
Araxá

**DEDICO ESTE TRABALHO**

*Àqueles que acreditaram em mim quando nem eu mesmo o fazia,*

*Aos meus avós Hilda, Sebastião, Lázara e Vicente,*

*Aos meus pais Célia e Júlio,*

*À minha namorada Ana Flávia.*

## **AGRADECIMENTOS**

Sei que se até aqui cheguei, foi porque nunca me faltaram apoio e incentivos para prosseguir.

Agradeço a Deus e Sua insistência em se fazer presente em todos os momentos da minha vida, mesmo quando eu não O convidava a participar. Agradeço por cada pessoa que, sabiamente, colocou em meu caminho.

Agradeço aos meus avós Hilda, Lázara, Sebastião e Vicente, por terem me proporcionado toda a base para meus estudos. Deus nos colocou juntos nesta trajetória e agradeço à Ele por isso. Não poderia ser melhor e tão perfeito.

Agradeço aos meus pais, Célia e Júlio, meus presentes de Deus, pela total confiança em mim depositada, por todos os sacrifícios e renúncias que fizeram para que eu chegasse aqui. Obrigado pelo carinho, amor, compreensão, paciência e preocupação ilimitados.

Agradeço ao meu irmão Hitalo pelas palavras de força, pela paciência a mim dispensada durante meus momentos de desespero.

Agradeço aos meus irmãos Higor e Pedro Augusto pela compreensão nos momentos em que eu faltei quando todos estavam ao seu lado, para que enfim este trabalho pudesse estar completo.

Agradeço a minha namorada Ana Flávia, que me impulsionou durante todo o trabalho, mesmo estando longe. Obrigado pelas palavras certas, nos momentos certos, ainda que eu não as quisesse ouvir; obrigado pelo reconhecimento dos meus esforços; este trabalho também é seu.

Agradeço a minha prima Leidiane pelas boas conversas que me aliviaram nos momentos mais angustiosos.

Agradeço aos meus amigos e companheiros de curso Denis, Hugo, Jordane, Maria Cecilia e Raylla pelo companheirismo. Por compartilhar os mesmos medos e, por esse motivo, eles parecerem menores. Obrigado pela honra de suas companhias durante essa caminhada, por nos identificarmos nos momentos de “ir à luta”, mas de nos permitir algum divertimento a fim de aliviar as tensões para depois nos culparmos por irresponsabilidade. Quando se tem amigos, até as falhas são mais aceitáveis.

Agradeço a todos os meus colegas de trabalho, em especial, Vinicius André Silva, que esclareceu todas minhas dúvidas a respeito da importância do desenho/projeto na indústria.

Agradeço ao meu orientador e coorientador, Renato Montandon de Lima e Guilherme Henrique Rosa, que tão gentilmente aceitaram me orientar. Agradeço por me transmitir calma quando na minha cabeça imperava o caos, e a ideia de que tudo dependia de mim sem causar pânico. Obrigado por me ajudarem a transformar ideias em palavras, e as palavras, neste trabalho. Obrigado por essa habilidade monstruosa de transmitir conhecimento; professores como vocês são de uma qualidade ímpar. Agradeço à professora Érica que me auxiliou na redação do trabalho dentro da norma culta e na adequação às exigências acadêmicas.

Agradeço ao Diretor, Prof. Dr. Henrique José Avelar, pela flexibilidade, compreensão e ajuda sempre que necessárias, com o objetivo inegável de ajudar a todos.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Sinto-me grato e vitorioso e a culpa é toda de vocês.

*“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.*

*Theodore Roosevelt*

## RESUMO

O presente trabalho, tem como objetivo evidenciar a importância da leitura e da interpretação de desenho técnico das áreas atuadas pelo Engenheiro de Automação Industrial do CEFET-MG / Unidade Araxá. Esse objetivo é essencial por propiciar a formação adequada de profissionais capacitados para atuar no competitivo mercado de trabalho. Também intenta-se salientar o quadro de carência que os discentes, dessa instituição, possuem em desenho, tendo como principal consequência a baixa carga horária de tal disciplina. Por fim, sugere-se um tempo maior dedicado a tal disciplina, ou mesmo adição de optativas, a fim de suprir tal necessidade, melhorar o ensino da instituição e, conseqüentemente, formar profissionais mais capacitados.

**Palavras-chave:** Desenho Técnico. Leitura e Interpretação de Desenho. Aluno de Engenharia de Automação Industrial.

## ABSTRACT

This work aims to show the importance of reading and technical drawing interpretation of the areas acted upon by the Industrial Automation Engineer CEFET- MG / Araxá unit. This goal is essential for providing appropriate training for qualified professionals to work in the competitive labor market It also intends to stress the lack of framework that students , this institution have in design , the main consequence of the low workload of such discipline . Finally , it is suggested that a larger time devoted to this subject, or addition of optional in order to meet such a need to improve the education institution and hence form more specialized professionals.

**Key Words:** Technical drawing. Reading and Drawing Interpretation. Industrial Automation Engineering Student.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Exemplo de peça - AutoCAD - Eixo de Acionamento Motor .....	16
Figura 2 - Exemplo de desenho livre - Sobrado feito à mão livre.....	19
Figura 3 - Exemplo de desenho técnico - Parafuso Hexagonal.....	20
Figura 4: Projeção Ortogonal de figura plana.....	21
Figura 5: Peça em Perspectiva e Vistas.....	22
Figura 6: Perspectiva do prisma retangular e a sua Projeção Ortogonal.....	23
Figura 7: Rebatimentos e Épura de apoio.....	24
Figura 8 - Arestas Ocultas .....	24
Figura 9 - Objeto sentido normal.....	25
Figura 10 - Objeto sentido Invertido .....	25
Figura 11 - Diagrama Funcional Elétrico .....	26
Figura 12: Diagrama Multifilar Elétrico .....	27
Figura 13: Diagrama Unifilar Elétrico .....	27
Figura 14: Diagrama Trifilar Elétrico.....	28
Figura 15: Diagrama P&I Simplificado .....	29
Figura 16: Diagrama P&I Conceitual.....	30
Figura 17: Diagrama P&I Detalhado.....	31
Gráfico 18: Desempenho Geral por Disciplina. ....	37
Gráfico 19: Desempenho por Período e Disciplina.....	38
Gráfico 20: Desempenho por Turma.....	39
Gráfico 21: Desempenho 1º Período. ....	40
Gráfico 22: Desempenho 5º Período. ....	41
Gráfico 23: Desempenho 11º Período. ....	42
Gráfico 24: Desempenho Com/Sem curso técnico.....	43

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1: Letras de Identificação Fonte: ANSI/ISA-S5.1 (1984) .....	32
Tabela 2: Questionário Gestores .....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AUT	Automação
CAD	Desenho Assistido por Computador
CIV	Civil
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
ELE	Elétrica
FIC	Controlador Indicador de Fluxo
INS	Instrumentação
ISA	Sociedade Internacional de Automação
JIC	Controlador Indicador de Potência
LC	Controlador de Nível
MEC	Mecânica
NBR	Norma Brasileira
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
WDX	Difencial de Peso
WIX	Indicador de Peso

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
2.1 Desenho Técnico e Desenho Artístico .....	19
2.1.1 Desenho técnico: modos de representação.....	20
2.2 Desenho Mecânico.....	22
2.3 Desenho Elétrico .....	25
2.4 Desenho/Diagrama de Instrumentação .....	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO GESTORES .....	46
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DISCENTES.....	48

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de um curso de Engenharia de Automação é uma tendência já há algum tempo. Com as transformações geradas pela Revolução Industrial, um processo produtivo automatizado tornou-se essencial para um melhor desempenho das indústrias, evidenciando a necessidade de tal engenheiro.

Conforme as técnicas de automação avançavam, surgiram máquinas complexas como navios, tanques e aviões no período entre guerras, já na segunda grande guerra, surgem o primeiro computador (ENIAC), possibilitando, assim, o armazenamento/processamento de dados. Com o aprimoramento desses controladores, passou-se a utilizar a realimentação em sistemas de controle, e é nesse momento que se surgem os cursos de Engenharia de Automação Industrial ou de Engenharia de Controle e Automação. Tal tecnologia de controle gera um aumento na competitividade das indústrias, e a automação faz com que o produto final seja feito com maior velocidade e melhor qualidade.

Nesse contexto, o curso de Engenharia de Automação busca formar um profissional que faça uso de conceitos e técnicas de engenharia, computação e afins, para assim solucionar problemas de automação e de processos industriais usando meios e ferramentas de controle e automação. O egresso desse curso deverá ser capaz de criar soluções para a automação dos mais diversos processos industriais; deverá também ser capaz de atuar nas áreas de manutenção, supervisão e projetos.

O desenho, ou melhor dizendo, a geometria descritiva, surge frente a dificuldade que os homens pré-históricos tinham na execução de obras. Empreendimentos e construções eram erguidas com materiais e pedras trabalhadas manualmente por artesãos uma a uma, até que essas tivessem condições de equilíbrio para seu assentamento. Há relatos de que os propulsores a trabalhar com desenho técnico e com projeções, visando a diminuição de perdas e uma melhor facilidade de construção, fora os egípcios, seguidos pelo povo da Grécia; esses últimos criaram notáveis edificações como possível se perceber na cidade de Atenas. Após algum tempo, o povo grego foi subjugado pelo Império Romano, que absorveu parte de sua “tecnologia” no quesito projetos e desenhos.

Já no século XVIII, com o avanço do exército de Napoleão Bonaparte por grande parte da Europa, a França absorveu os saberes de gregos e italianos no ramo

de desenhos e projeções. O matemático Gaspar Monge, então Ministro Industrial Francês, com posse de tais técnicas, fez uma substancial melhoria e avanço, assim, essas técnicas passaram a ser tratadas de uma maneira inédita até então, chamando-as de geometria descritiva e, com ela, surge o desenho técnico. Após esses acontecimentos, a França passa a ocupar posição de destaque mundialmente, devido a inúmeros inventos tecnológicos criados com o auxílio do desenho na sua região de domínio e ao desenvolvimento industrial acentuado, como poucos países Europeus tiveram. A partir de então, a geometria descritiva passou a ser estudada de uma maneira especial por diversos matemáticos do mundo, o que fez com que essa tecnologia se espalhasse por todas as regiões da terra. Conforme pondera Bachmann:

O início do desenho técnico deve remontar aos tempos primitivos, pois os grandes monumentos da Antiguidade já se baseavam em projetos cuidadosamente traçados. Na idade Média, as Escolas Monásticas eram os centros onde se cultivava o desenho técnico, se bem que também se confeccionassem desenhos nas associações e se executassem outras realizações, de maior importância, nas lojas maçônicas. Mas o desenho técnico somente recebeu realmente seu grande impulso com o desenvolvimento alcançado pela indústria nos tempos da revolução industrial. (BACHMANN, 1980, p. 2).

O desenho/projeto surge sendo um detalhamento da geometria descritiva. Segundo Monge (1794), essa técnica consiste em “representar com exatidão, sobre desenhos que só tem duas dimensões, os objetos que na realidade têm três e que são susceptíveis de uma definição rigorosa” (TATON, 1960, p.32), ou seja, a representação fidedigna de objetos tridimensional no plano bidimensional. Nessa medida, o desenho técnico é a linguagem universal que fornece todas as informações que se necessita saber. A leitura do desenho técnico é o processo de interpretação de linhas e traços para formar uma imagem mental de como a peça é na realidade.

No mercado de trabalho contemporâneo, profissionais não têm tido fronteiras nas regiões de atuação, assim sendo, estão sujeitos a trabalhar com pessoas de diferentes nacionalidades no ramo da Engenharia. Tal fato não deve ser um problema para esse profissional na área de supervisão e projetos, tendo em vista que a linguagem do desenho e/ou processo feito no Brasil deverá ser a mesma que a utilizada na China, por exemplo, fazendo assim, do desenho técnico uma linguagem universal. Nessa medida,



- Desenho de Instrumentação/Automação.

Em vista do exposto, com este projeto, intentou-se estudar, de modo aprofundado, a deficiência que os alunos da instituição CEFET-MG / Unidade Araxá, do curso de Engenharia de Automação Industrial, têm ao entrar para o competitivo mercado de trabalho com relação à leitura e interpretação de desenho técnico, e propor soluções reais à coordenação e diretoria da instituição com relação à essa realidade. Nessa medida, este estudo possui como objetivo geral avaliar o nível de leitura e interpretação de desenho técnico dos alunos do curso de Engenharia de Automação Industrial, a fim de verificar se tais requisitos atendem satisfatoriamente às demandas do mercado de trabalho. Para alcançar esse objetivo geral, esta pesquisa parte dos seguintes objetivos específicos: a) avaliar, por meio da aplicação de questionários aos gestores locais, a necessidade da leitura e da interpretação de desenho técnico nas indústrias; b) elaborar questionário para os discentes e avaliar o nível da leitura e interpretação de desenho técnico, conforme as necessidades expostas pelos gestores; c) analisar e interpretar os resultados obtidos dos alunos; d) evidenciar a adequação da grade curricular, ou mesmo a adição de uma disciplina específica para leitura e interpretação de desenho, a fim de se obter um curso de Engenharia de Automação Industrial mais completo e de melhor qualidade para Araxá-MG e região.

Diante do exposto, com este trabalho, aventa-se a seguinte hipótese de pesquisa: se implementadas medidas educacionais com relação à disciplina Desenho Técnico na instituição CEFET-MG, então será possível a formação de engenheiros mais capacitados para atuarem nas diversas áreas industriais que demandam leitura e interpretação de projetos.

A partir deste estudo, espera-se que, com a ênfase na necessidade de um foco maior sobre a disciplina desenho técnico no curso de Engenharia de Automação Industrial, as possíveis deficiências apresentadas pelos futuros profissionais formados no CEFET-MG, no que se refere à leitura e à interpretação de projetos, sejam minimizadas de modo a incrementar a formação profissional desse engenheiro. Como se sabe, o mercado de trabalho, que está cada vez mais competitivo, demanda por profissionais que, para além de executarem as técnicas de desenho, saibam lê-las

para melhor automatização e controle em contextos variados. Em sendo assim, considera-se que uma readequação na ementa da disciplina, na instituição mencionada, torna-se necessária, haja vista as carências técnicas que se acredita constatar com esta pesquisa.

Ademais, o engenheiro formado deve ser capaz de interpretar desenhos, mecânicos, elétricos, civil e de automação, a fim de realizar a automação e/ou o controle com excelência. Essa interpretação demanda desse engenheiro conhecimentos técnicos de desenho de várias áreas, essenciais à execução adequada de estratégias de controle, projetos e supervisão de obras. Logo, saber ler desenhos de todas as disciplinas torna-se essencial para os Engenheiros de Automação, uma vez que eles devem, nesse processo, identificar, com desenvoltura, aspectos como tolerâncias geométricas e dimensionais, posição de montagem, acabamento, tipo de material, alocação de equipamentos, diagramas elétricos e de automação. Em sendo assim, identificados esses aspectos, esses engenheiros deverão relacioná-los, compará-los, analisá-los de tal modo a produzir uma interpretação adequada do projeto a fim de fazer a automação e o controle do processo requerido.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica para melhor compreensão deste projeto, dando ênfase aos diferentes tipos de desenhos/projetos, quais sejam: desenho mecânico, desenho elétrico, desenho civil e desenho de instrumentação/automação. Em vista dessa ênfase, empreender-se-á um enfoque na ementa do curso de Engenharia de Automação Industrial a partir da demanda de mercado por profissionais capazes de executar uma boa leitura e interpretação de projetos. Tal demanda, é de suma importância para um bom desempenho da atividade do Engenheiro, haja visto que o desenho é a forma mais rica e simples de se transmitir informações/detalhes. Conforme Monteiro:

Não há na linguagem escrita ou falada uma capacidade de transmissão de informações tão rica e rigorosa como no desenho e, no caso particular das informações que tem a ver com diversos ramos

da engenharia, a forma mais clara de transmitir informação reside no desenho técnico. (MONTEIRO, 2005, p. 28).

## 2.1 Desenho Técnico e Desenho Artístico

Um determinado objeto pode ser descrito de muitas maneiras: através do seu nome ou de um desenho, que pode ser um desenho livre, de maneira artística, ou um desenho técnico. Para fazer tal distinção, deve-se usar alguns aspectos. No caso do desenho livre esses aspectos seriam:

- Transmite apenas uma imagem, sem se importar com dimensões e/ou proporções;
- Pode apresentar, para diferentes indivíduos, mais de uma interpretação;
- Possibilita a geração de emoções e retrata o mundo do artista.

Na sequência, ilustra-se um exemplo de desenho livre:



Figura 2 - Exemplo de desenho livre - Sobrado feito à mão livre  
Fonte: Tosetto (2013).

Já no que se refere ao desenho técnico, foco deste trabalho, esses aspectos seriam:

- Explica com rigor a forma e as dimensões representadas;
- Perceptível e sem ambiguidade em sua descrição;
- Facilita, descreve e representa uma ideia por meio de regras e procedimentos.

Na sequência, tem-se um exemplo de desenho técnico:

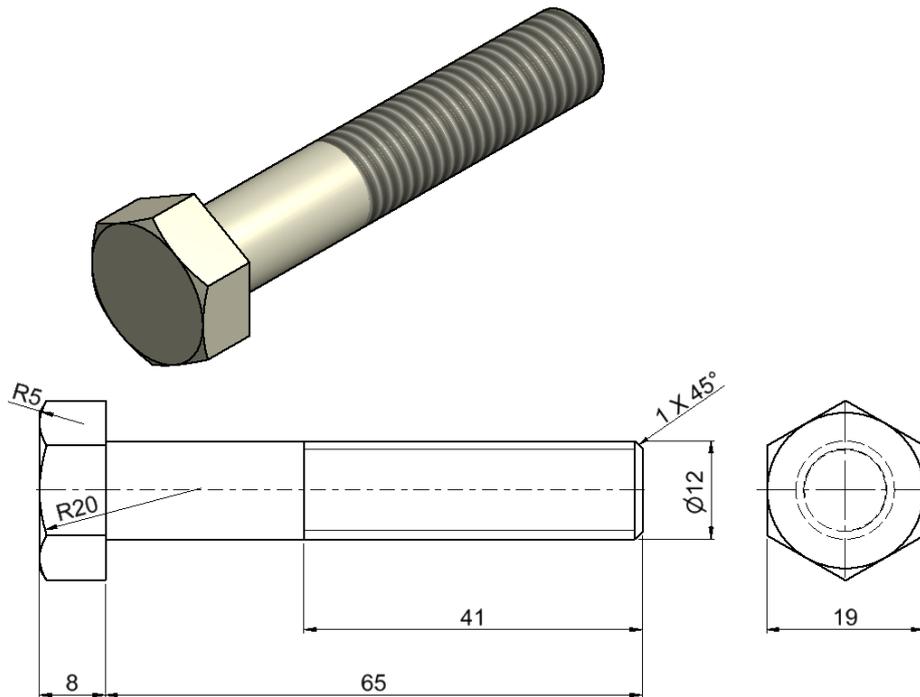


Figura 3 - Exemplo de desenho técnico - Parafuso Hexagonal  
Fonte: Silva (2006).

### 2.1.1 Desenho técnico: modos de representação

O desenho técnico em si pode assumir diversos modos de representação, desde que esses mantenham sempre o rigor e a objetividade que o caracteriza. Contudo, os modos de representação mais utilizados são: Representação em Vistas e Representação em Perspectivas. Essas formas de representação são de extrema importância na descrição de um objeto, pois possuem particularidades que as tornam mais usuais para aplicações diferentes, conforme a mensagem que irá transmitir para quem as está interpretando. Todo o processo de representação do desenho técnico baseia-se no conceito de projeções<sup>1</sup>.

A Representação em Perspectivas é aquela que se destina a fornecer uma visão espacial e rápida de um determinado objeto. O desenho se parece com uma foto do objeto, não demandando grandes conhecimentos de interpretação de desenho técnico para sua compreensão. Comumente, as informações transmitidas são

<sup>1</sup> A projeção é uma forma de representar graficamente objetos tridimensionais em superfícies planas, de modo a transmitir suas características com precisão e demonstrar sua verdadeira grandeza.

menores do que as informações fornecidas no desenho em vistas, mas são de suma importância para esquemas de montagens ou catálogos de publicidade. A FIG. 5 mostra uma Representação em Perspectiva.

A Representação em Vistas de um determinado objeto é um dos mais utilizados na Engenharia, e se baseia na Projeção Ortogonal. Nessa, as linhas projetantes devem ser paralelas e sempre perpendicular ao plano de projeção, a fim de reproduzir a imagem de mesmo contorno e grandeza da peça projetada, conforme figura abaixo:

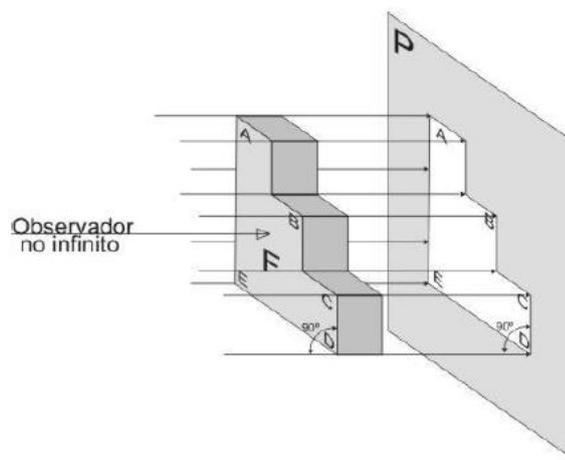


Figura 4: Projeção Ortogonal de figura plana  
Fonte: Rocha (2008)

As informações obtidas nesse tipo de desenho são inúmeras, desde o simples esquema até um desenho de produção ou montagem completo. Nesse tipo de representação, pode-se colocar anotações, notas de fabricação, notas de montagens, entre outros aspectos. Ademais, ele obedece a determinadas normas e convenções de representação que, quando interpretadas, permitem visualizar imediatamente o objeto representado.

Em desenho técnico, por vezes pretende-se que representação gráfica forneça uma imagem tanto quanto possível idêntica à que é obtida pelo observador na realidade. Quando tal sucede, escolhe-se um ponto de vista para observação e utiliza-se a perspectiva mais conveniente. Contudo, as perspectivas quase nunca permitem uma boa representação de todos os detalhes de uma peça. Por este motivo, não são usadas em desenhos de definição ou de fabricação por si só, mas acompanham os desenhos de montagem, para maior clareza. (SILVA, 2006, p. 96).

A Representação em Vistas, na maioria das vezes, é mais fácil de ser executada, do que a Representação em Perspectiva, sendo assim, mais usada quando o profissional está apto a interpretá-la. Abaixo apresenta-se a FIG.5, onde é

possível notar as diferenças entre a Representação em Perspectiva e a Representação em Vistas:

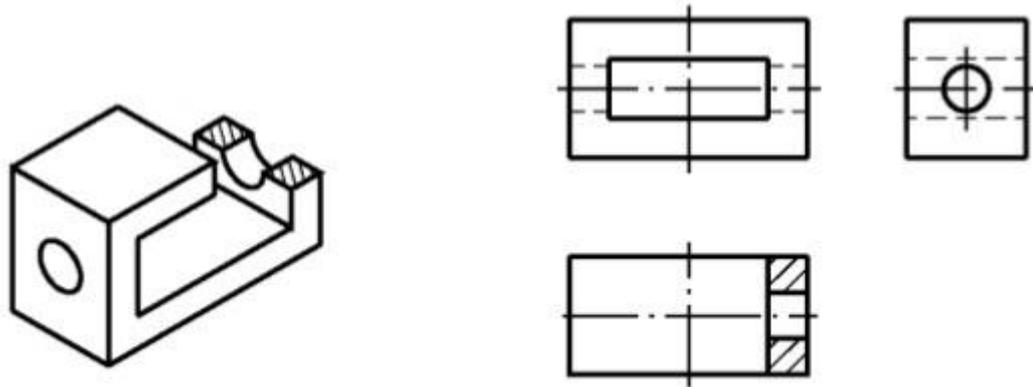


Figura 5: Peça em Perspectiva e Vistas  
Fonte: Pessoa (2014).

## 2.2 Desenho Mecânico

O desenho mecânico nada mais é do que uma representação voltada ao projeto de máquinas, motores, peças e acessórios mecânicos. Conforme Vale,

O objetivo primordial do desenho técnico mecânico é definir a forma e a dimensão de um determinado objeto. A leitura de um desenho deve, por isso, ser isenta de ambiguidades e proporcionar ao leitor todos os dados necessários para a fabricação. O desenho funciona como elo de ligação entre a concepção e a fabricação. (VALE, 2006, p. 25).

Para auxiliar na concepção dos projetos mecânicos, usa-se a NBR 10067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico. As projeções em desenho mecânico deverão sempre serem feitas no primeiro diedro, conforme norma europeia que é adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). De acordo com esta norma, o objeto em questão deverá sempre estar localizado a frente do plano de desenho. Logo, nos desenhos mecânicos, com apenas três vistas, consegue-se evidenciar detalhes relevantes da fabricação de uma peça. Essas três vistas são assim descritas:

- a) **FRONTAL OU PRINCIPAL:** mostrará o corpo na posição de emprego, imagina-se olhando o objeto de frente, portanto, terá duas dimensões visíveis, largura e altura.

b) SUPERIOR OU PLANTA: nessa vista, imagina-se olhando de cima do objeto a ser projetado. Tem-se, assim, as informações de emprego da parte superior da peça em questão, na vista superior, logo, haverá duas dimensões visíveis, largura e espessura.

c) LATERAL OU PERFIL: nesse caso, tem-se o “lado” do objeto projetado. Essa vista deverá se situar ao lado e na mesma altura da vista frontal. Há, assim, destaque das dimensões de espessura e altura.

Na figura abaixo, apresenta-se as três vistas de um prisma retangular e sua respectiva projeção ortogonal:

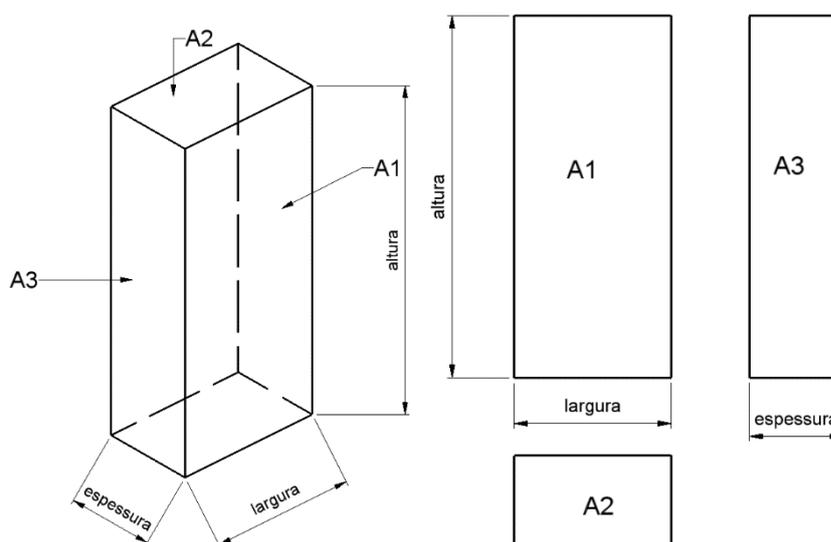


Figura 6: Perspectiva do prisma retangular e a sua Projeção Ortogonal  
Fonte: Ribeiro (2003).

É convencionalizado que os planos de projeção superior e lateral tenham os rebatimentos padrões a fim de propiciar uma melhor compreensão. Esses rebatimentos sempre serão sobre o plano principal. A FIG. 7 ilustra uma peça no espaço projetada em 3 planos e os rebatimentos dos planos.

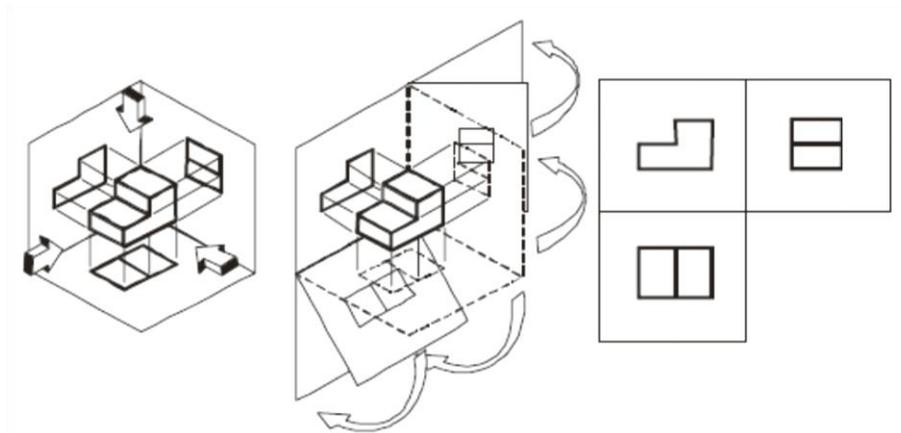


Figura 7: Rebatimentos e Épura de apoio  
Fonte: Ribeiro (2003).

Tais representações de objetos tridimensionais, através das Projeções Ortogonais, utilizando-se vistas de lados diferentes, dependendo do formato da peça a ser desenhada, poderão ficar com algumas de suas superfícies ocultas com relação ao sentido observado. Na FIG. 8, nota-se que a superfície “A” está oculta quando se observa a peça no sentido 3. Já a superfície “B” estará oculta quando a peça é observada no sentido 2, em sua vista superior. Nos casos observados, quando uma aresta está oculta em determinada vista, deve-se fazer o uso de linhas tracejadas para evidenciar tal aresta.

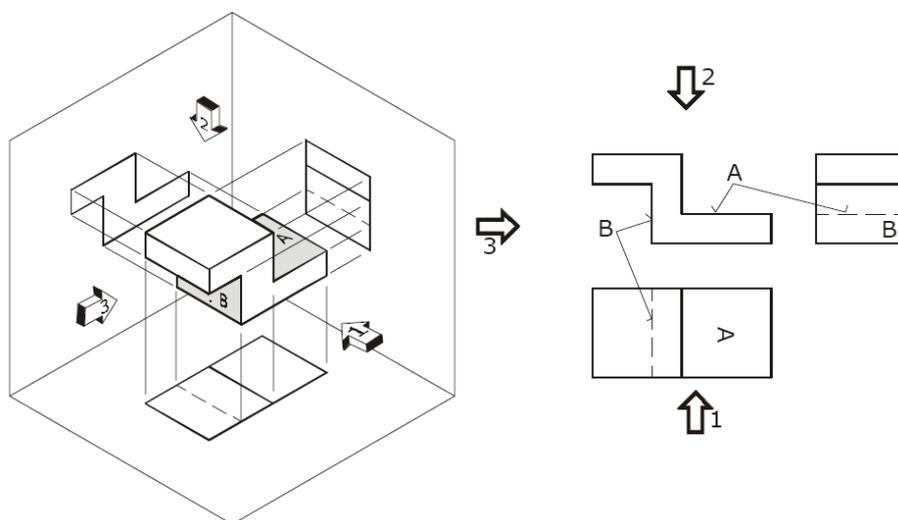


Figura 8 - Arestas Ocultas  
Fonte: Ribeiro (2003).

Deve-se tentar ainda, evitar o uso de linhas tracejadas, pois a visualização do objeto, em sua forma espacial, é mais fácil diante de arestas visíveis. Para isso, pode-

se tentar inverter o sentido do objeto em relação ao plano projetado. Abaixo, por meio das FIG. 9 e 10, apresenta-se um exemplo de como inverter o sentido, a fim de evitar o máximo de linhas tracejadas:

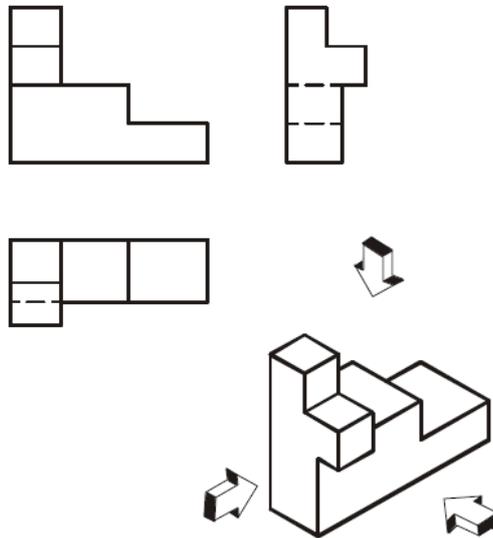


Figura 9 - Objeto sentido normal  
Fonte: Ribeiro(2003).

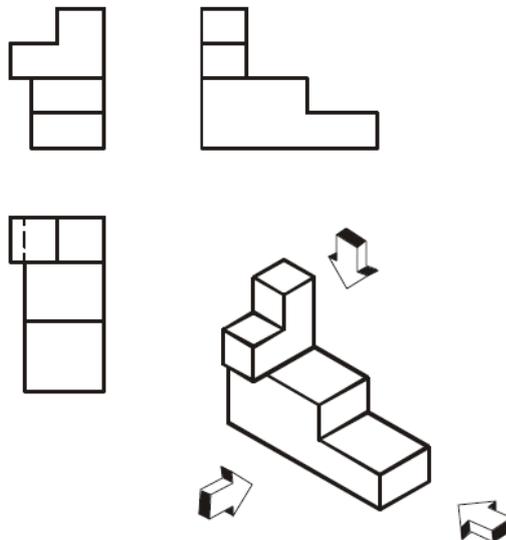


Figura 10 - Objeto sentido Invertido  
Fonte: Ribeiro (2003).

### 2.3 Desenho Elétrico

Na execução de qualquer projeto elétrico, são necessários diversos dados, tais como: localização dos elementos, percursos da instalação, condutores, distribuição de carga, proteção, esquemas de fiação, etc. Assim, a importância dos desenhos

elétricos se evidencia, haja vista que fornecem tais dados e auxiliam na implementação do especificado em projeto.

Quando se usa símbolos gráficos para representar uma instalação elétrica, seja ela residencial e/ou industrial, há um diagrama elétrico. Sendo assim, uma correta leitura e interpretação dos diagramas é de fundamental importância para os profissionais da área, uma vez que facilita o trabalho, além de ampliar o campo de atuação, já que o desenho é uma linguagem visual universal. Nessa medida, os diagramas elétricos são divididos em quatro categorias, sendo elas:

- Diagrama Funcional: são usados para explicar unicamente o funcionamento do circuito de forma clara e rápida, sem se preocupar com o posicionamento de seus componentes.

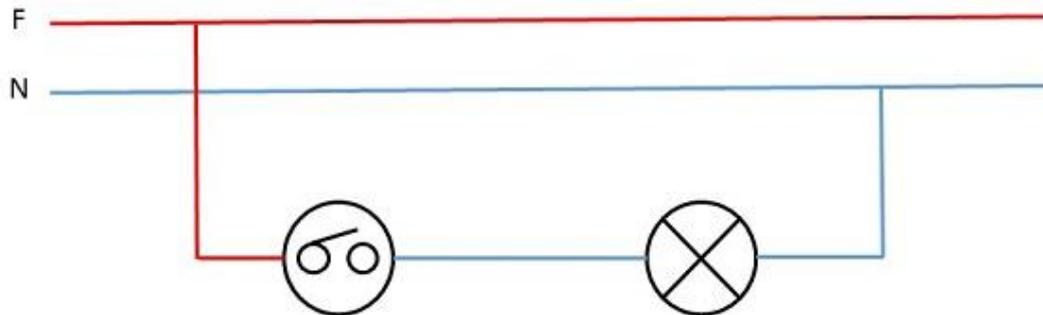


Figura 11 - Diagrama Funcional Elétrico  
Fonte: Mattede (2013).

- Diagrama Multifilar: representa o sistema elétrico, com todos os seus condutores em sua posição correta; há detalhes, cada traço que representa um cabo e a simbologia que se utiliza deve ficar restrita aos aparelhos utilizados.

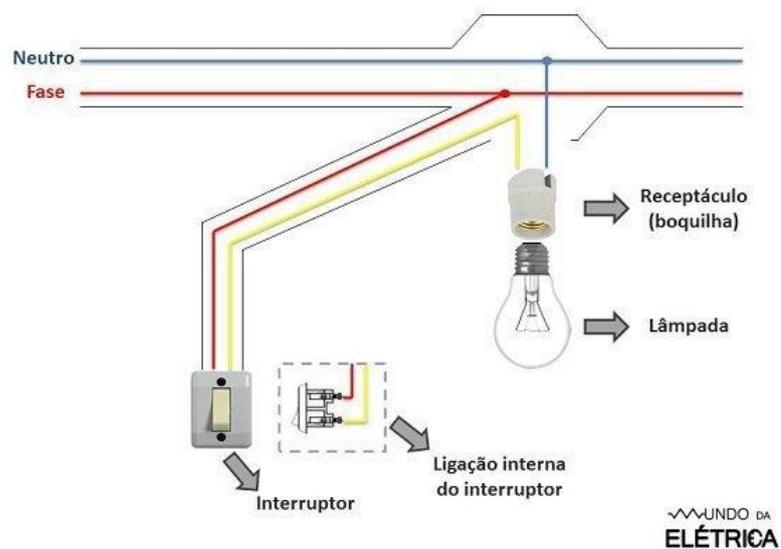


Figura 12: Diagrama Multifilar Elétrico  
Fonte: Mattede (2013).

- Diagrama Unifilar: é o mais utilizado na elétrica, comumente desenhando sobre a planta baixa do empreendimento; ele deverá representar os locais de passagens dos eletrodutos, fiações, número e a caracterização dos condutores, entre outros.

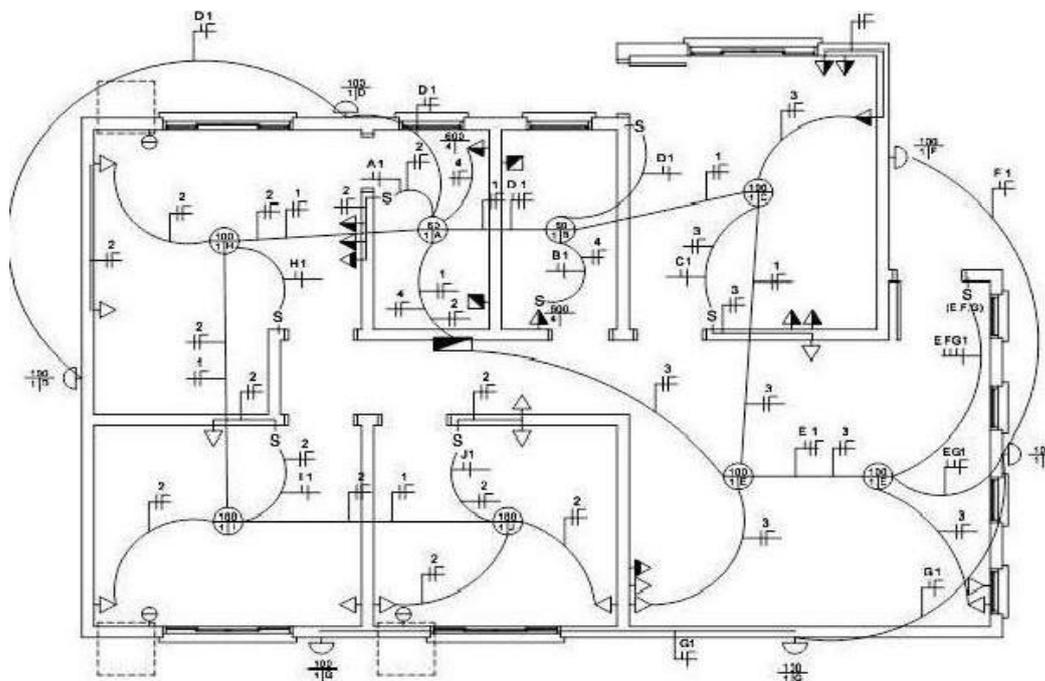


Figura 13: Diagrama Unifilar Elétrico  
Fonte: Marke (2013).

- Diagrama Trifilar: usado em máquinas trifásicas e comandos elétricos; ele representa cada uma das três fases de um sistema elétrico e suas respectivas derivações, sendo bastante parecido com unifilar.

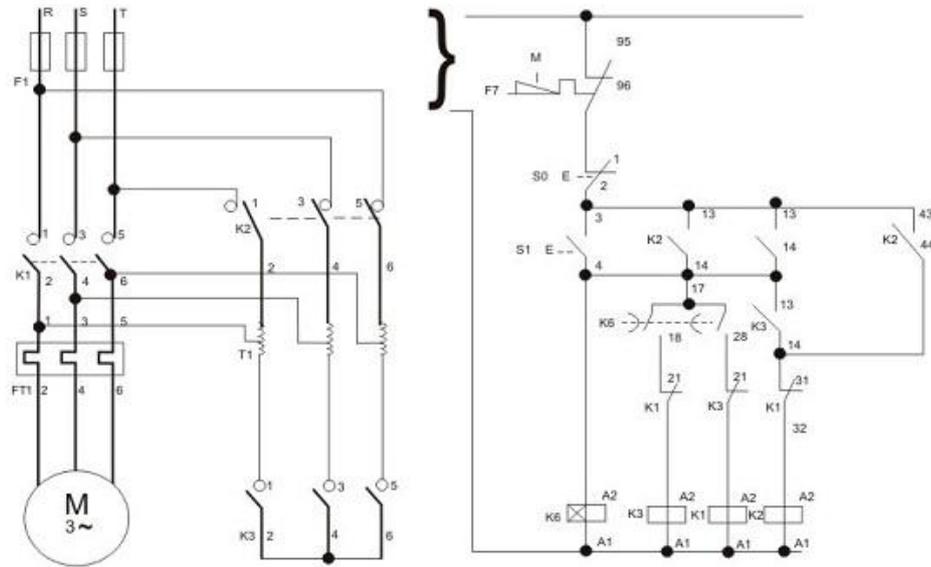


Figura 14: Diagrama Trifilar Elétrico  
Fonte: Mattede (2013).

## 2.4 Desenho/Diagrama de Instrumentação

A instrumentação é o ramo da engenharia voltado para a operação, o controle e a automação dos processos industriais. Segundo Tognetti, trata-se da “ciência que aplica e desenvolve técnicas para adequação de instrumentos de medição, transmissão, indicação, registro e controle de variáveis físicas em equipamentos nos processos industriais” (TOGNETTI, 2011, p. 4).

Usados em grande escala e com vasta aplicação, os diagramas P&I (Diagrama de Processo e Instrumentação) fornecem informações fundamentais para que o engenheiro supervisor possa compreender, estudar ou, até mesmo, construir a planta em questão. Serve para o profissional entender o processo em análise, contudo informações físicas, como escalas e tamanhos, não são representadas, já que devem ser evidenciadas nos desenhos elétricos e civis.

Para que se tenha um diagrama P&I completo, esse deve conter:

- Equipamentos mecânicos com nomes e números;
- Instrumentação e denominações;
- Válvulas e identificações;
- Processo de tubagens e identificações;
- Sentido de fluxo;
- Controle de entradas e saídas;
- Interface para a mudança de classe;
- Entradas do sistema de controle do computador;e
- Identificação dos componentes e dos subsistemas fornecidos por outros.

Esses diagramas são divididos em três principais categorias, segunda a norma ISA S5. 1-1, quais sejam:

1. Simplificado: somente as letras indicadoras das funções básicas dos principais instrumentos aparecem. O número de malha deverá ser omitido, dando apenas uma visão geral da planta.

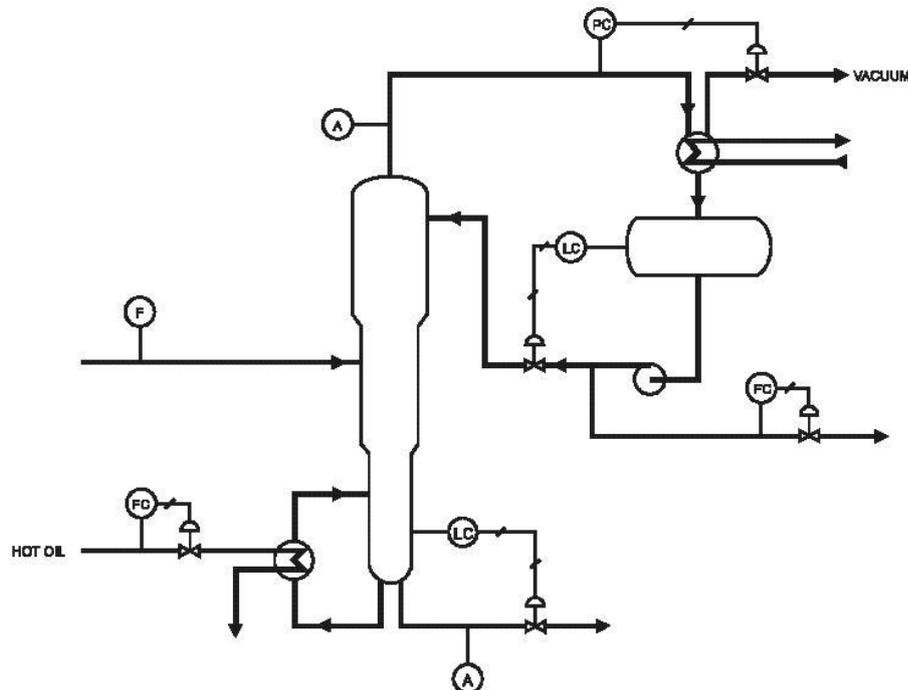


Figura 15: Diagrama P&I Simplificado  
Fonte: Tôrres (2006).

2. Conceitual: deverá conter a identificação abreviada das funções dos instrumentos. Comumente utilizada para desenvolver conceitos de controle,

quando não se importa com detalhes de implementação física do sistema de instrumentação. Há, assim, uma visão geral da planta, com destaque para as estratégias de controle.

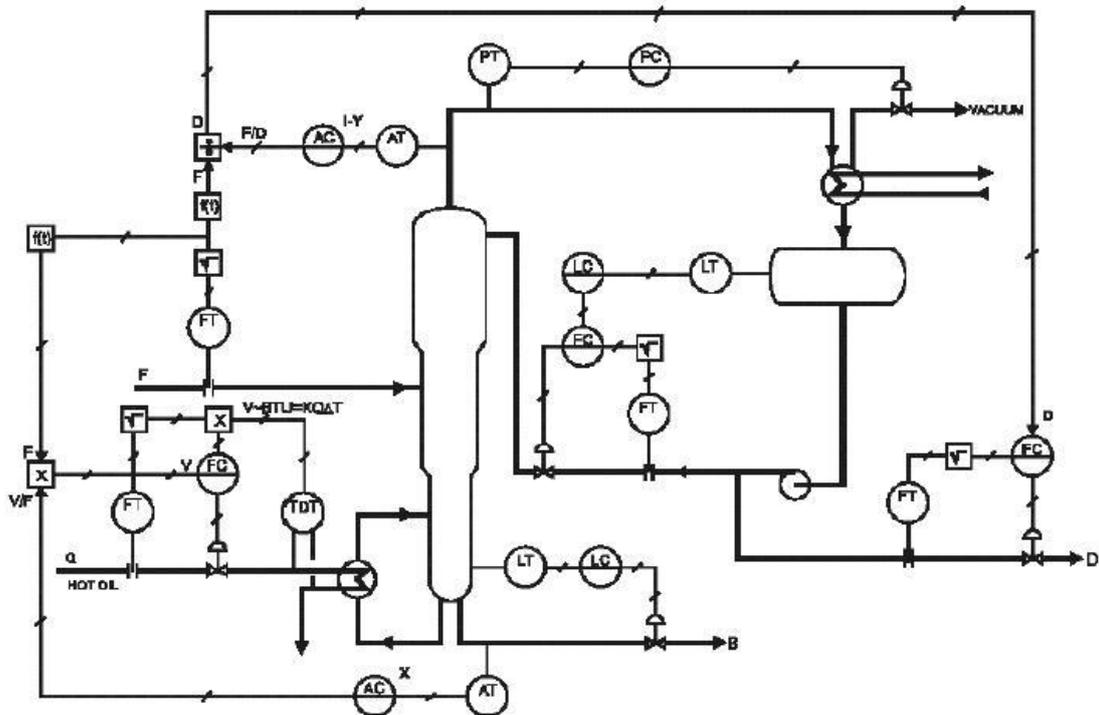


Figura 16: Diagrama P&I Conceitual  
Fonte: Tôrres (2006).

3. Detalhado: usada para indicar detalhadamente a implementação física do sistema de instrumentação após ser escolhido o tipo de equipamento a ser instalado, e os sinais de comunicação que serão utilizados.

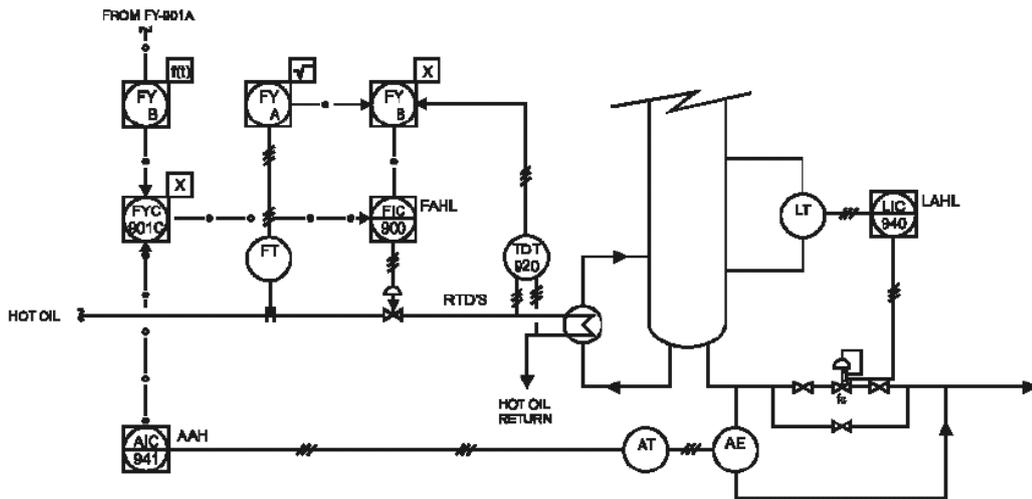
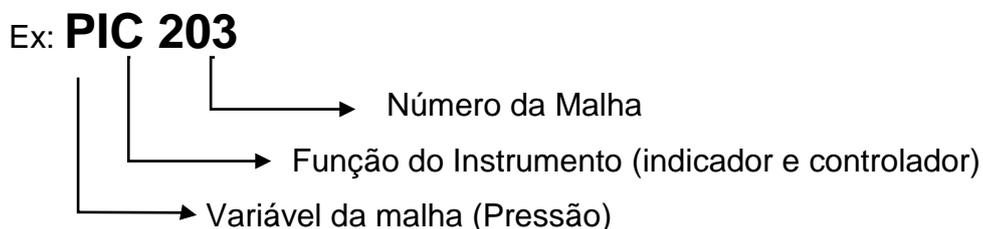


Figura 17: Diagrama P&I Detalhado  
Fonte: Tôrres (2006).

Os três tipos acima descritos têm suas aplicações específicas. Assim, é de fundamental importância para o profissional que irá atuar no parque industrial compreender tais diagramas, a fim de poder executar as atividades que é responsável de forma satisfatória. Há também que se destacar as simbologias e as terminologias usadas em Instrumentação e Automação, regida pela ISA – 5.1. Seguindo tal norma, cada instrumento deverá ser identificado por um conjunto de letras (identificação funcional) e números (identificação da malha de controle). Sendo que, no que se refere ao conjunto de letras, a primeira letra deverá indicar a variável medida pelo instrumento (variável de controle, distúrbio) e as letras subsequentes deverão indicar as funções do instrumento. Já no que se refere aos números, segundo a mesma norma, todos os instrumentos de uma malha deverão conter a mesma numeração.



Apresenta-se, na sequência, um quadro que auxilia o engenheiro projetista no significado de todas as letras:

Tabela 1 – Letras de Identificação

	Primeira Letra		Letras subsequentes		
	Variável medida ou inicial	Modificadora	Função de informação ou Passiva	Função Final	Modificadora
<b>A</b>	Analisador	-	Alarme	-	-
<b>B</b>	Chama de queimador	-	Indefinida	Indefinida	Indefinida
<b>C</b>	Condutividade elétrica	-	-	Controlador	-
<b>D</b>	Densidade ou massa específica ( <i>Density</i> )	Diferencial	-	-	-
<b>E</b>	Tensão elétrica	-	Elemento primário	-	-
<b>F</b>	Vazão ( <i>Flow</i> )	Razão (fração)	-	-	-
<b>G</b>	Medida dimensional	-	Visor	-	-
<b>H</b>	Comando Manual ( <i>Hand</i> )	-	-	-	-
<b>I</b>	Corrente Elétrica	-	Indicador	-	-
<b>J</b>	Potência	Varredura ou seletor	-	-	-
<b>L</b>	Nível ( <i>Level</i> )	-	Lâmpada piloto	-	-
<b>M</b>	Umidade ( <i>Moisture</i> )	-	-	-	-
<b>N</b>	Indefinida	-	Indefinida	Indefinida	Indefinida
<b>O</b>	Indefinida	-	Orifício de restrição	-	-
<b>P</b>	Pressão ou Vácuo	-	Ponto de teste	-	-
<b>Q</b>	Quantidade ou Evento	Integrador ou totalizador	-	-	-
<b>R</b>	Radioatividade	-	Registrador ou Impressor	-	-
<b>S</b>	Velocidade ou frequência ( <i>Speed</i> )	Segurança	-	Chave	-
<b>T</b>	Temperatura	-	-	Transmissor	-
<b>U</b>	Multivariável	-	Multifunção	Multifunção	Multifunção
<b>V</b>	Viscosidade	-	-	Válvula	-
<b>W</b>	Peso ou Força ( <i>weigh</i> )	-	Poço	-	-
<b>X</b>	Não classificada	-	Não classificada	Não classificada	Não classificada
<b>Y</b>	Indefinida	-	-	Relé ou computação	-
<b>Z</b>	Posição	-	-	Elemento final de controle não classificado	-

Tabela 1: Letras de Identificação

Fonte: ANSI/ISA-S5.1 (1984)

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Tendo em vista os objetivos antes aludidos, esta pesquisa será delineada a partir de duas partes metodológicas, quais sejam: pesquisa bibliográfica e aplicação e análise do estudo. No que se refere à pesquisa bibliográfica, essa foi feita levando em consideração o tema até aqui apresentado, de tal modo a aprofundar cientificamente a questão levantada. Já no que se refere à aplicação e análise do estudo, a fim de verificar os requisitos desejados pelo mercado de trabalho no que diz respeito à essa área e se os alunos ainda matriculados no CEFET-MG atendem tais requisitos, foram aplicado dois questionários: um para gestores responsáveis pelos setores produtivos e de manutenção de indústrias locais e outro para alunos do primeiro, quinto e décimo primeiro períodos do curso de Engenharia de Automação Industrial.

No questionário aplicado aos gestores, o qual versou sobre o nível de leitura e de interpretação de desenho técnico desejado em seus setores e sua importância no cotidiano da empresa, o interesse foi, por meio dos dados interpretados, conseguir uma média da nota atribuída pelos gestores, de tal que se pudesse chegar a uma média final para cada item contemplado, a qual está compreendida numa escala de 0 a 10, para que, assim, se possa verificar o que tem mais ou menos relevância para esse profissional no desempenho de suas atividades. Na etapa seguinte de aplicação e análise do estudo, embasada nos dados obtidos nos questionários dos gestores, aplicou-se um questionário com os alunos regulares do curso mencionado, a fim de analisar se o nível de conhecimento desses atende aos requisitos levantados pelos gestores. Os dados foram analisados e interpretados assinalando possíveis carências acerca da leitura e da interpretação de desenho técnico pelos futuros engenheiros.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após elaborada a fundamentação teórica e a definição de como será norteado este estudo, confeccionamos o questionário aos gestores (Cf. Apêndice A), a fim de verificar a opinião desses quanto aos requisitos e ao perfil observado na contratação

de um Engenheiro de Automação Industrial no que tange à leitura e interpretação de desenho técnico. Nesse questionário, conforme pode ser verificado, foram abordadas duas questões, sendo uma questão discursiva, na qual o gestor expressaria os requisitos que ele julga imprescindível a um profissional de engenharia que atua na área de automação; e uma segunda questão, na qual foram apresentados temas divididos nas áreas da engenharia (Civil, Elétrica, Mecânica e Instrumentação) que os gestores puderam atribuir notas de 0 a 10, sendo 0 pouco importante e 10 muito importante, no desempenho das atribuições desse profissional.

Esse questionário foi aplicado a cinco gestores das indústrias locais, sendo que três desses atuam na mineração, um na indústria de alimentos e um é gestor de empresa prestadora de serviços na área de automação.

Dos dados obtidos, pode-se observar que os temas relacionados às disciplinas de elétrica e de instrumentação são considerados fundamentais para o Engenheiro de Automação segundo os gestores. No que se diz respeito à mecânica, conceitos de desenho básico, como escalas, perspectivas e projeção, também têm sua importância, juntamente com o desenho de plantas civil. Assuntos mais específicos, como concreto armado, desenho estrutural, acabamento superficial, tolerância geométrica e dimensional, são de caráter prioritário para suas engenharias, seja Mecânica ou Civil, tendo uma relevância menor para o egresso desse curso, conforme observado na TAB. 2 elaborada com base nos questionários aplicados aos gestores:

<b>Questionário Gestores</b>						
	<b>Gestor 1</b>	<b>Gestor 2</b>	<b>Gestor 3</b>	<b>Gestor 4</b>	<b>Gestor 5</b>	<b>Média</b>
<b>AUTOMAÇÃO/INSTRUMENTAÇÃO</b>						
Diagrama P&I	10	10	10	10	10	10
ISA 5.1 - Letras de Identificação	10	10	10	10	10	10
<b>CIVIL</b>						
Concreto Armado	1	2	1	2	3	2
Desenho de Plantas	8	9	8	9	8	8
Estrutural	1	3	2	2	3	2
<b>ELÉTRICO</b>						
Diagrama de Comando	10	9	10	10	10	10
Diagrama de Força	10	9	10	10	10	10
Diagrama Multifilar	8	9	9	10	10	9
Diagrama Trifilar	8	9	9	10	10	9
Diagrama Unifilar	8	9	9	10	9	9
Esquemas de Ligação	10	9	10	10	10	10
<b>MECÂNICO</b>						
Acabamento Superficial	4	3	5	4	5	4
Cortes e Sessões	3	3	5	4	3	3
Dimensionamento	5	7	5	2	4	5
Escalas	10	8	10	10	7	10
Perspectivas	9	8	10	10	8	9
Projeção Ortogonal	8	7	10	10	7	8
Tolerâncias Dimensionais	6	5	6	4	7	6
Tolerâncias Geométricas	6	4	3	4	5	4

Tabela 2: Questionário Gestores

Muitos dos temas assinalados acima estão interligados às normas, como a NBR-5410, que versa sobre Instalações Elétricas de Baixa Tensão; a NBR-5444, sobre Instalações Elétricas de Média Tensão; a NBR-10067, que aborda a Representação em desenho técnico; a NBR-6492, que trata da Representação de Projetos de Arquitetura ou mesmo ao próprio fluxograma de engenharia, que são requisitos imprescindíveis ao Engenheiro de Automação Industrial. Conforme ponderado pelo Gestor 4 em seu questionário:

O engenheiro de automação deverá preferencialmente possuir bons conhecimentos de normas de elétrica de baixa e média tensão, tais como NBR-5410 e NBR-5444. Pois, a interpretação e o conhecimento de simbologias é fundamental para tais análises. No que se refere a processos industriais, é mandatório para o engenheiro de automação industrial conhecer os detalhes e as simbologias contidas na norma ANSI/ISA-S5.1. Pois, nesta está contida instruções para identificações padrões de instrumentos e principalmente as simbologias utilizadas nos processos industriais. (GESTOR 4).

Analisado o questionário dos gestores, foi elaborado, conforme já assinalado, um questionário destinado aos discentes da instituição *locus* da pesquisa, levando em conta os assuntos considerados mais importantes por esses gestores. O questionário (Cf. Apêndice B) contém 17 questões, sendo: 6 questões envolvendo as disciplinas de elétrica, automação e instrumentação; 5 questões a disciplina de Mecânica; 5 questões tratando sobre leitura e interpretação de desenho técnico básico e 1 questão de Civil.

Conforme pode ser observado, foram mescladas questões discursivas e objetivas para uma maior abrangência da análise. Salienta-se, ainda, sobre essas questões, que aquelas relativas à elétrica, automação e instrumentação são mais elaboradas, dado que exigem um conhecimento maior dos discentes, o que propiciou uma análise mais profunda das respostas desses, haja vista a importância dessas temáticas para um Engenheiro de Automação Industrial, conforme ponderado pelos gestores.

Analisando o questionário aplicado aos alunos, o gráfico 18 demonstra o desempenho desses por disciplina, por meio do qual se constata que a maior média geral atingida pelos alunos foi na disciplina de desenho básico, com 82,55% de acerto. A menor média ficou com a disciplina de elétrica, com 52,77%, Já as disciplinas de automação/instrumentação, civil e mecânica ficaram com média intermediária de 61,11%, 62,96% e 56,2%, respectivamente.

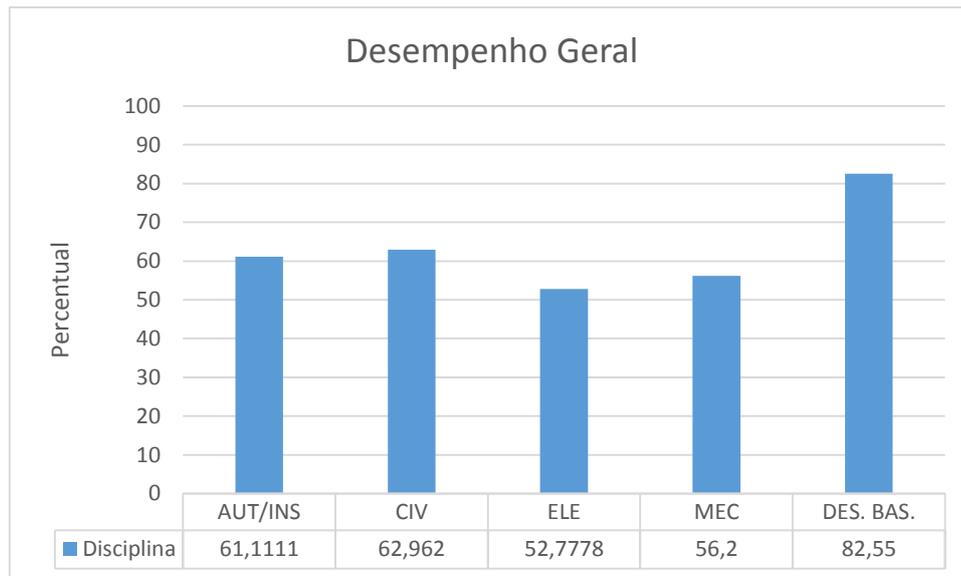


Gráfico 18: Desempenho Geral por Disciplina.

Após uma análise geral das turmas, analisou-se o resultado médio por período (GRÁF.19). Nessa análise, foi possível perceber um desempenho superior dos alunos matriculados no último período, dado que estes obtiveram 80% em civil, 78,3% em desenho mecânico e 70% tanto em elétrica, quanto em automação e instrumentação. Esses resultados devem-se, possivelmente, ao conhecimento técnico adquirido ao longo do curso e em matérias estudadas no período analisado, que tenham relação com uma das disciplinas acima. Ademais, é possível considerar que, além desse conhecimento, esses discentes podem ter conhecimentos nessas áreas em decorrência de estudos em outros cursos relacionados ou mesmo em decorrência de uma “bagagem” profissional adquirida ao longo da vida.

Nessa análise, evidenciou-se também um conhecimento maior em áreas da mecânica e civil em relação à elétrica e instrumentação, mesmo essas duas tendo diversas disciplinas ao longo do curso de engenharia sobre elas dedicadas.

Outro ponto interessante a ser assinalado refere-se ao grau de conhecimento constatado nas análises dos questionários aplicados aos alunos do primeiro período no que concerne a duas disciplinas, Civil e Mecânica. Conforme verificado, o conhecimento desses alunos é superior, nessas disciplinas, ao dos alunos do quinto período, dos quais se esperava um conhecimento mais elevado do que os que acabaram de ingressar.

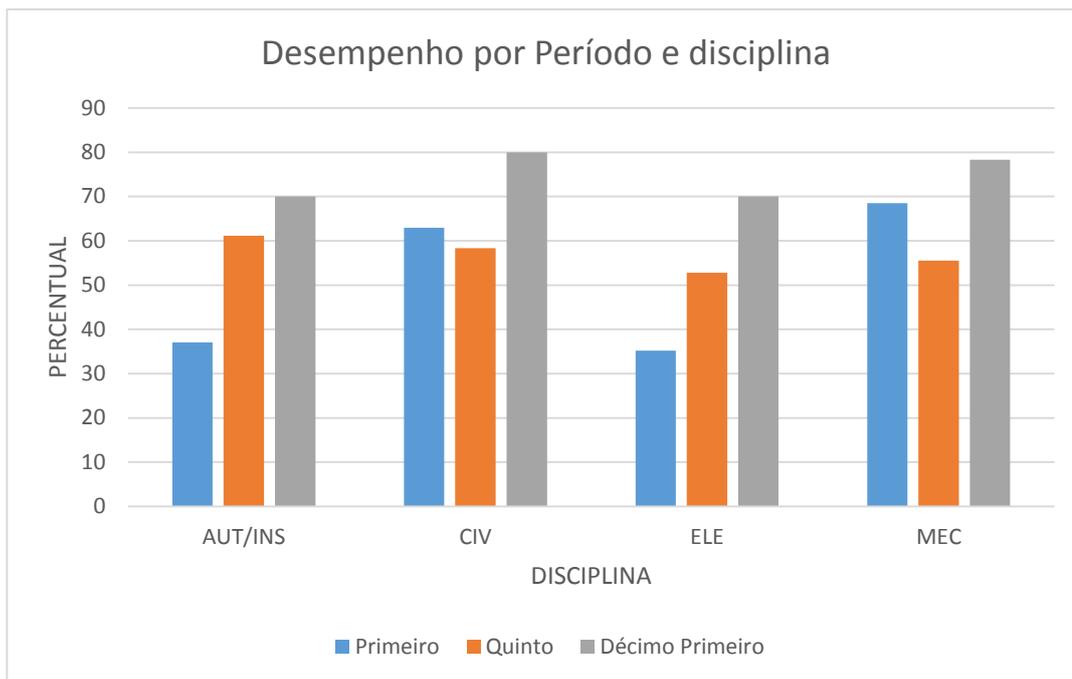


Gráfico 19: Desempenho por Período e Disciplina.

No gráfico de desempenho por turma (GRÁF.20), percebe-se que a melhor média adquirida foi dos alunos matriculados no 11º período, os quais atingiram 51%, seguidos pelos discentes do quinto e do primeiro; nessa ordem. O pior resultado encontrado, ou seja, a menor nota, constatada nos questionários dos discentes do quinto período, os quais não atingiram nem a marca de 10%. O maior percentual de acerto foi dos alunos do décimo primeiro, com exatos 92%.

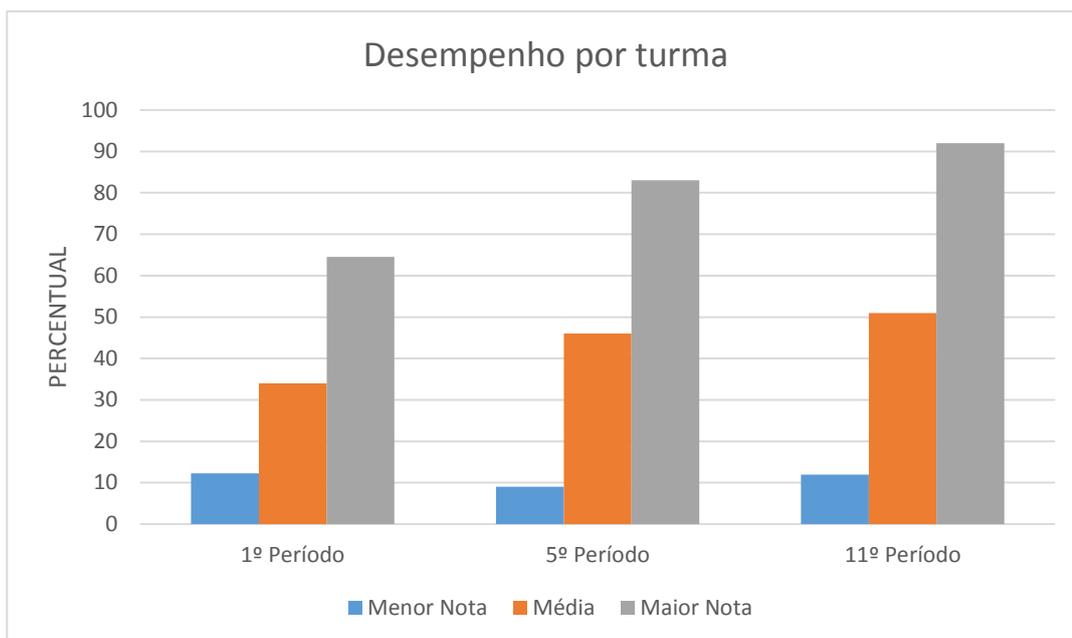


Gráfico 20: Desempenho por Turma.

Conforme dito anteriormente, no questionário aplicado, os discentes disseram se já fizeram ou não um curso técnico e em qual área, tendo em vista que os resultados favoráveis podem advir de um curso feito fora da engenharia, como curso técnico ou profissionalizante, nos quais a disciplina de desenho técnico tem uma carga horária maior. Sendo assim, segregou-se o resultado por desempenho dos alunos, de modo a apresentar gráficos separados por período.

Quando se analisa o gráfico de desempenho do primeiro período (GRÁF. 21), observa-se uma discrepância em relação aos alunos que fizeram curso técnico e já possuem o conhecimento da disciplina de leitura e interpretação de desenho técnico, conforme observado na disciplina de mecânica, na qual se tem uma média de 73% para esses contra apenas 37% daqueles que não adquiriram tal conhecimento.

Explorando a área da construção civil, constata-se uma enorme diferença entre quem possui e quem não possui um curso externo ao de Engenharia de Automação Industrial. Tal ramo está diretamente ligado à atuação do profissional formado por essa instituição, até porque para automatizar uma unidade industrial, o diagrama de engenharia é totalmente feito em cima da planta de uma empresa. Ressalta-se, também, que, ao longo do curso, não há nenhuma disciplina que contemple o conteúdo com desenhos de plantas, ficando o aluno com essa deficiência profissional.

Das turmas estudadas, a que terá uma melhor oportunidade de sanar essa lacuna em seu perfil profissional é a do primeiro período (ingressantes em 02/2016), haja vista que, com esta pesquisa, poderão ser adotadas medidas para minimizar esse problema.

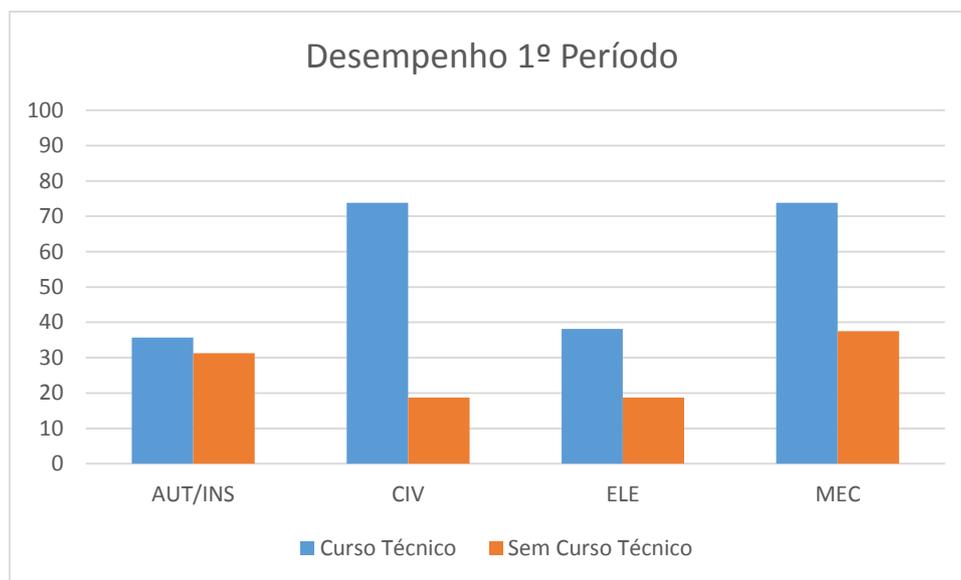


Gráfico 21: Desempenho 1º Período.

Já quando se verifica o desempenho do 5º período (*vide gráfico 22*), observa-se um aproveitamento maior dos discentes que possuem curso técnico em todas as áreas analisadas. Nesse gráfico, o que chama a atenção é que em nenhuma disciplina obteve-se grandes resultados significativos maiores que 70%. E se se analisar aqueles alunos que só tiveram a base técnica de desenho oferecida pela engenharia do quinto período, mal se chegaria aos 40%.

Com o decorrer de pouco mais de dois anos de curso, nota-se uma evolução pequena na área de elétrica, mas constata-se um recuo no ramo de instrumentação e automação, dado que os discentes que possuem curso técnico conseguiram uma média de 71%; e aqueles que não o têm chegaram a marca de 25%. Ademais, ressalta-se, ainda que no presente período esses alunos estão cursando tal disciplina (instrumentação eletrônica), a qual não tem um foco no ramo de interpretação de fluxograma de engenharia, diagramas P&I ou ISA S5-1.

Há também um pequeno decréscimo nos resultados atrelados à disciplina de mecânica. Acredita-se que isso ocorra, porque os discentes não estão cursando a disciplina de desenho técnico que ocorre no primeiro período, a qual, mesmo tendo

uma carga horaria reduzida, ainda empreende um enfoque maior em mecânica.

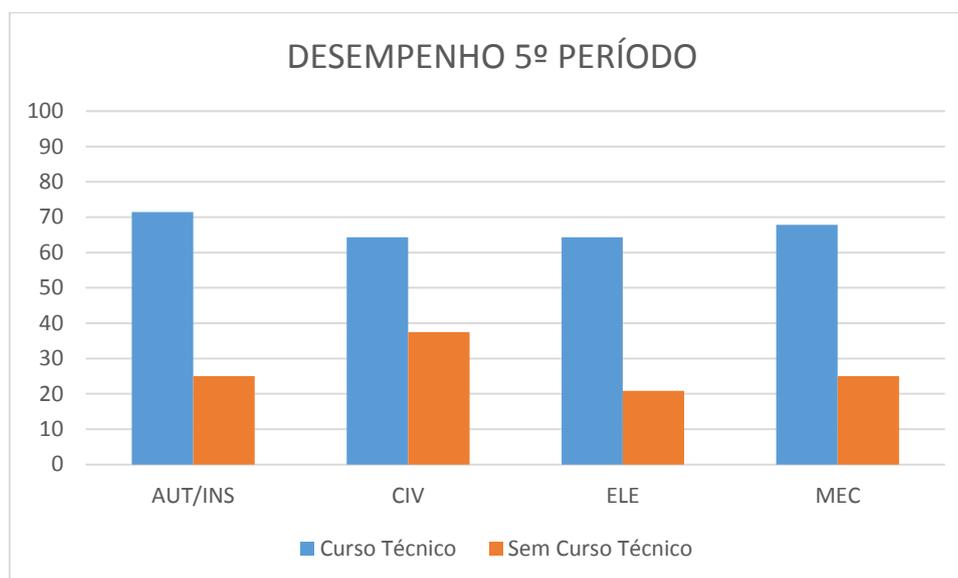


Gráfico 22: Desempenho 5º Período.

No que tange à análise dos questionários obtidos com os alunos do 11º período (02/2011), observa-se também um resultado melhor entre aqueles que possuem cursos técnicos, em prejuízo daqueles que obtiveram conhecimentos apenas no curso de engenharia. Nesse período, dos 18 alunos matriculados, 16 fizeram cursos técnicos e apenas 2 não fizeram nenhum curso além da engenharia. Esses alunos estão no último período do curso e ingressarão no mercado de trabalho, aqueles que ainda não estão, por isso espera-se que eles estejam aptos a atuar nos mais diversos setores, assim sendo, um bom nível de leitura e interpretação de desenho técnico é um diferencial.

No gráfico de desempenho do 11º período (GRÁF. 23), verifica-se um destaque importante para as áreas de automação/instrumentação e civil, que atingiram 88 e 76% entre aqueles que possuem curso técnico. Já entre aqueles que não tem curso técnico, a pontuação obtida foi de 25%. Esse rendimento se deve, talvez, aos conhecimentos nas áreas de instrumentação e elétrica que, ao longo do curso, são bastante aprimorados. Agora, levando em consideração apenas os alunos que ingressaram na Engenharia de Automação Industrial, esse rendimento fica estacionado, não apresentando avanço algum.

Com relação à área de edificações, há um aproveitamento razoável das turmas que ingressou e que formou nesse ano, algo que pode ser explicado por ser um

conteúdo mais próximo da realidade dos alunos, mas, mesmo assim, não se nota grande avanço entre aqueles que não têm uma base técnica sólida, adquirida por outro curso.

Nessa medida, observa-se que o desenho técnico é uma área que perpassa por todos os outros conteúdos da engenharia, desde matérias base, como o cálculo, até matérias técnicas, como Sistemas de Controle ou Instrumentação.

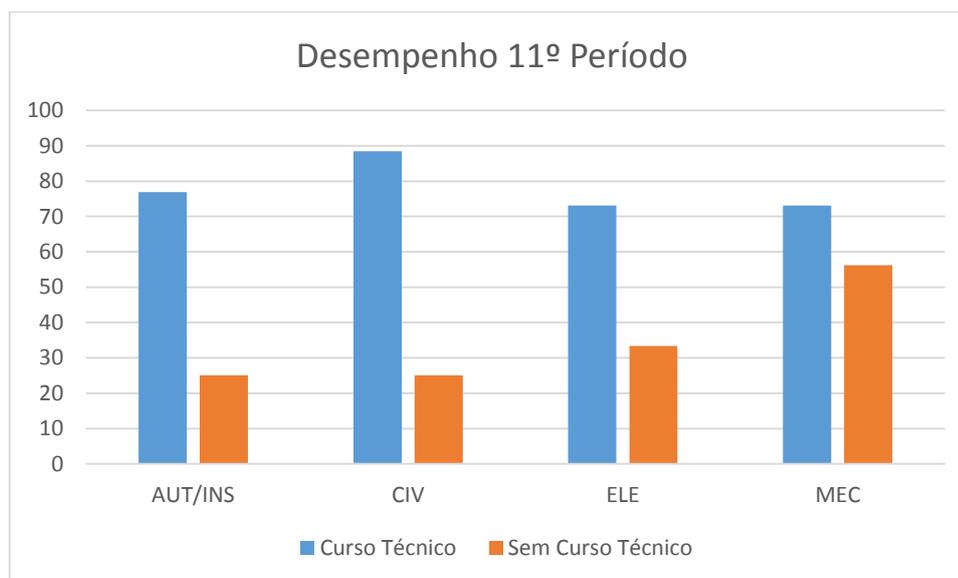


Gráfico 23: Desempenho 11º Período.

Por fim, quando se compara o desempenho geral dos alunos que possuem e dos que não possuem curso técnico (GRÁF. 24), nota-se uma diferença de mais de 50% de aproveitamento de quem já possui uma base de desenho do curso técnico com relação àqueles que tiveram tal disciplina unicamente na engenharia.

Outro ponto notório é que os conteúdos considerados pelos gestores de maior importância para o Engenheiro de Automação, no seu cotidiano, foram os que tiveram os piores índices, quais sejam: Automação/Instrumentação com valores de 60,4% e 27,8% e Elétrica com valores de 58,4% e 24%.

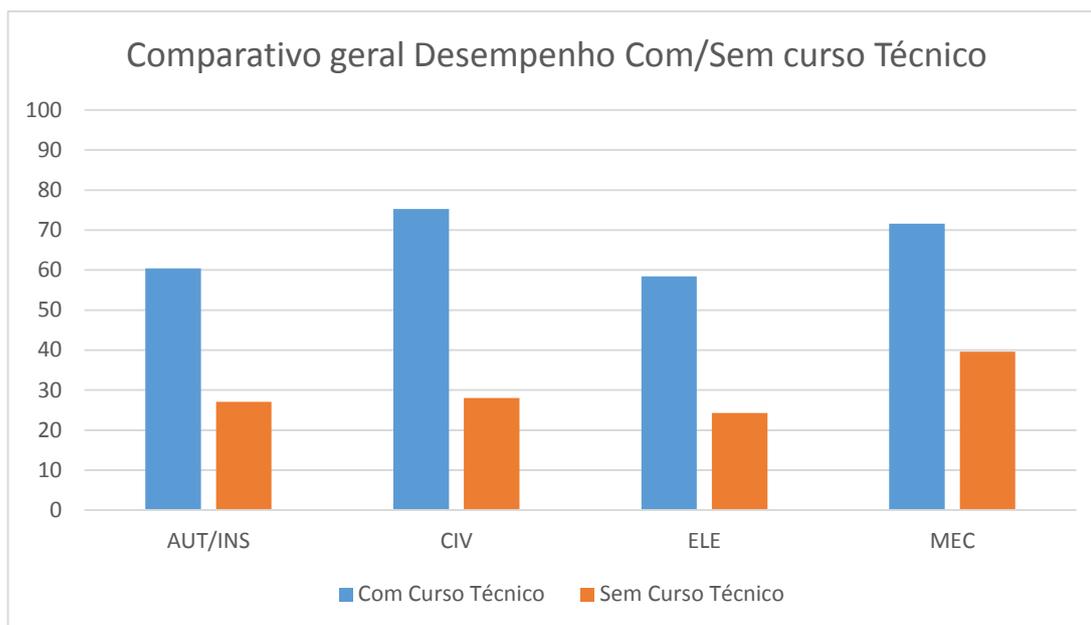


Gráfico 24: Desempenho Com/Sem curso técnico.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da aplicação de questionários, tanto para gestores quanto para discentes, realizou-se um estudo da importância da leitura e da interpretação do desenho técnico para os alunos da Engenharia de Automação Industrial do CEFET-MG / Unidade Araxá. A utilização desses questionários possibilitou o entendimento da necessidade imprescindível de conhecimento de um engenheiro de Automação Industrial para as empresas da região, o que foi de extrema importância, haja vista que os gestores serão, possivelmente, os futuros superiores desses alunos.

A partir desse estudo, também foi possível verificar o nível de conhecimento técnico de leitura e interpretação de desenho e analisar o desempenho dos alunos dessa instituição no que concerne aos conhecimentos relativos a essa área. Nesse sentido, verificou-se, por meio das análises antes apresentadas, que o nível de leitura e interpretação de desenho técnico dos alunos da Engenharia de Automação Industrial com curso técnico é superior aos que possuem conhecimento puro, ou seja, aqueles que possuem o aprendizado único da graduação. Logo, a interpretação dos gráficos de desempenho permitiu concluir que a maioria dos discentes, sujeitos ao questionário com base no que disseram os gestores, apresenta resultado bem inferior ao mínimo exigido pelo mercado de trabalho que, a cada dia, se torna mais competitivo.

Intentou-se, assim, com esta pesquisa, assinalar a grande importância de leitura e interpretação de desenho técnico, haja vista que na automação de um processo usa-se elétrica para comunicação e resposta, atuando em um equipamento mecânico, e conta-se com o auxílio de uma planta civil para se analisar disposições e inserções de equipamentos. Considera-se, enfim, que este estudo serviu aos seus propósitos satisfatoriamente, propiciando não somente aprendizado acadêmico-científico, no que diz respeito ao desenvolvimento da pesquisa em si, mas também enriquecimento pessoal no tocante à socialização com o ambiente industrial, ao trato profissional, e à responsabilidade da engenharia no desenvolvimento e execução de projetos.

A partir do estudo desenvolvido neste trabalho, surgem novos horizontes para dar continuidade e aprofundamento ao tema. Em um primeiro momento, poderia ser executado um estudo sobre a contribuição da leitura e interpretação de desenho para algumas disciplinas específicas de maior relevância para a Automação, a fim de melhorar a qualidade do estudo e da análise. Talvez, a ação mais importante que se possa fazer a partir deste seja a adequação do curso e da carga horária das disciplinas. Nessa medida, faz-se necessário novos estudos para inserção de uma carga horária maior ou, até mesmo, de disciplinas adicionais referentes à leitura e interpretação de desenho técnico. Sugere-se a adição de uma disciplina adicional de leitura e interpretação de desenho obrigatória na grade do curso, como já ocorre externamente ao CEFET – Araxá, em instituição com o mesmo curso, como é o caso da UFMG, UFU ou o próprio CEFET – Leopoldina.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Normas de desenho técnico. [Rio de Janeiro] **ANSI / ISA S5.1**: Identificação de instrumentos Alphacad Serviços. Disponível em: <<http://alphacadservicos.no.comunidades.net/projeto-eletrico>>. Acesso em 3 out. 2015.

BACHMANN, Albert. **Desenho Técnico**. 13. ed. Porto Alegre: Globo, 1980.

LIMA, Renato Montandon de. **Parafuso com cabeça Hexagonal**. Cedido pelo autor.

MATTEDE, Henrique. **Diagramas elétricos – Mundo da elétrica**. Disponível em: <<http://www.mundodaeletrica.com.br/diagramas-eletricos/>>. Acesso em: 1 out. 2015.

MONTEIRO, Alex de Bitencourt. **Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica**. São Paulo: 2005.

MONTGOMERY, D. C. Diseño y análisis de experimentos. 2 ed. México: Limusa Wiley, 2004. 686 p.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. Planejamento de experimentos com vários fatores. In: \_\_\_\_\_. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 1943. Tradução e revisão técnica de Verônica Calado. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Cap. 14, p. 330-370.

PAHL, GERHARD. **Projeto na Engenharia**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

PESSOA, Edson Frota. **Desenho técnico – Meio Corte - IFCE**. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ordenaebass/desenho-tecnico-32055375>>. Acesso em: 2 out. 2015.

SILVA, A.; RIBEIRO, C .T.; DIAS, J.; SOUSA,L. **Desenho Técnico Moderno**. 4. ed. Belo Horizonte: LTC, 2006.

ROCHA, Sérgio Pereira da. **Desenho Técnico para Refrigeração e Climatização**. 2008. 3. ed. Rio de Janeiro. Cap. 2, p. 36.

TATON, R. **História Geral das Ciências**. 1a ed., São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1960.

THOMAS TÉCNICA. **Descrição Limitador de Torque ST1**. Disponível em: <[http://www.next4dev2.com/thomas\\_tecnica2/index.php/pt/porca-de-encosto/item/st1-2](http://www.next4dev2.com/thomas_tecnica2/index.php/pt/porca-de-encosto/item/st1-2)>. Acesso em: 22 set. 2015.

TH Deyvid Alex de Bitencourt Monteiro TÉCNICA. **Descrição Limitador de Torque ST1**. Disponível em: [http://www.next4dev2.com/thomas\\_tecnica2/index.php/pt/porca-de-encosto/item/st1-2](http://www.next4dev2.com/thomas_tecnica2/index.php/pt/porca-de-encosto/item/st1-2)>. Acesso em: 22 set. 2015.

TOGNETTI, Eduardo Stockler. **Simbologia e Terminologia de Instrumentação – Universidade de Brasília**. Disponível em: < [http://www.ene.unb.br/estognetti/files/Simbologia\\_ISA.pdf](http://www.ene.unb.br/estognetti/files/Simbologia_ISA.pdf) >. Acesso em: 4 out. 2015.

TÔRRES, Leonardo A. B. **Diagramas P&I – Universidade Federal de Minas Gerais**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/100447596/Instrumentacao-Diagramas-P-I>>. Acesso em 01 out. 2015.

TOSSETO, Jean. **Residência Josan**. Disponível em: <[http://www.jeantosetto.com/2013\\_09\\_01\\_archive.html](http://www.jeantosetto.com/2013_09_01_archive.html)>. Acesso em: 4 out. 2015

VALE, Frederico A. M. **Desenho Mecânico e de Máquinas**. Apostila cedida pelo autor. 2006, 25 p.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO GESTORES

1) Quais os requisitos um Engenheiro de Automação Industrial deve ter em leitura e interpretação de desenho técnico para que possa executar as atribuições a ele competidas de forma plena e exitosa?

---

---

---

---

---

---

---

---

2) Em uma escala de 0 a 10, onde 10(dez) é extremamente importante e 0(zero) é desnecessário, enumere os temas abaixo de acordo com sua maior relevância para um Engenheiro de Automação.

- Mecânica
  - ( ) Acabamento Superficial;
  - ( ) Cortes e Sessões;
  - ( ) Dimensionamento;
  - ( ) Escalas;
  - ( ) Perspectivas;
  - ( ) Projeção Ortogonal;
  - ( ) Tolerâncias Dimensionais;
  - ( ) Tolerâncias Geométricas.
- Elétrica
  - ( ) Diagramas de força;
  - ( ) Diagramas de Comando;
  - ( ) Diagrama Unifilar;
  - ( ) Diagrama Trifilar;
  - ( ) Diagrama Multifilar;
  - ( ) Esquemas de ligação.

- Automação/Instrumentação
  - ( ) Diagrama P&I;
  - ( ) ISA 5.1 – Letras de Identificação.
- Civil
  - ( ) Concreto Armado;
  - ( ) Desenho de Plantas;
  - ( ) Estrutural.

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DISCENTES

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Curso técnico: \_\_\_\_\_ Atua na área: \_\_\_\_\_

1) Identifique os instrumentos a seguir:

FIC:

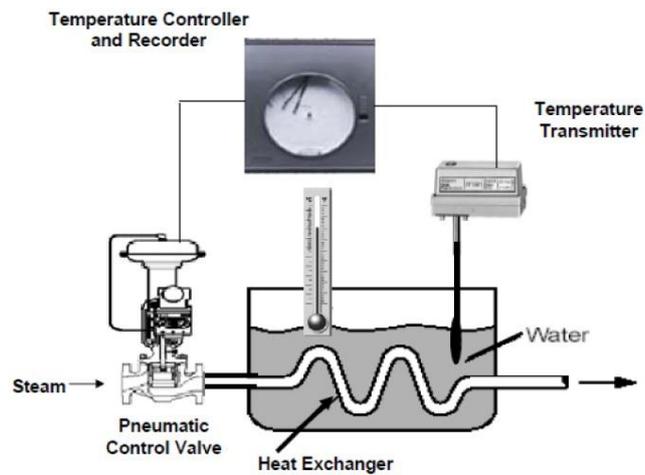
JIC:

WIX:

WDX:

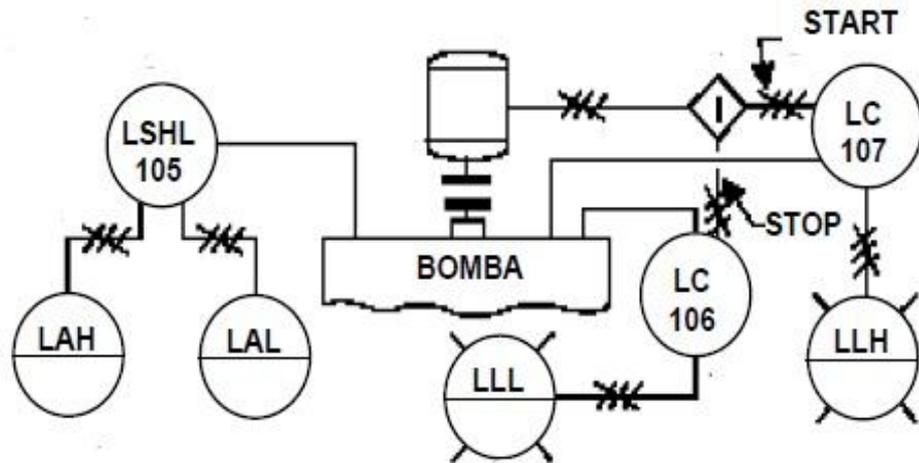
---

2) Dado o processo a seguir, faça seu diagrama P&I: .

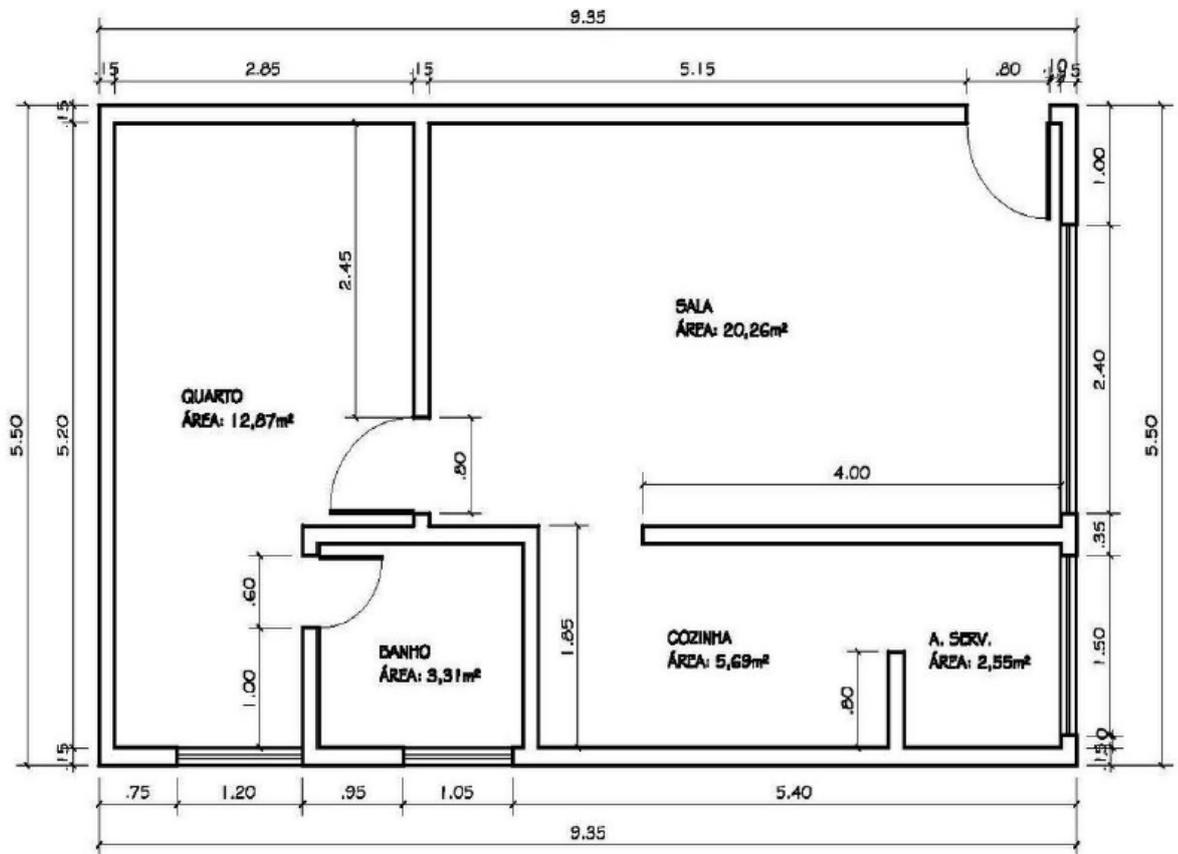


---

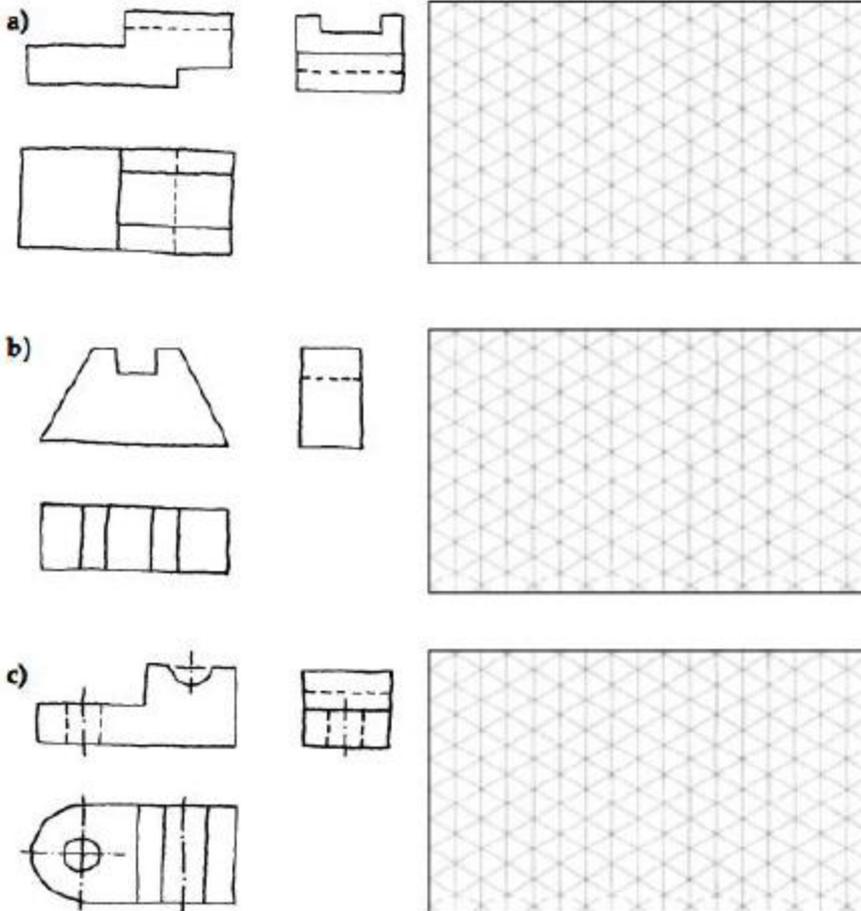
3) O fluxograma de engenharia abaixo (P&I), se trata de um controle de nível de um poço, explique seu funcionamento, ao fazê-lo, assinale também os instrumentos contidos nesse.



4) Na planta baixa de um imóvel, seja ele residencial ou industrial, um fator relevante é o número de janelas e portas e sua respectiva disposição. Determine esses valores e calcule a área útil do imóvel a seguir:



5) Examine os conjuntos das vistas ortográficas e esboce, no reticulado da direita, a perspectiva correspondente.



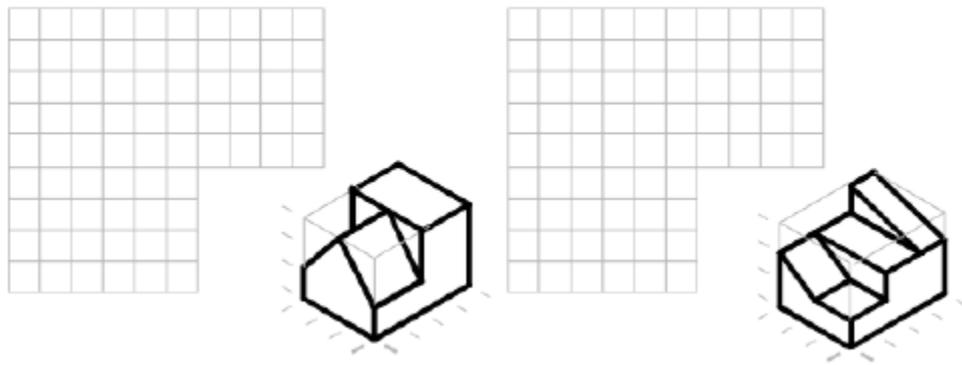
6) Observe o modelo seccionado, representado em perspectiva, e faça o que é pedido:



- Indique, na vista superior, o plano de corte.
- Faça o hachurado das partes maciças, na vista em que o corte deve ser representado.
- Escreva o nome do corte AA.

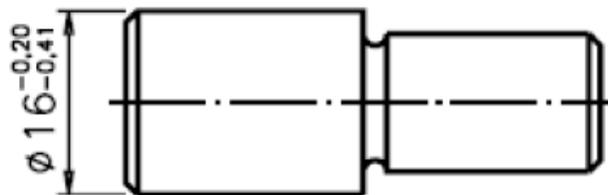
---

7) Dada à perspectiva isométrica da peça, faça, à mão livre, a respectiva representação ao lado em forma de vistas: frontal; superior e lateral esquerda.



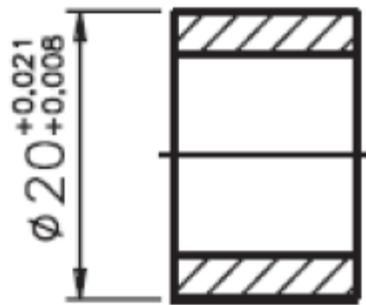
---

8) Encontre a tolerância dimensional da cota, no desenho abaixo:



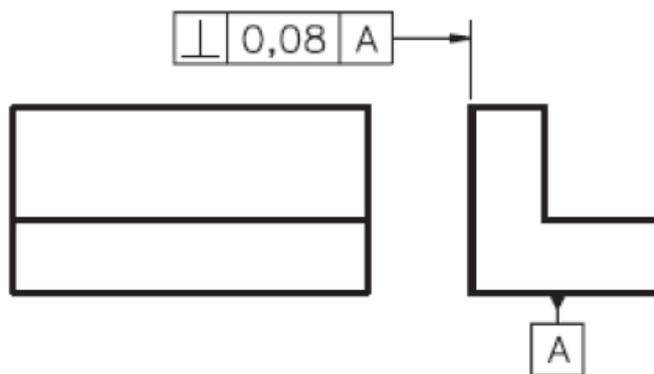
---

9) Analise o desenho abaixo e faça o que se pede:

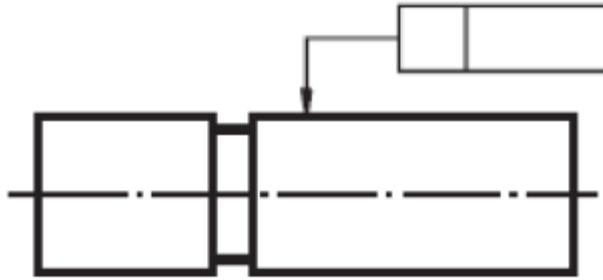


- Dimensão Nominal:
  - Afastamento Superior:
  - Afastamento Inferior:
  - Dimensão Máxima:
  - Dimensão Mínima:
- 

10) No desenho abaixo, defina qual o elemento tolerado e qual o elemento de referência:



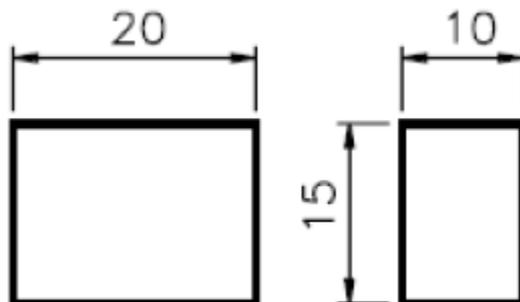
11) No desenho técnico abaixo, preencha o quadro de tolerância sabendo que a tolerância aplicada é de cilíndricidade e o valor de tolerância é de dois centésimos de milímetro.



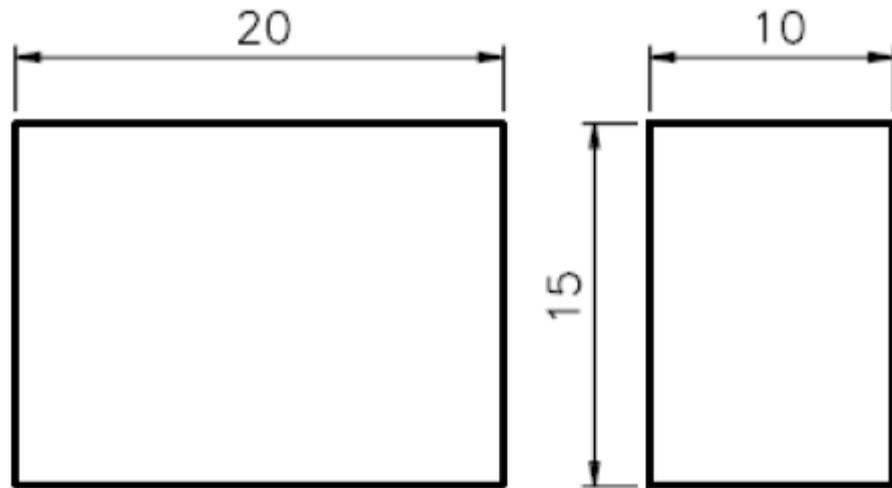
12) Complete as lacunas com os valores correspondentes:

Dimensão do Desenho	Escala	Dimensão Real
	1:1	42
18	1:2	
	5:1	6
16	2:1	
10		100
12		60

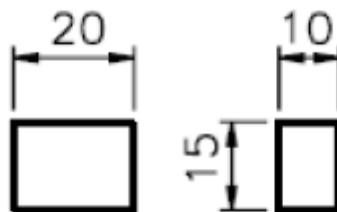
13) A peça abaixo está representada em sua escala natural. Qual das alternativas representa a mesma peça em escala 2:1?



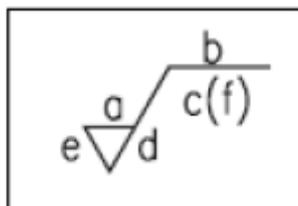
A) ( )



B) ( )

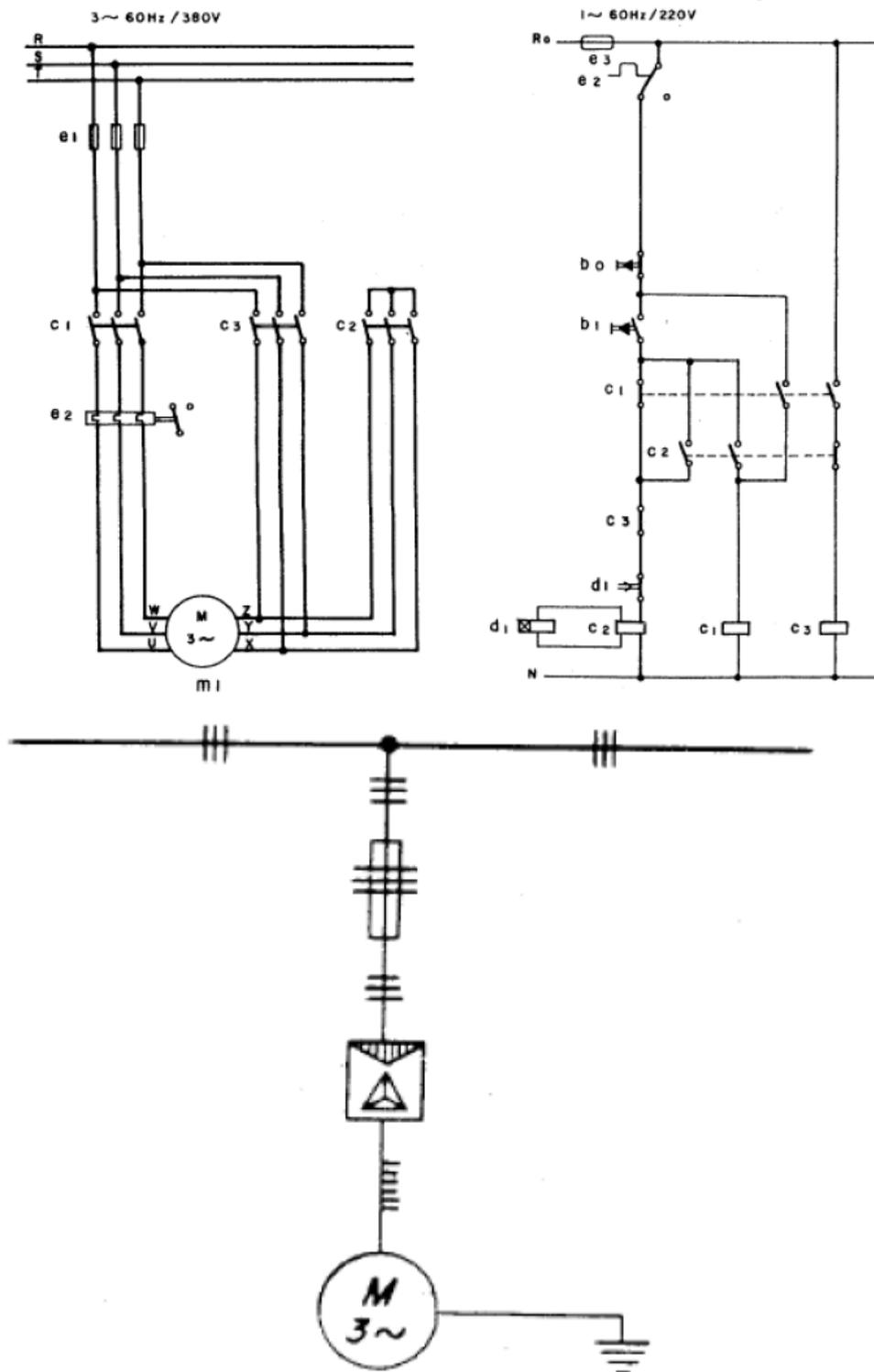


14) No símbolo da figura abaixo, a letra “e” significa:

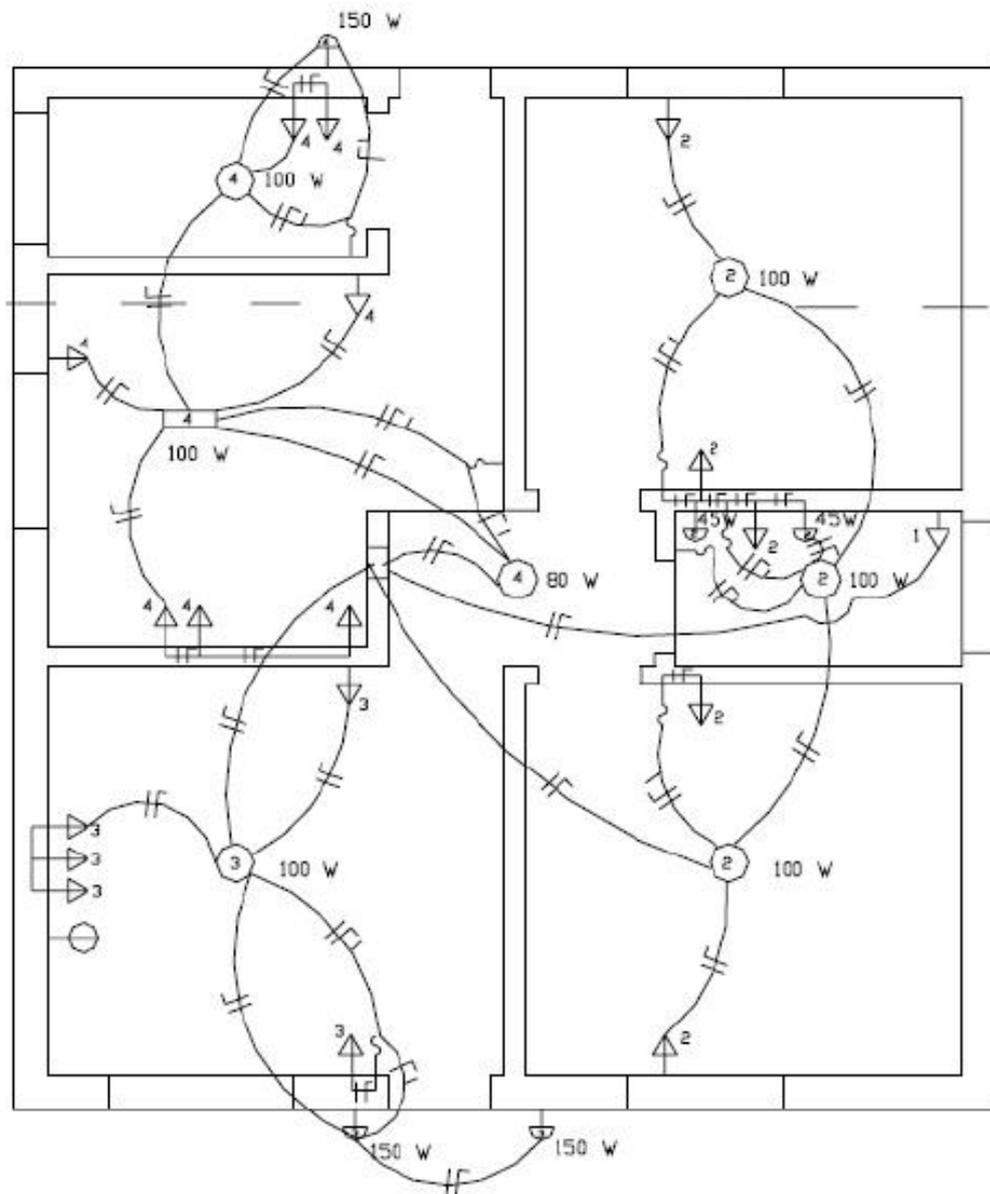


- A) ( ) método de fabricação;
- B) ( ) valor da rugosidade em Ra;
- C) ( ) direção das estrias;
- D) ( ) sobremetal para usinagem, em milímetro (mm).

15) Na partida do motor a seguir, determine o nome dos diagramas ou circuito e explique seu respectivo funcionamento.



16) No projeto elétrico residencial abaixo, indique os pontos de luz, tomadas e interruptores.



17) Dada a representação de um circuito de comando e potência, explique e cite seus componentes e funcionamento.

