



## **PARTE II**

# **A IMPORTÂNCIA DA COMUNICAÇÃO NA ENGENHARIA**



## 7. A COMUNICAÇÃO NA ENGENHARIA

*“Engenheiros de sucesso passam 25% do seu tempo de trabalho escrevendo relatórios e propostas” – Fonte: Richard M. Davis*

*“Engenheiros profissionais acham que a escrita é o assunto mais importante na universidade” – Fonte: Universidade de Winsconsin*

*“Empresas de recrutamento e seleção avisam que os engenheiros precisam trabalhar mais as suas redações” – Fonte: Virginia Tech.*

É bastante complexo tentar estimar a importância da comunicação eficiente para o sucesso das atividades do engenheiro<sup>40</sup>. Não importa quão criativo e elegante o projeto possa ser ele não terá valor até que possa ser comunicado para aquelas pessoas que deverão aprovar, financiar, apoiar e/ou converter o mesmo numa realidade física.

Os engenheiros de sucesso devem ser hábeis na comunicação eficiente com os seus supervisores, colegas e com o público em geral. Frequentemente esses indivíduos não estão próximos o suficiente de forma que a comunicação através de recursos tradicionais e tecnológicos é essencial. Neste capítulo discutiremos alguns recursos e recomendações para ser eficiente nas comunicações de engenharia.

Como engenheiro você deverá escrever milhares de relatórios e memorandos e ainda fazer inúmeras apresentações<sup>41</sup>. Essa é a razão pela qual a maioria dos cursos de engenharia possui pelo menos uma disciplina de Comunicação e Expressão, e às vezes, disciplinas de oratória. Se o seu curso não tiver essas disciplinas você deverá considerar seriamente em cursar essas disciplinas como eletivas, se isso for permitido no seu currículo, ou em última instância como disciplinas complementares fora do currículo. Invista em você!

Você não pode perder as oportunidades de desenvolver as habilidades de apresentação de trabalhos em público. Aproveite sempre os salões de iniciação científica para expor os seus trabalhos e desenvolva desta forma a sua capacidade de comunicação num ambiente amigável.

Muitas pessoas que acreditam que os engenheiros são promovidos principalmente pelas suas habilidades técnicas. A maioria delas vai ficar surpresa de saber de como são importantes às habilidades de escrever e apresentar no local de trabalho dos engenheiros. Quando você perguntar que habilidades são as procuradas pelas empresas de recrutamento e seleção de engenheiros das maiores

---

<sup>40</sup> Adaptado de Paul Wright.

<sup>41</sup> Adaptado de Fleddermann – Bradshaw.



corporações da área, tais como Intel, General Electric, Hewlett-Packard ou IBM, frequentemente será uma enorme lista de habilidades de comunicação como sendo as mais importantes. Surpreendentemente, eles dizem que a comunicação é mais importante que as habilidades técnicas. Isso indica que não é suficiente ter boas idéias se você não pode comunicá-las de forma efetiva.



A idéia principal aqui é de que esses cursos de comunicação e expressão, que aparecem frequentemente no início do curso, não são disciplinas para “encher a lingüiça”, mas que possuem importância crítica para o seu sucesso no futuro. Dê a elas a atenção que merecem agora, e você não irá se arrepender no futuro.

### **7.1.1. Alguns Depoimentos de Engenheiros sobre a Comunicação Escrita**

Algumas perguntas como as seguintes podem vir à tona:

Quantos de nós pensamos que a “Matemática” é a habilidade mais crítica da engenharia?

Quantos de nós pensamos que “Escrever Bem” é a habilidade mais crítica da Engenharia?

Quantos de nós pensamos que tanto a Matemática quanto a Escrita são habilidades criticamente importantes na engenharia?

Você irá se encaixar numa das alternativas acima, mas será que a Matemática é mais importante que a Escrita? Para tentar esclarecer isso podemos nos fazer outras perguntas<sup>42</sup>:

Você gostaria poder influenciar as pessoas?

Você gostaria ser um gerente ou diretor algum dia?

Você gostaria poder obter fundos para implementar os seus projetos?

Você gostaria poder comunicar as suas idéias para os outros?

Você gostaria que os seus amigos, colegas e colaboradores tenham sucesso no trabalho?

Essas são somente cinco de centenas de boas razões pelas quais todos devem desejar de se tornar bons escritores.

### **Quais áreas da sua vida e carreira atual dependem da boa escrita?**

Podemos citar algumas áreas tais como:

A vida acadêmica

---

<sup>42</sup> Malcolm E. Verdict – Diretor Associado do Laboratório de Sistemas de Energia – Texas Engineering Experiment Station



A manutenção do seu posto de trabalho  
Uma possível promoção no seu trabalho.  
Poder participar junto à comunidade do processo democrático e poder se expressar livremente.

### **A transição de uma situação de resistir ao medo de escrever para uma situação de realização pessoal**

Alguns depoimentos de estudantes e engenheiros já formados sobre a dificuldade de se expressar de forma escrita:

*“Escrever nunca foi fácil para mim no colégio, mas eu sobrevivia....”*

*“Eu tinha pavor dos exames onde a gramática contava pontos tanto quanto a minha capacidade de raciocínio matemático....”*

*“Eu tinha inveja do meu colega que achava a língua portuguesa e a redação eram coisas naturais e muito fáceis....”*

*“Eu sobrevivia. Evitava ou desistia de fazer redações porque achava que era uma coisa muito fácil de ser aprendida e que não era muito importante...- Agora eu vejo como estava equivocado...”*

### **Quando você vai decidir que escrever bem é o caminho do sucesso para a sua carreira?**

*“Quando vi que a resolução de equações e a leitura eram os temas mais importantes na escola de engenharia, mas não a escrita...”*

*“O primeiro aviso foi quanto fui procurar emprego e tinha uma coisa nebulosa chamada curriculum vitae – Barbada? Não! Bem, como eles precisavam de um engenheiro para mastigar números mesmo, fui contratado”.*

*“Eu tinha boas idéias como engenheiro júnior, mas tinha que “vender o meu peixe”, daí surgiu a luz...”*

*“... notei que todas as gerentes – aqueles caras que dirigiam os melhores carros e possuíam as melhores salas – redigiam muito bem os seus textos”.*

### **Onde você precisará ter boa habilidade de escrita?**

Na escola de engenharia, na elaboração de:

Artigos, relatórios, atividades extra-curriculares, provas, etc.

No mundo profissional da Engenharia:

Curriculum Vitae

Cartas, memorandos e e-mails

Relatórios de Engenharia

Propostas de financiamento de projetos (geralmente competitivas)



Especificações técnicas, códigos, normas de engenharia

Documentos gerenciais

Contratos

Justificativas para promoções

### **Como venci o medo, passei pela fase de resistência de escrever e alcancei o sucesso profissional?**

Veja o depoimento de um engenheiro:

*Como usei a habilidade de escrever na minha carreira?*

1. Escrevendo relatórios de manutenção de um Boeing 767.
2. Justificando ante o órgão de financiamento do governo sobre a necessidade de investimentos de R\$ 100 milhões em programas da área de desenvolvimento sustentável baseado em estudos de engenharia.
3. Escrevendo artigos técnicos profissionais – uma boa forma de participar de congressos em lugares paradisíacos do planeta.

### **Recomendações para uma boa escrita**

Algumas recomendações de engenheiros:

*“Fazer cursos de português e redação podem não ajudar você depois de graduado”*

*“Tenha certeza que você analisou cada frase da sua redação assim como normalmente você faz com as variáveis das suas equações”.*

*“Escreva como se você estivesse falando para alguém”*

*“Não esqueça que a sua redação não é para convencer você, mas sim para convencer o leitor”.*

*“Leia o máximo que puder. A rotina de leitura ajuda a melhorar a habilidade de escrever”.*

*“Você será julgado bem cedo na sua carreira pelas suas habilidade de escrever e de se comunicar, sendo assim, faça isso direito!”*

### **Ter sucesso ou simplesmente sobreviver?**

É uma boa pergunta. Algumas recomendações de engenheiros a essa pergunta:

*“A escolha é sua...”.*

*“O que você prefere: se tornar o “chefe” ou se tornar o “chefe do seu cubículo”?”.*

*“Algumas palavras sábias: Divirta-se, trabalhe duro, tenha orgulho do seu esforço e desfrute do resultado desse trabalho”.*



## 7.2. O Engenheiro e a Comunicação Escrita

Durante o curso da sua carreira os engenheiros deverão escrever memorandos e comunicações internas, cartas comerciais, preparar os relatórios e manuais técnicos, publicação de artigos em periódicos e especificações. Antes de descrever em detalhes cada um desses, vamos discutir algumas recomendações gerais para uma redação eficiente.

### 7.2.1. Recomendações para uma redação eficiente

São a seguir listadas algumas sugestões que auxiliam o engenheiro a se tornar um escritor eficiente.

**Planejar e organizar os seus pensamentos antes de escrever:** O planejamento para a organização das idéias deve ser efetuado antes de começar a escrever. Deve se idealizar a forma da seqüência de idéias e a distribuição e ordem das mesmas.

**Preparar um esboço:** Muitos escritores, especialmente os pouco experientes, acham extremamente conveniente a preparação de um esboço do trabalho proposto. Essa prática ajuda o escritor a pensar através da composição das idéias e a melhorar a sua ordem lógica interna. Também fornece um procedimento organizado e um método sólido para melhorar a produtividade e eficiência dos futuros textos.

**Evitar escrever numa estrutura clara:** Estabelecer o parágrafo como sendo a unidade da redação. Ele deve ter um tema principal e ser introduzido por uma frase que descreve o tópico. Nas redações técnicas é frequentemente desejável a divisão da redação em capítulos, seções e sub-seções com cabeçalhos e títulos apropriados. Para melhorar a clareza da apresentação no caso de dados complexos, é recomendada a implementação de gráficos, listas ou tabelas no lugar da forma narrativa.

**Promover a brevidade e a clareza:** Devem ser preferidas as frases curtas com relação às longas. Palavras curtas são melhores que as longas. Por exemplo, *perto* é melhor que *na sua proximidade*; *inexato* é melhor que *pouco exato*.

**Adaptar o estilo de redação público interessado:** Os engenheiros deverão considerar o nível de educação, socioeconômico, idade e interesses dos leitores, e escolher o estilo de redação que for mais apropriado para o público interessado. Por exemplo, os artigos para os periódicos científicos podem conter fórmulas químicas, cálculos teóricos, descrições detalhadas dos métodos da metodologia de pesquisa, e cuidadosas e delicadas conclusões. Os artigos ou relatórios preparados



para o público em geral requer de um estilo bastante diferente ao anterior, no caso, um estilo que usa somente texto e ilustrações simples, com ênfase nas aplicações práticas e implicações pessoais da informação que está sendo transmitida.

**Evitar o uso de gírias e palavras de “moda”:** As palavras tais como OK, “bom demais”, “resultado positivo”, “muito legal”, não são apropriadas nas redações técnicas, que precisam ser de estilo formal.

**Evitar redundâncias:** Por exemplo:

Evitar	Usar
Partes componentes	componentes
Consenso de opinião	consenso
Mais única	Única
Ao redor de todos os lados	Ao redor

**Evitar eufemismos:** Os eufemismos pomposos e rebuscados tendem a desordenar uma boa redação e por isso não devem ser usados. Considerar os seguintes exemplos:

Evitar	Usar
Veículo previamente usado	Veículo usado
Centro de compartilhamento de informações	Biblioteca
Motorista de táxi	Taxista

**Evitar erros de ortografia e gramática:** Se você tem deficiências ortografia ou gramática<sup>43</sup>, veja urgentemente como corrigir através de cursos de revisão. Nesse meio tempo, peça a um amigo para revisar as suas redações e para sinalizar e corrigir os erros ortográficos e gramaticais que possam arruinar o seu trabalho.

### 7.2.2. Tipos de Redação usados na Engenharia

Em pesquisas realizadas nos EUA<sup>44</sup> com engenheiros bem sucedidos concluíram que esses usavam em média 24% do seu tempo escrevendo. Os engenheiros executam uma ampla variedade de redações, incluindo anotações em cadernos de pesquisa, memorandos, comunicações internas, relatórios técnicos, artigos e especificações de projeto.

---

<sup>43</sup> As pessoas que são boas em gramática e ortografia normalmente sabem que o são. Se você não sabe se é bom ou não, provavelmente você tem deficiências nestes itens.

<sup>44</sup> Richard M. Davis – Technical Writing in Industry and Government – Journal of Technical Writing and Communications 7, No. 3, 1977.



### **Cadernos de Pesquisa**

Muitos engenheiros mantêm um registro informal do seu trabalho pela inserção periódica de anotações num diário ou caderno. Esse tipo de redação normalmente se constitui num registro diário do trabalho do engenheiro, incluindo os resultados de experimentos de laboratório, notas de reuniões, registros de conversações com os colegas e outros assuntos pertinentes. Um registro desse tipo feito de forma cuidadosa e permanente fornece uma boa fonte de informação para os memorandos, comunicações internas e relatórios técnicos.

### **Memorandos e Cartas Comerciais**

Na maioria das grandes companhias e organizações, a correspondência interna é feita através de memorandos. Os memorandos são normalmente breves e tratam de um único assunto. Embora possa mudar o formato de uma empresa para outra, esta forma de comunicação tipicamente inclui a data, o destinatário (PARA:), o remetente (DE:), o tópico (ASSUNTO:) e a respectiva mensagem. Um exemplo de Comunicação Interna ou Memorando é mostrado a seguir.

A correspondência externa, i.e., aquela enviada a pessoas fora da empresa, é usualmente feita por cartas comerciais. Os engenheiros usam um formato padrão para a correspondência externa, como mostrada a seguir. O estilo e o tom das cartas comerciais deve ser claro, conciso, completo e cortês.



**Antrax**  
**Technology**

Antrax Tecnologia Ltda  
CGC: 03.627.799/0001-98  
Rua Conselheiro Travassos, 963.  
90870-240 Porto Alegre - RS

20 de março de 2007

Abis GmbH.

Rua Joaquim Nabuco, 521

Porto Alegre - RS

Fone: (51) 3277-9452

Fax: (51) 3277-9415

A/C.: Sr. Diretor Eng. Eletr. Jürgen Mötzsche

Prezado Diretor:

Estamos enviando em anexo à proposta comercial do projeto PE-2007-06 de acordo com as modificações solicitadas na reunião de 10 de janeiro de 2009, e conforme a ata AR-09-2009.

Fico no aguardo das suas observações.

Atenciosamente.

Eng. Eletr. Luis Fernando E. Cocian

Diretor de Engenharia

### **E-mail**

A maioria dos engenheiros costuma se comunicar rotineiramente através do e-mail ou correio eletrônico. Esta forma de comunicação é normalmente sucinta. Em geral, é recomendável que o texto do e-mail não seja maior que uma tela de computador. O e-mail deve mostrar uma linha de Assunto apropriada e no caso de temas muito extensos, é recomendável anexar o documento no lugar de copiá-lo no corpo do mesmo.

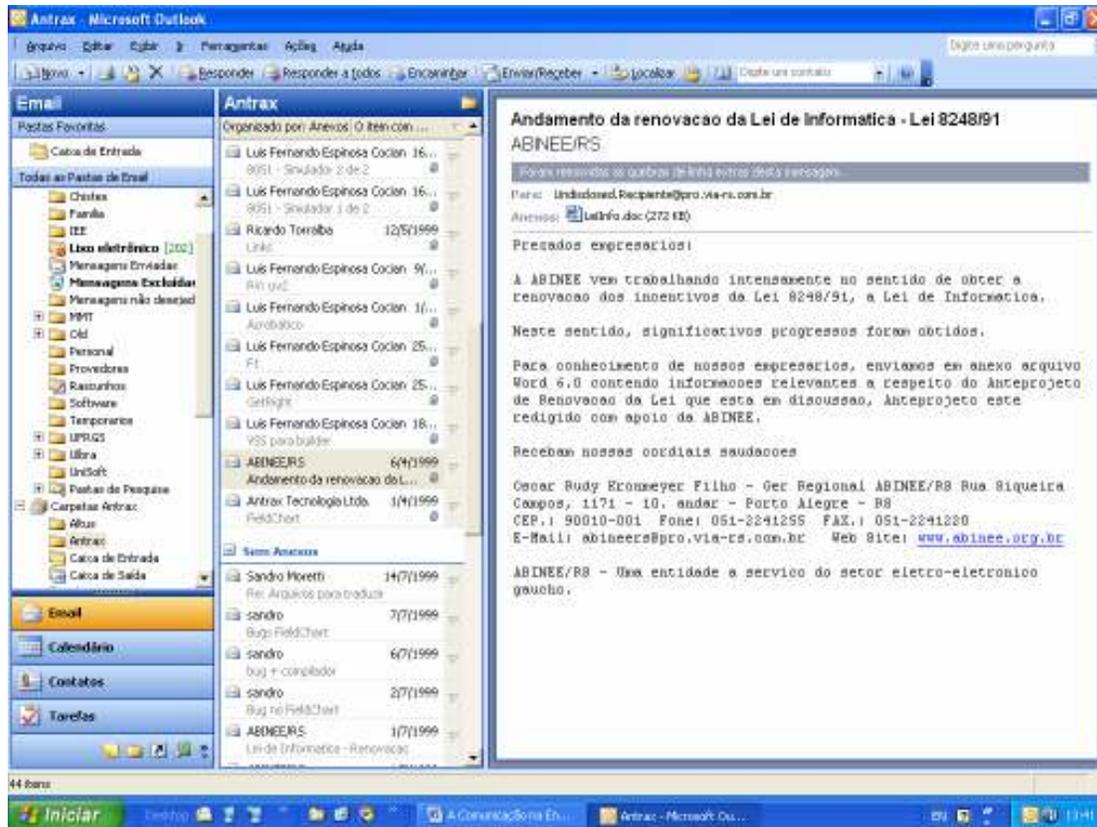


Figura 7-1 – Exemplo de e-mail

## Relatórios Técnicos

De todas as formas de comunicações utilizadas pelos engenheiros, o relatório técnico é o tipo de redação mais comumente relacionado com o trabalho de engenharia. Esses relatórios fornecem ao engenheiro um veículo para comunicar os resultados do seu trabalho aos colegas, clientes, supervisores, pessoal administrativo e com o público em geral.

O formato dos relatórios técnicos pode variar dependendo do tipo de relatório. Os relatórios de progresso de projeto, relatórios de propostas comerciais e relatórios de pesquisas empíricas possuem similaridades na sua organização, porém, cada tipo de relatório técnico possui um formato e estilo diferente. A tabela a seguir mostra alguns dos componentes dos relatórios técnicos. A ordem dos itens pode variar de um relatório para outro.

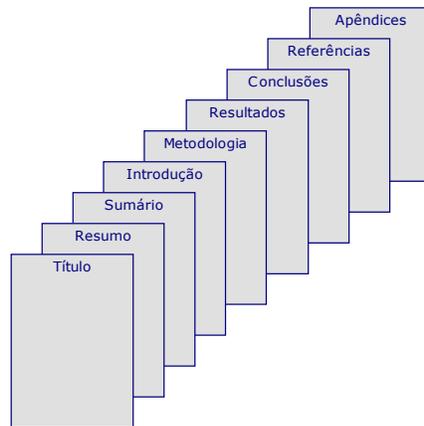


Figura 7-2 – Estrutura típica de um relatório técnico

A página de **título** esclarece o tema do relatório, identifica o autor ou autores, a empresa ou organização e a data de publicação. Esta página pode conter informações adicionais tais como número de relatório, nome e endereço da empresa promotora, a lista de distribuição e as restrições na reprodução e uso do relatório.

O **resumo** é uma abreviação do conteúdo e propósito do relatório principal. O seu propósito é o de fornecer informação suficiente para permitir que o leitor decida ou não, ler o relatório inteiro. Um **resumo descritivo** descreve o conteúdo total do relatório, mas não fornece os resultados finais. Um **resumo informativo**, brevemente descreve a metodologia do estudo e coloca as conclusões principais e recomendações finais. Muitos clientes, como alguns órgãos do governo requerem de um sumário executivo que brevemente resume os resultados e as recomendações do relatório.

A **introdução** estabelece o foco do assunto, propósito e escopo do relatório e o seu plano de desenvolvimento. Ele pode também conter conteúdo teórico ou histórico baseado na pesquisa na literatura técnica.

A seção de **metodologia** ou **procedimentos** fornece uma descrição detalhada dos passos tomados para efetuar o trabalho descrito no estudo ou na investigação. Nos relatórios de investigações experimentais, normalmente são descritos os equipamentos que foram utilizados.

A seção de **resultados** descreve o produto gerado pelo projeto ou investigação. Esta seção do relatório normalmente contém figuras e tabelas, assim como descrições e interpretações dos resultados ou descobertas.

As **conclusões** são as interpretações tomadas das evidências levantadas no transcurso do trabalho. Os relatórios técnicos usualmente tratam de matérias



complexas e controversas. Muitos engenheiros começam as suas conclusões com um resumo dos fatos e titulam a seção como Sumário e Conclusões.

A seção das **recomendações** estabelece ações baseadas nas conclusões tomadas na seção de resultados. As recomendações devem ser colocadas de forma simples, frequentemente na forma de um alista e não precisam conter argumentos justificativos.

A seção da **bibliografia** lista os livros, artigos de periódicos e outras referências usadas na preparação do relatório. Nos relatórios técnicos, a lista de trabalhos citados é usualmente chamada de **Referências**. Muitos formatos bibliográficos diferentes são usados nos relatórios técnicos. A seguir é mostrado um exemplo de dois formatos diferentes.

Ordenação alfabética:

ADAM, Jens. **Versuche zur kontinuierlichen Messung des rheologischen**. Gießerei-Instituts, 1993.

COMOLET R.. **Dynamique des Fluides Réels, Turbomachines**. Tome II. Masson et Cie 1963 p. 1-26, 132-135.

NORTON, Harry. **Sensor and Analyzer Handbook**. Prentice Hall, Inc. 1982 p. 288-289.

Ordenação numérica na ordem de uso:

[1] COMOLET R.. **Dynamique des Fluides Réels, Turbomachines**. Tome II. Masson et Cie 1963 p. 1-26, 132-135.

[2] ADAM, Jens. **Versuche zur kontinuierlichen Messung des rheologischen**. Gießerei-Instituts, 1993.

[3] NORTON, Harry. **Sensor and Analyzer Handbook**. Prentice Hall, Inc. 1982 p. 288-289.

No corpo do relatório, a fontes de referência devem ser citadas entre parênteses ou colchetes pelo nome ou número, com texto normal ou sobre escrito, por exemplo:

“A resistência de um fluido ao cisalhamento (Comolet, 1982) depende da coesão das.....”.

“A resistência de um fluido ao cisalhamento (1) depende da coesão das.....”.

“A resistência de um fluido ao cisalhamento<sup>[1]</sup> depende da coesão das.....”.

Algumas empresas ou organizações preferem listar as fontes bibliográficas no rodapé no lugar de colocá-la numa lista separada no final do corpo principal do relatório. Alguns livros colocam uma seção de referências no final de cada capítulo.

O material técnico detalhado tais como programas de computador, tabelas de dados e coisas parecidas são colocados em um ou mais apêndices no final do relatório.



### 7.2.3. Modelos de Discursiva

O autor do relatório técnico normalmente utiliza quatro modelos de discursiva:

**Narração:** na qual é relatada uma série de eventos na ordem cronológica dos acontecimentos.

**Descrição:** onde o autor tenta efetuar a representação verbal de algum objeto expressado em termos tais como tamanho, forma, cor, textura e posição.

**Exposição:** onde o autor tenta esclarecer ou explicar algum assunto.

**Argumentação:** onde o autor tenta convencer o leitor da probabilidade de que alguma proposição é a correta ou mais vantajosa.

Para informar ou instruir o leitor, o autor do relatório técnico deve usar exemplos, definições, classificações, comparações e discussões sobre causa-efeito.

### Artigos em Periódicos

Os engenheiros frequentemente publicam os resultados do seu trabalho em periódicos e revistas técnicas. Os artigos para periódicos usualmente são mais breves que os relatórios técnicos mas são similares na sua organização e conteúdo. Os periódicos permitem a ampla disseminação dos conhecimentos técnicos.

### Especificações

As especificações técnicas são usadas pelos engenheiros para comunicar aos construtores, fabricantes e montadores, informações detalhadas sobre materiais, dimensões e montagem para que algum serviço ou objeto possa ser fabricado, instalado ou montado. As especificações devem ser escritas com muito cuidado para assegurar a exatidão e totalidade da informação necessária. Esses documentos fazem parte dos contratos e licitações de engenharia e podem ser usados para documentar os detalhes de um projeto. A linguagem desses documentos é dessa forma muito precisa e o estilo da redação tende a ser do tipo jurídico. A seguir é mostrado um exemplo de algumas especificações técnicas.

**Condutores**

Os condutores do ramal de entrada subterrânea:

devem ser de cobre, com isolamento em EPR, XLPE ou PVC, dotados de cobertura de PVC de acordo com as NBR 7286, NBR 7287 ou NBR 7288, respectivamente, ou XLPE sem cobertura de acordo com a NBR 7285, para tensão de 1kV, com classe de encordoamento 2 conforme tabelas da NBR 6880 (ver [ANEXO W](#)). Podem ser usados dois, três ou quatro condutores unipolares, porém quando usado cabo multipolar, deve ser sempre a quatro condutores. Para dimensionamento, consultar [ANEXO J](#);

todos os condutores devem estar perfeitamente identificados. Em caso de identificação por cor, o neutro deve ser da cor azul-claro. Os condutores fases devem ser identificados por cores distintas, caso isso não seja possível, deve ser utilizada outra forma de identificação, desde que não seja a cor azul, verde ou verde-amarelo. Para dimensionamento, consultar [ANEXO J](#); não devem possuir emendas ou isolamento danificado;

deve ser prevista a reserva de 01(uma) volta de condutor, observado o raio mínimo de curvatura (especificado pelo fabricante) para a primeira e a última caixa de passagem do ramal.

**Eletrodutos**

Devem ser de diâmetro nominal mínimo de 50mm e proteger os cabos da seguinte forma:

- a) junto ao poste por eletroduto de aço zincado, tipo pesado. Em regiões com acentuado índice de corrosão (litorâneas ou carboníferas), os eletrodutos devem ser, obrigatoriamente, de material aluminizado tipo pesado. Os cabos multipolares e unipolares devem ser protegidos até uma altura de 2,70m e 5,70m do solo, respectivamente, observando-se o afastamento mínimo de 1,25m do condutor neutro;
- b) no passeio público por eletroduto de aço zincado, tipo pesado, PVC flexível, rígido rosqueável ou soldável, instalados a uma profundidade mínima de 0,30m;
- c) nas travessias de pistas de rolamento e entradas de veículos pesados, por eletroduto de aço zincado. Podem ser usados eletrodutos de PVC rígido rosqueável ou soldável, ou eletroduto corrugado, protegidos por envelope de concreto. Em qualquer das situações, deve ser observada a profundidade mínima de 0,60m (ver [figura 15](#)).
- d) os cabos devem ser protegidos ao longo de paredes e postes, quando em instalações aparentes, por meio de eletroduto rígido de aço-carbono, esmaltado ou zincado, com espessura de parede classe "média", "pesada" ou "extra", com acabamento nas extremidades. Nos pavimentos em que os eletrodutos forem instalados paralelos as vigas, apoiados e protegidos pelas mesmas, pode ser utilizado eletroduto de PVC rígido.

**Notas:**

- 1 O eletroduto junto ao poste deve ser identificado com o número do prédio a ser ligado, mediante a utilização de material não corrosivo, fixado na extremidade superior do mesmo.
- 2 No passeio público e nas travessias de pista de rolamento, a existência dos eletrodutos deve ser sinalizada com uma fita indicativa de "condutor de energia elétrica". No passeio público a 0,15m e nas travessias de pista de rolamento a 0,30m acima do eletroduto, em toda a sua extensão, conforme NBR 5410.
- 3 Não deve haver trechos de eletrodutos, entre caixas de passagem, maiores que 30m e para toda a mudança de direção deve ser prevista uma caixa de passagem.

Figura 7-3 - Regulamento de Instalações Consumidoras - Fornecimento em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea<sup>45</sup>

### 7.3. O Engenheiro e a Comunicação Gráfica

A maioria dos engenheiros comunica-se uns com os outros e com outros especialistas usando a linguagem universal das representações gráficas de

<sup>45</sup> - AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S/A - Companhia Estadual de Energia Elétrica - Rio Grande Energia S/A - 2004.



engenharia. Essas representações tomam várias formas, desde desenhos a mão livre até complexos desenhos e simulações computadorizadas. Os desenhos a mão livre e as representações geradas por computador, transcendem culturas e idiomas. Esse tipo de expressão é criado para descrever claramente os detalhes de construção e montagem e para evitar ambigüidades. Cada uma dessas representações é criada usando convenções adotadas pela indústria e notações que resultaram num padrão de comunicação usado em representações gráficas manuais e as feitas usando um computador. Algumas organizações especiais tais como ABNT, ISO e outras estabelecem especificações para muitos tipos de representação gráfica.

Como engenheiro, você deve ser hábil não somente para criar tais representações para descrever o seu trabalho, mas também na leitura e interpretação das representações gráficas produzidas por outros. Frequentemente, você pode ter que incluir no seu projeto uma peça fabricada por uma outra pessoa, você poderá ter que descrever a operação da construção para o supervisor de campo quem irá criar o artefato descrito no seu desenho, ou você poderá ser chamado a preparar uma estimativa de custos para a construção ou montagem das entidades representadas de forma gráfica.

O nível de detalhes dessas representações frequentemente varia dependendo do público alvo. Às vezes o objetivo é de mostrar ao cliente o projeto geral, deixando de lado os detalhes da representação já que o foco é o projeto global. Outras vezes, as representações gráficas podem ser usadas por um torneiro mecânico ou por um mestre de obras, quem necessitará as exatas dimensões e tolerâncias além da informação da produção ou construção para produzir o projeto.

### **7.3.1. Tipos de Comunicações Gráficas**

Foi criada uma grande variedade de tipos de comunicação gráfica para permitir que os engenheiros possam se comunicar eficientemente entre si e com o público em geral. Esses tipos em geral têm escalas associadas. A representação em escala é uma técnica que permite que uma imagem gráfica seja representada num tamanho maior ou menor que o objeto atual o futuro que está sendo representado. Um exemplo é um mapa rodoviário que possui uma escala descrita na sua legenda.

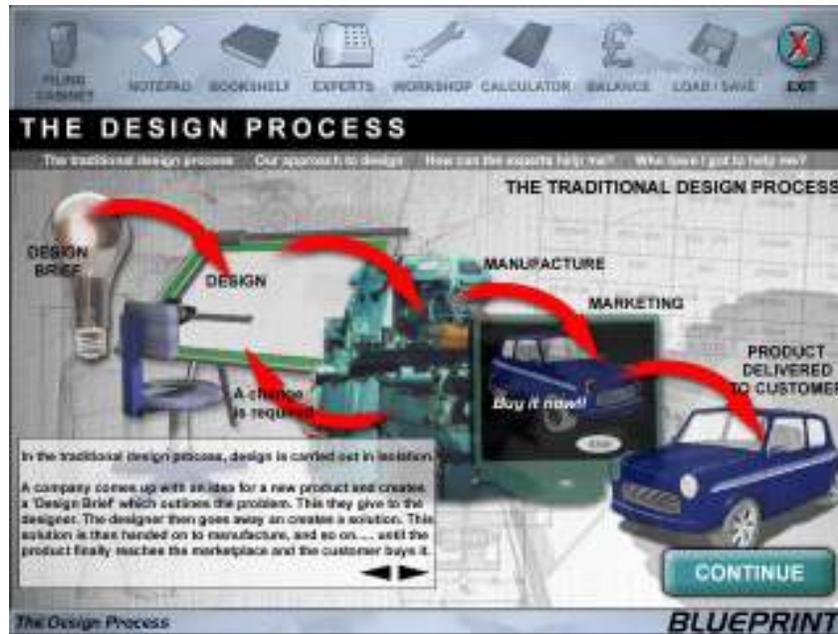


Figura 7-4 – O projeto de engenharia utiliza necessariamente representações gráficas<sup>46</sup>

Frequentemente essas representações mostram técnicas de fabricação e montagem além de geometrias e dimensões. As técnicas de representação incluem informações sobre soldas, fundição, fresagem e valores de tolerâncias. Alguns tipos mostram a interconexão lógica ou física de circuitos elétricos e eletrônicos, sistemas hidráulicos e pneumáticos, sistemas térmicos e reatores. O engenheiro também pode apresentar informação na forma de gráficos de funções, barras, pizza ou torta. Por exemplo, esse tipo de representação pode incluir a apresentação de cronogramas de projeto, orçamentos e de capacidade industrial.

O engenheiro pode utilizar representações de objetos ou idéias em duas, três, quatro, cinco ou mais dimensões<sup>47</sup>. A escolha de qual representação usar depende do público alvo da informação. Para se comunicar com profissionais não engenheiros, normalmente se usam desenhos em três dimensões chamados de desenhos pictográficos que são as perspectivas e representações isométricas. Essas representações são parecidas com o que uma pessoa pode ver através dos seus próprios olhos, mas podem ser inexatas em termos de dimensões. Esse tipo de desenho contém pouca informação sobre as técnicas de construção e fabricação.

Os engenheiros frequentemente criam um modelo sólido tridimensional com vistas bidimensionais que mostram as projeções ortográficas, vistas de seção e vistas auxiliares que descrevem as dimensões, tolerâncias e materiais em unidades

<sup>46</sup> Blueprint software.

<sup>47</sup> Em geral, podem ser três dimensões geométricas. O tempo, temperatura, densidade de campo magnético são exemplos de mais dimensões que podem ser representadas numa animação.



reais. Os engenheiros usam também simulações e representações de realidade virtual para mostrar, simular e interagir com objetos antes de fabricar ou construir, evitando os custosos erros de fabricação. Vários tipos de representação gráfica serão comentados a seguir

### 7.3.2. Os desenhos das linhas

As linhas nos desenhos de engenharia significam mais do que a simples geometria do objeto, e por isso é importante o uso apropriado dos diferentes tipos.

Espessura: para a maior parte dos desenhos de engenharia se requer de duas espessuras: as linhas grossas e as finas. A recomendação geral de uso é que as grossas tenham o dobro de espessura que as finas.



A LINHA GROSSA CONTÍNUA É USADA PARA AS BORDAS VISÍVEIS E OS CONTORNOS.



AS LINHAS FINAS SÃO USADAS PARA OS CORTES, LINHAS DE GUIA, LINHAS DE CENTRO, DIMENSÕES E PROJEÇÕES.



USADAS PARA MOSTRAR LINHAS CENTRAIS E DE SIMETRIA. USADAS PARA IDENTIFICAR CENTROS DE CÍRCULOS, CARACTERÍSTICAS CILÍNDRICAS E SIMETRIAS EM GERAL.



AS LINHAS TRACEJADAS SÃO USADAS PARA REPRESENTAR DETALHES ESCONDIDOS, COMO POR EXEMPLO, FUROS E ESPESSURAS DE PAREDE.

### 7.3.3. Desenhos a mão livre – Drafts ou Rascunhos

O desenho a mão livre é a arte de comunicar idéias de forma gráfica sem as ferramentas tradicionais de desenho. Os desenhos a mão livre são representações rápidas e não muito detalhadas, porém são muito úteis nas apresentações preliminares de idéias. A Figura 7-5 mostra um esboço que ilustra o detalhe estruturas de uma pilastra com núcleo de aço.

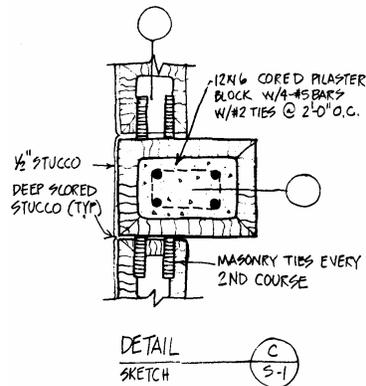


Figura 7-5 – Desenho a mão-livre que ilustra o detalhe estruturas de uma pilastra com núcleo de aço.

A habilidade de fazer desenhos com as mãos está diretamente relacionada com a visualização. A visualização é o processo mental que permite ao projetista de fazer uma imagem mental da imagem do dispositivo sendo considerado. As idéias de desenho rapidamente estimulam o processo do projeto. O registro das idéias de forma gráfica faz possível que o projeto possa ser avaliado e refinado.

Muitas vezes, os engenheiros têm que produzir um desenho de uma peça, de uma montagem ou de um processo para comunicar informações importantes. Às vezes, esses desenhos são feitos com a ajuda de um computador, mas a maioria das vezes deverá ser feito a mão livre. Esses desenhos são facilmente criados, porém devem seguir padrões e convenções para o intercâmbio eficiente da informação. O uso de padrões ou *standards* nos desenhos a mão livre, diferenciam os desenhos de engenharia dos desenhos artísticos. Os desenhos de engenharia mantêm a proporcionalidade das dimensões e seguem convenções descritas a seguir para as representações pictóricas e representações ortográficas. Essas são muito utilizadas para rapidamente trocar idéias de projeto com os colegas ou para descrever a construção ou fabricação de procedimentos em campo.

### 7.3.4. Representações Pictóricas

#### Representações Isométricas

A representação isométrica é um método matemático que serve para construir objetos tridimensionais sem o uso da perspectiva. A isométrica tenta apresentar os desenhos de forma mais realística.

A matemática envolvida permite que todos os comprimentos possam ser desenhados com o seu valor real. Um desenho isométrico mostra duas laterais do objeto o lado superior ou inferior. Todas as linhas verticais são desenhadas



verticalmente, mas as linhas horizontais são desenhadas a  $30^\circ$  da horizontal. A representação isométrica é um método simples de representar imagens razoáveis em três dimensões.

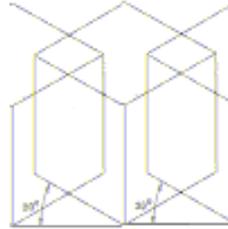


Figura 7-6 – Caixa desenhada com isométricas

### Representações Axonométricas ou Planométricas

Axonométrica ou planométrica é um método para desenhar uma vista em planta com a terceira dimensão embutida. É muito usada pelos decoradores de interiores, arquitetos e paisagistas.

A axonométrica é implementada pelo desenho de uma vista em planta feita nu ângulo de  $45^\circ$  com a profundidade colocada na vertical. Isso dá a impressão que você está olhando para o objeto de cima.

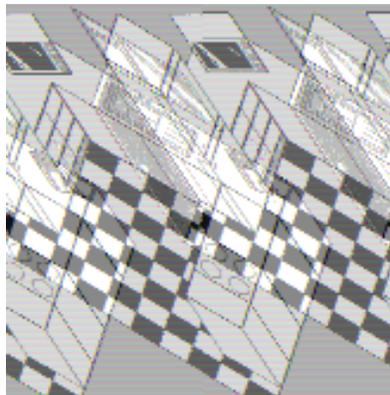


Figura 7-7 - Representação axonométrica de uma cozinha

### Perspectivas

As representações tridimensionais de objetos podem ser desenhadas usando várias técnicas. As representações em **perspectiva** oferecem uma redução no tamanho através da representação de uma distancia aparente a partir do ponto de vista do observador. A ilusão da distancia é fornecida pelo desenho das linhas paralelas do objeto como linhas que convergem num único ponto remoto. As perspectivas de ponto único apresentam um desvanecimento do objeto à medida que as partes do mesmo ficam mais longe do observador.

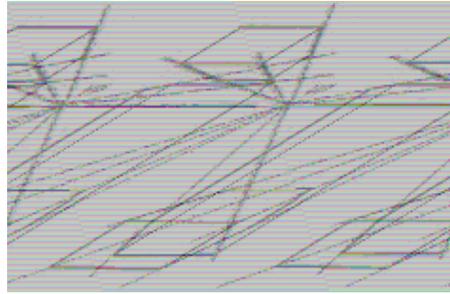


Figura 7-8 – Objetos desenhados usando a representação em perspectiva de ponto único

A perspectiva de um ponto tem uso limitado. O principal problema é que a perspectiva é muito pronunciada para pequenos objetos, fazendo-os parecer maiores do que realmente são.

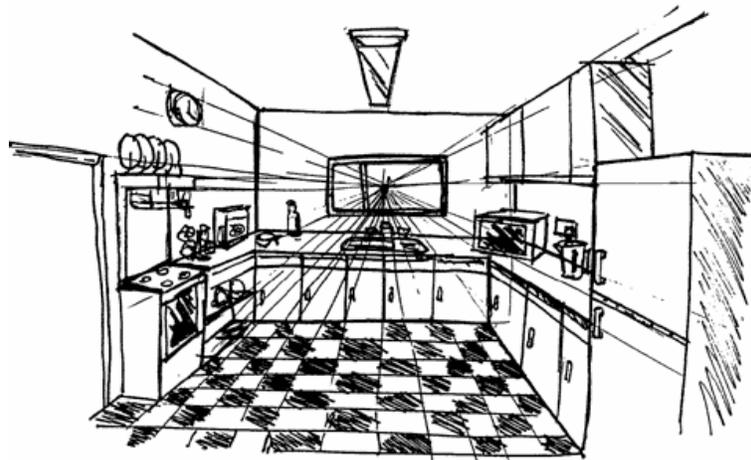


Figura 7-9 – Vista em perspectiva de uma cozinha



Figura 7-10 – Fita cassete desenhada em perspectiva de um ponto

As perspectivas de dois e três pontos de desvanecimento fornecem a mesma ilusão de distância a partir do ponto de vista do observador, mas usa mais pontos adicionais ao longo das direções convencionais. As representações em perspectiva são as mais realísticas para o olho humano das representações pictóricas e podem ser muito úteis para descrever informações para não-engenheiros. A Figura 7-8 mostra um objeto usando uma perspectiva de ponto único, enquanto que a Figura 7-11 mostra o mesmo objeto com uma perspectiva de dois pontos.

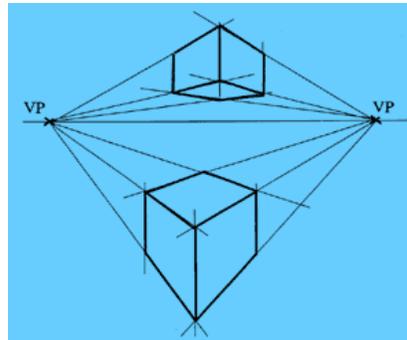


Figura 7-11 – Objetos desenhados usando a representação em perspectiva com dois pontos de desvanecimento.

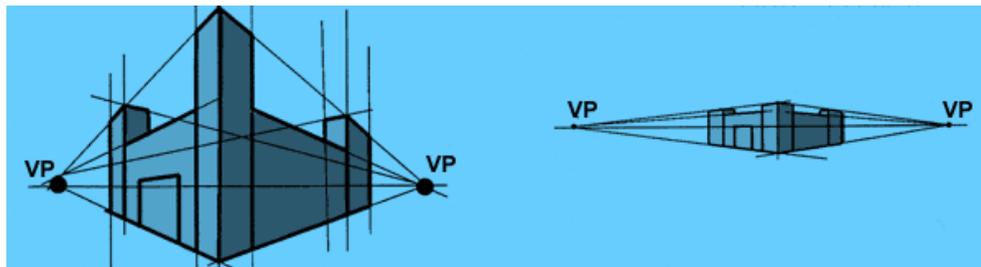


Figura 7-12 - Castelo desenhado em perspectiva de dois pontos, de “perto” e de “longe”.

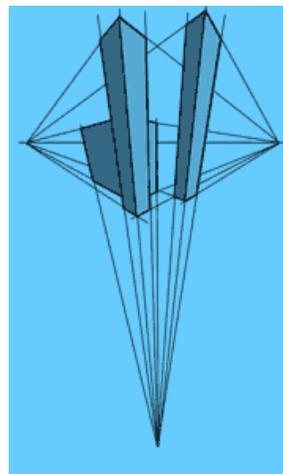


Figura 7-13 – Desenho com três pontos de perspectiva

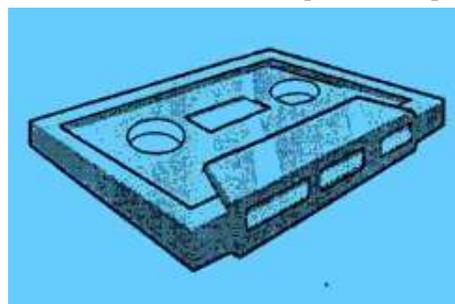
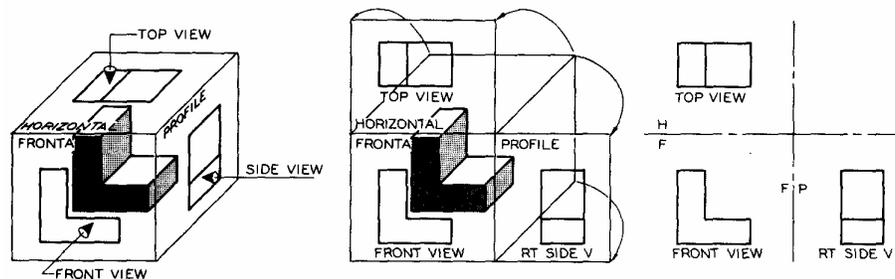


Figura 7-14 – Fita cassete desenhada com três pontos de perspectiva

### 7.3.5. Representações Ortográficas

As representações tradicionais de artefatos de engenharia têm sido as representações **ortográficas**. Esta técnica envolve a representação da visualização

de um objeto a partir de três ou mais direções perpendiculares, desenhando a vista de cada uma dessas perspectivas. A Figura 7-15 A mostra uma “caixa de vidro” de visualização ao redor de um objeto. As três vistas normalmente representadas são as vistas de frente, topo e de lado. Para poder representar esses três vistas do mesmo objeto em uma folha de papel bidimensional, os lados são “dobrados” como mostra a Figura 7-15 B. Cada uma das vistas é então posicionada como mostra a Figura 7-15 C. Este método de representação de objetos oferece a não alteração dos comprimentos das linhas que não são deformadas nem dimensionalmente alteradas (exceto por um fator de escala, se necessário para o desenho caber na folha), como acontece nas representações em perspectiva. Dessa forma, é minimizada a ambigüidade de informação na representação do objeto.



A. OS TRÊS PLANOS PRINCIPAIS DE PROJEÇÃO DA PROJEÇÃO ORTOGRÁFICA PODEM SER PENSADOS COMO PLANOS DE UMA CAIXA DE VIDRO

B. AS VISTAS DOS OBJETOS SÃO PROJETADOS EM PLANOS DE PROJEÇÃO QUE SÃO ABERTOS NO PLANO DA DESENHO

C. OS DETALHES DOS PLANOS SÃO OMITIDOS. AS LINHAS DE CONTOURNO SÃO DESENHADAS E ROTULADAS

Figura 7-15 – Os principais planos de projeção da projeção ortográfica

Dependendo da área de aplicação, as diferentes vistas podem ter nomes diferentes. Por exemplo, a vista de topo pode ser chamada de vista de planta, e as vistas de frente e de lado podem ser chamadas de vista elevações. A Figura 7-17 mostra a um desenho de engenharia para um portão de passagem no cruzamento de uma ferrovia e a sua posição. A figura mostra duas elevações, as vistas de frente e de lado. A Figura 7-17 mostra a o esquema construtivo de uma subestação de energia elétrica abrigada de 300 kVA numa vista em corte lateral e uma planta superior.

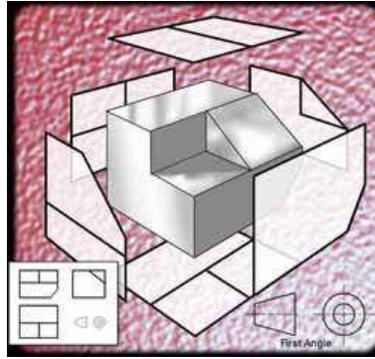


Figura 7-16 - Exemplo de projeção ortográfica

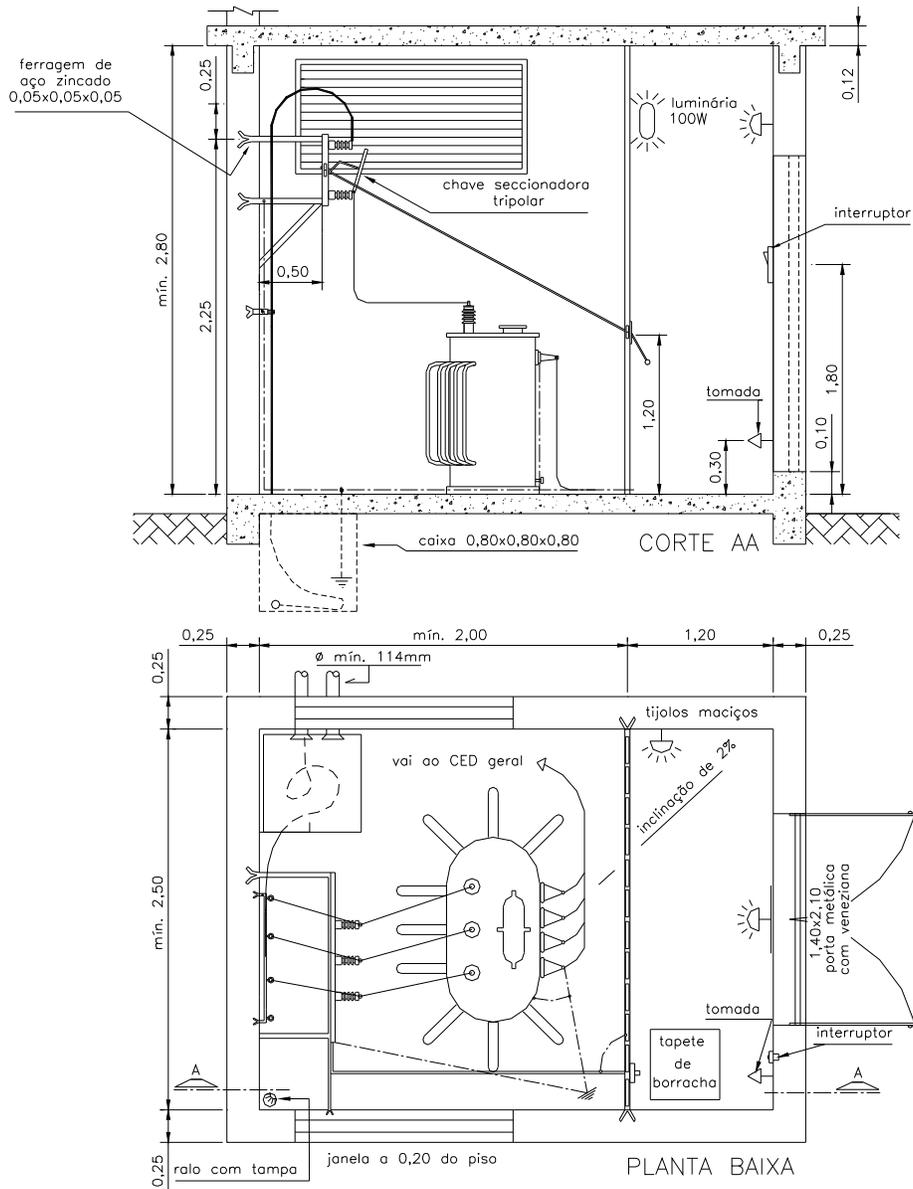


Figura 7-17 - Exemplo de um desenho de engenharia

### 7.3.6. Vistas de Seção

Existem vezes em que as vistas tridimensionais típicas das representações ortogonais de um objeto não apresentam detalhes suficientes para explicar, construir ou fabricar uma peça. Nessas situações devem ser representadas vistas em planos de seção ou de corte que são localizados no interior da peça, como se ela tivesse sido cortada. As vistas resultantes dos planos de corte são chamadas de vistas de seção.

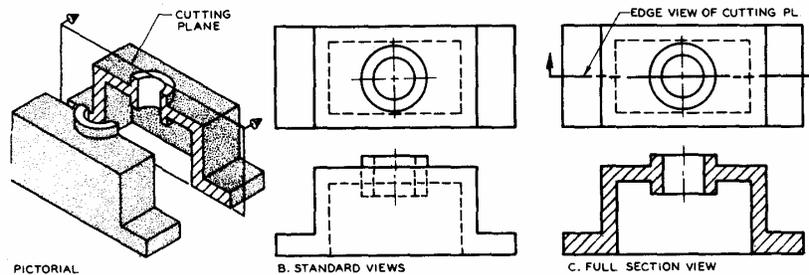


Figura 7-18 – Comparação entre uma vista ortográfica regular com uma vista de seção total do mesmo objeto.

Existem vários tipos de seções, mas tipicamente a seção total mostrada na Figura 7-18 é a mais utilizada. Nessa o interior da peça é mais claramente mostrado pela representação de um plano de visão no meio da peça e então é desenhada a vista de seção. A seção se diferencia dos outros tipos de vistas pela colocação de símbolos de corte (várias linhas próximas diagonais) através do material onde o plano da vista foi colocado.

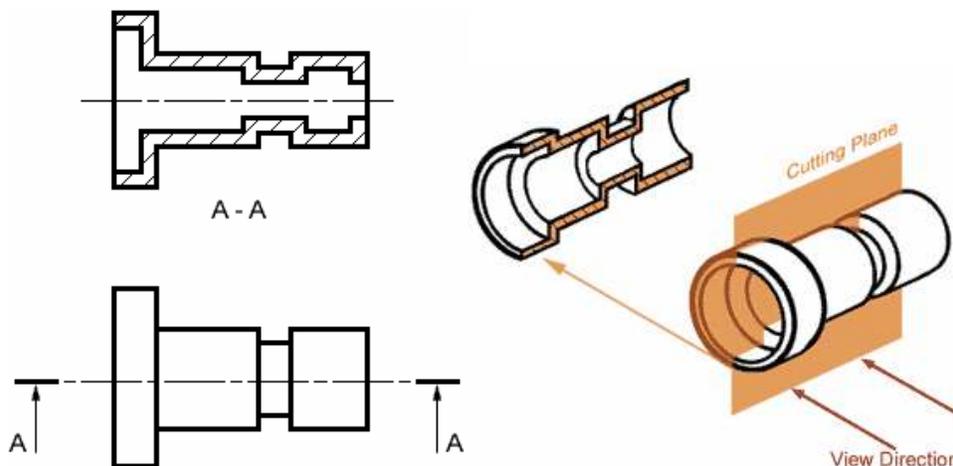


Figura 7-19 – vista em corte de uma peça

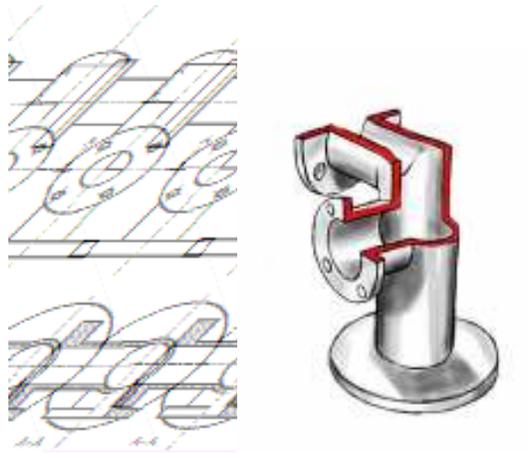


Figura 7-20 – Vista de seção usando dois planos de corte

### 7.3.7. Vistas Auxiliares

Quando um objeto possuir faces inclinadas ou partes que não são paralelas aos planos das vistas, os comprimentos das linhas podem ficar distorcidos das suas verdadeiras dimensões. Os desenhos de engenharia são produzidos de maneira que as linhas e faces dos objetos sejam corretamente apresentadas em algum tipo de vista. N caso de haver faces inclinadas, devem ser criadas vistas auxiliares. Essas vistas são obtidas pela representação de uma observação a partir da direção que é normal à face inclinada.

A Figura 7-21 mostra uma cunha, onde a face inclinada da peça não é representada nas suas dimensões reais em qualquer uma das três vistas da representação ortográfica convencional. Assim, para mostrar a face real, é desenhada uma vista auxiliar. Notar que na vista auxiliar somente as dimensões da face inclinada são corretamente mostradas, a parte plana superior da cunha está distorcida na vista auxiliar. Os engenheiros devem ser capazes de determinar exatamente nas vistas quais dimensões são distorcidas e quais não, de maneira que possam ser determinadas as dimensões corretas e os materiais a serem usados durante a construção ou fabricação.

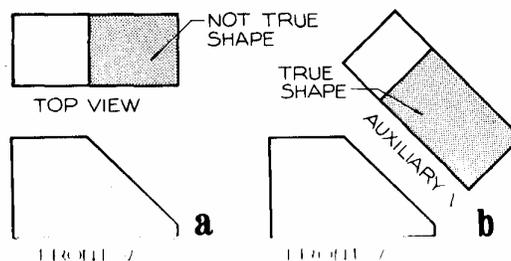


Figura 7-21 – Desenho de uma vista auxiliar



### **7.3.8. Ferramentas Computacionais – Desenho Assistido por Computador**

O uso de ferramentas computacionais para produzir representações gráficas de engenharia é muito comum na prática da engenharia. Existem muitas ferramentas de software para fornecer modelos bidimensionais e tridimensionais para os dados de engenharia. Muitas organizações de engenharia possuem arquivos com modelos padronizados que são reutilizados ou modificados na criação de novos projetos.

Os programas de computador fornecem muitas vantagens sobre as representações gráficas feitas a mão. Primeiro, a informação é facilmente atualizada e modificada. A informação pode ser rapidamente distribuída com outros que precisam dela através das ferramentas de comunicação eletrônicas como o e-mail. Segundo, muitas ferramentas de software usadas hoje em dia registram os produtos de engenharia em bancos de dados de forma que todas as fases do projeto de engenharia, fabricação e suporte podem acessar essa informação. Essa tecnologia permite aos engenheiros de projetar as peças e de compartilhar informação. Os trabalhadores da engenharia e da manutenção podem acessar os detalhes das peças para o serviço requerido, o departamento de marketing pode obter informação e os desenhos das peças para aplicações nas vendas e os sistemas de inventário possam ser usados para calcular a necessidade de estoque para as peças necessárias e matéria prima.

Os sistemas assistidos por computador também fornecem os meios e dados necessários para os softwares de projeto e análise de maneira que os engenheiros possam estudar a resistência dos materiais, e outras propriedades físicas. As ferramentas de software também apresentam uma variedade de padrões de intercâmbio de informação permitindo que um software compartilhe informação sobre a peça, o seu desenho e a sua fabricação com outros programas de software. As especificações e normas criadas tais como a IGES<sup>48</sup>, criada no início da década de 1980, o modelo para dados STEP<sup>49</sup>, que é a norma 10303 da ISO<sup>50</sup> e o PDES<sup>51</sup>, são esforços para o intercâmbio de informação entre pacotes de software. Muitos padrões internacionais têm sido criados como resultado para do trabalho para a especificação e a padronização para o intercâmbio de informação relacionado com as atividades do ciclo de vida dos produtos da engenharia.

---

<sup>48</sup> IGES: Initial Graphics Exchange Specification.

<sup>49</sup> STEP: Standard for the Exchange of Product.

<sup>50</sup> ISO: International Organization for Standardization.

<sup>51</sup> PDES: Product Data Exchange using STEP.



As ferramentas de software para a criação de gráficos e representação de modelos sólidos de peças de engenharia podem ser classificadas tanto como representações **explícitas** ou como representações **paramétricas**. As representações explícitas foram a primeira geração de ferramentas de software. Essas requerem que o usuário explicitamente defina cada ponto da geometria da peça e as bordas entre esses pontos. As representações paramétricas são sistemas mais novos que permitem ao usuário de especificar uma grande variedade de pontos e bordas relacionados a outros previamente definidos. Dessa forma o banco de dados pode procurar por bordas que devam permanecer paralelas ou perpendiculares com outras bordas, e de definir dimensões que estão relacionadas com outras dimensões, de forma que o modelo possa ser modificado sem alterar essas relações. Os modelos criados dessa forma permitem ao engenheiro uma grande flexibilidade e rapidez na elaboração das suas representações.

### **Os Sistemas CAD/CAM**

O Projeto Assistido por Computador (CAD) e a Manufatura Assistida por Computador (CAM) é a integração de duas tecnologias. Essas têm sido chamadas da “Nova Revolução Industrial”. No sistema CAD, os engenheiros utilizam um software dedicado para criar modelos que representem à geometria e outras características de objetos. Tais modelos são analisados pelo computador e redesenhados quando necessário. Isto permite uma grande flexibilidade no estudo de diferentes e novos projetos sem ter que arcar com o alto custo da construção e teste de protótipos físicos. Nos sistemas CAM os engenheiros utilizam computadores para planificar os processos de manufatura, controlando todas as suas operações, verificando o acabamento dos produtos e gerenciando a planta inteira. Ambos os sistemas estão interconectados através de um banco de dados compartilhado.

O projeto mecânico e eletrônico são as maiores aplicações dos sistemas CAD/CAM. O projeto mecânico assistido por computador é a aplicação mais freqüente, utilizando computadores gráficos interativos. Nestes, a informação geométrica é inserida utilizando elementos básicos tais como pontos, linhas, círculos, etc. Os elementos em geral podem ser agrupados, movidos, copiados, rotacionados, espelhados, modificados em relação ao tamanho e muito mais. O desenho computadorizado é mais rápido e exato que o desenho manual, e ainda pode ser armazenado para posterior recuperação, facilmente copiado e atualizado.

Outra técnica de representação é a modelagem de sólidos. Um modelo sólido representa um objeto de natureza sólida e não simplesmente a sua aparência



externa. Um modelo complexo é construído pela combinação de formas básicas, chamadas primitivas, tais como caixas, cilindros, esferas e cones. Imagens realistas do modelo em várias posições podem ser geradas pelo computador, e porções podem ser removidas para visualizar o seu interior. As propriedades tais como peso, volume, localização do centro de gravidade e a sua superfície são calculadas automaticamente. Um algoritmo que utiliza a técnica para análise de elementos finitos pode ser utilizado para avaliar o desempenho estrutural da peça quando forças são aplicadas.

Os modelos geométricos são utilizados para conectar o sistema CAD no CAM. Um exemplo é a tecnologia do controle numérico (NC), que utiliza a informação geométrica para criar programas de computador para fabricar peças. Cada vez que um programa NC é executado, a máquina de manufatura repete a operação exatamente como foi programado, produzindo peças forma rápida e muito precisa. O uso de robôs para carregar e descarregar as máquinas NC resulta na automação total.

As técnicas de CAD para eletrônica são utilizadas para projetar vários dispositivos eletrônicos incluindo circuitos VLSI (Very Large-Scale Integrated ou integração de circuitos em muito grande escala). Sem os sistemas CAD, os circuitos integrados ultra densos seriam impossíveis de serem projetados. Numa célula padrão, o projetista constrói complexos circuitos VLSI pela interconexão apropriada de pequenos circuitos que são extraídos de uma biblioteca especial. O computador automaticamente posiciona as células e estabelece as interconexões. Um software especial de simulação é utilizado para verificar a lógica do projeto, verificar tensões, correntes, temporização e outras características.

A cada dia, mais e mais os gerentes de manufatura estão integrando os sistemas CAD/CAM com outros aspectos da produção, incluindo seguimento de inventário, ciclo de eventos e marketing. Este conceito, conhecido com o nome de Manufatura Integrada por Computador (CIM), contribui para o gerenciamento efetivo de estoque, velocidade de processamento de ordens de manufatura, e prove as bases para a redução de custos de produção.

Existem sistemas que combinam os sistemas CAD, CAM, sistemas de gerenciamento de estoque, produção e administração, com softwares de análise e simulação de engenharia. Esses sistemas são chamados de sistemas CAE ou de Engenharia Assistida por Computador.

Outro desenvolvimento que tem crescido ultimamente o uso da automação é o uso de sistemas flexíveis de manufatura (FMS). Os FMSs estendem a automação a

empresas de pequena produção onde a total automação não é economicamente viável. Um computador é utilizado para monitorar e controlar a operação da fábrica inteira, desde a programação de cada etapa da produção até o controle de estoque.

Alguns softwares de CAD são o CorelDraw®, AutoCAD® da Autodesk e outros. Exemplos de sistemas CAD/CAM são o Catia® da IBM e o SolidWorks®. Nos desenhos eletroeletrônicos, alguns exemplos são o Tango®, OrCAD® e outros.

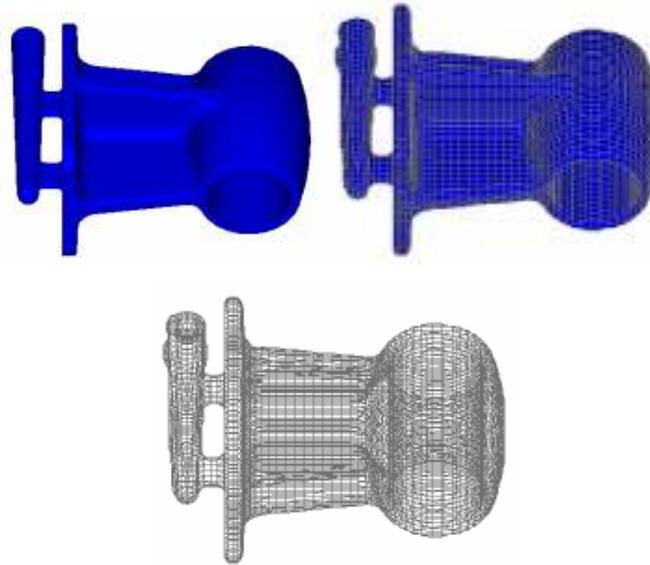


Figura 7-22 – Renderização de uma peça

### 7.3.9. Simulações e Realidade Virtual

A maioria dos programas de computador permite ao usuário de especificar uma grande variedade de opções de saída ou visualização. Essas opções vão desde a criação de projeções ortográficas tradicionais até a definição de complexas *renderizações* que incorporem luz e modelos de superfícies possibilitando que a representação apresente efeitos realísticos de iluminação, brilhos e sombras. Com esses tipos de saída, os engenheiros podem apresentar não somente imagens realísticas do produto final para apresentação aos clientes, mas também servem para visualizar problemas de engenharia tais como possíveis incompatibilidades, potenciais problemas de fabricação e de construção das peças antes de gastar grandes quantidades de dinheiro na fabricação da peça, mecanismos ou estruturas. Esses modelos e ambientes computacionais permitem ao engenheiro e ao cliente de experimentar o artefato a se construído antes da sua eventual fabricação e montagem, facilitando a inserção rápida de parâmetros de decisão e poupando grandes sumas de dinheiro.



Figura 7-23 – Software audiovisual interativo com recursos de realidade virtual Blueprint<sup>52</sup>

Existem vários programas de computador que através de algoritmos numéricos permitem a simulação do comportamento físico de estruturas e peças em operação. Em geral, esses programas precisam de informações geométricas, das características dos materiais empregados e das condições ambientais estipuladas. Com essas informações esses programas calculam os efeitos de estímulos pré-definidos pelo usuário mostrando o possível comportamento futuro do sistema sendo simulado. Os modelos matemáticos implementam a solução de equações diferenciais lineares e não-lineares que representam o comportamento da matéria e da energia no universo. O resultado desses programas oferece informações em quatro, cinco e mais dimensões, de forma gráfica, através de movimentos e contrastes de cor. Por exemplo: pode se visualizar o movimento de um veículo numa tela como variações de ocupação no espaço de uma figura, ou o resfriamento de uma peça em solidificação, onde metal líquido entra num molde além de visualizar a temperatura diminuindo com o tempo. Uma outra representação pode mostrar o fluxo magnético variando dentro da representação de um motor de corrente alternada.

---

<sup>52</sup> O Blueprint é um software didático para treinamento em projeto de produto, disponível gratuitamente no endereço <http://www.ider.herts.ac.uk/school/>.

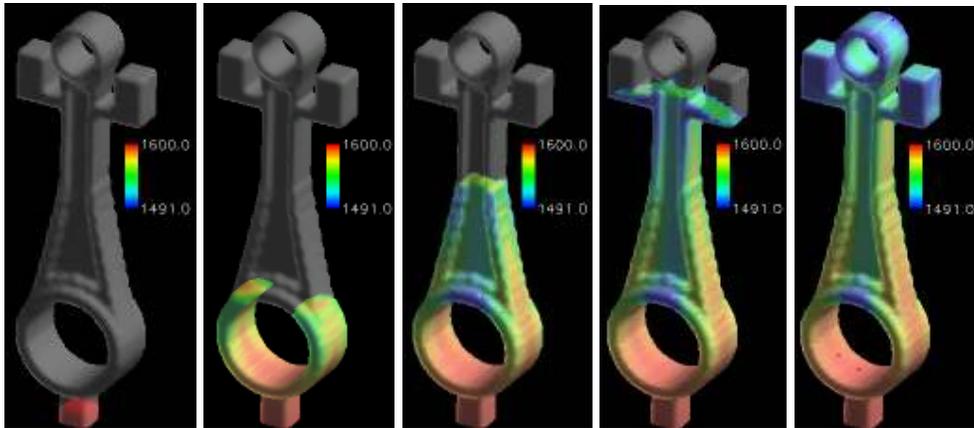


Figura 7-24. Seqüência de Enchimento do Molde

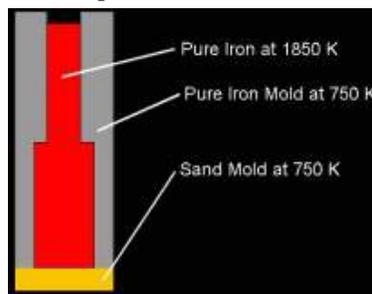


Figura 7-25. Condição Inicial

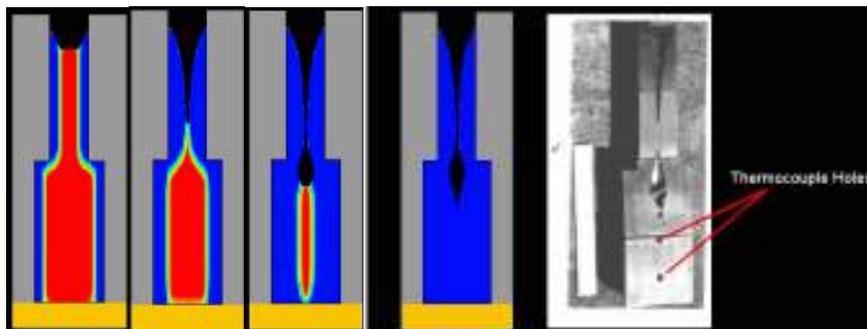


Figura 7-26 - Seqüência de Solidificação e comparação com os resultados obtidos na prática

Existem também pacotes de software que mostram a realidade representada graficamente numa tela de computador. Os dados que utilizam são reais e provém de um processo remoto, como os que vêm de computadores dedicados que controlam um processo de destilação de uma indústria petroquímica. Esse tipo de programa é normalmente chamado de SCADA ou simplesmente sistema supervisorio, que permite a um operador de interagir com um processo remoto sem se expor a perigos inerentes de ambientes de risco, ou simplesmente para centralizar todas as operações e decisões num único lugar de uma fábrica. Exemplo deste tipo de programas são o InduSoft, Elipse, Intouch, FixDmacs e outros. Também existem softwares usados para instrumentação e controle com representações lógicas de um sistema real, tal como o LabView da National Instruments e o VeePro da Agilent.



### 7.3.10. Diagramas Lógicos

Os diagramas lógicos são representações gráficas de idéias lógicas que servem para representar organização de idéias, tarefas, seqüenciamento, instruções de programação, fluxo de variáveis, diagramas de conexão e outras informações. Alguns exemplos são descritos a seguir.

#### Diagramas de Fluxo ou Fluxogramas

Os fluxogramas são diagramas que mostram os passos de um processo. É uma representação simples de um processo complexo, onde o mesmo pode ser entendido de forma rápida e eficiente. Pela visualização do processo uma pessoa pode facilmente identificar as ineficiências e os pontos críticos. Os fluxogramas usam formas especiais para representar diferentes tipos de ações ou passos de um processo. As linhas indicam o fluxo de um processo para outro. Este tipo de representação é muito utilizado em programação de computadores, diagramas de fluxo de produção e até em esquematização de tarefas e tomadas de decisão.

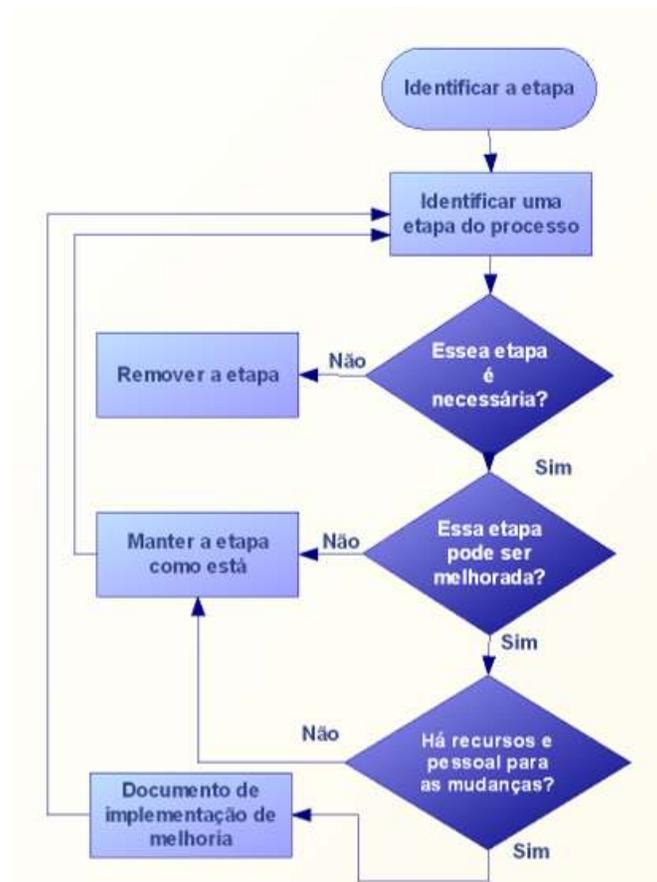


Figura 7-27 – Fluxograma



## Diagramas Gantt

Os diagramas de Gantt são usados para representar seqüência de tarefas e tempos de execução úteis no planejamento de grandes projetos. Nesses diagramas facilmente pode se acompanhar e gerenciar o andamento de um projeto. Esses diagramas são muito usados pelos engenheiros que trabalham com a concepção, gestão e avaliação de projetos.

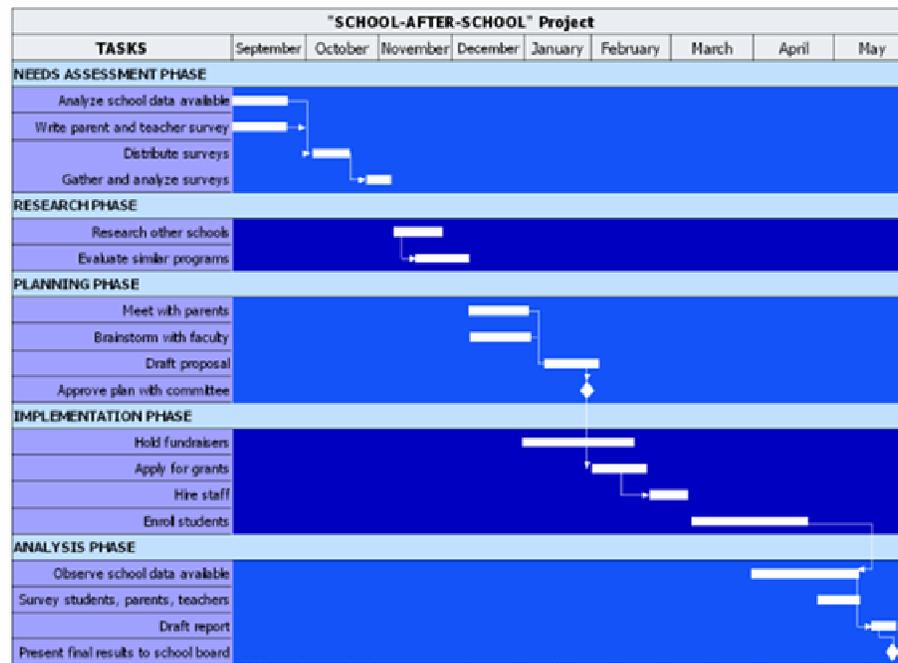


Figura 7-28 – Diagrama Gantt

## Diagrama de fluxo de dados

Os diagramas de fluxo de dados são representações gráficas de fluxo de informação entre variáveis. São muito utilizados nos sistemas de informática na área de automação industrial e no desenvolvimento de software.

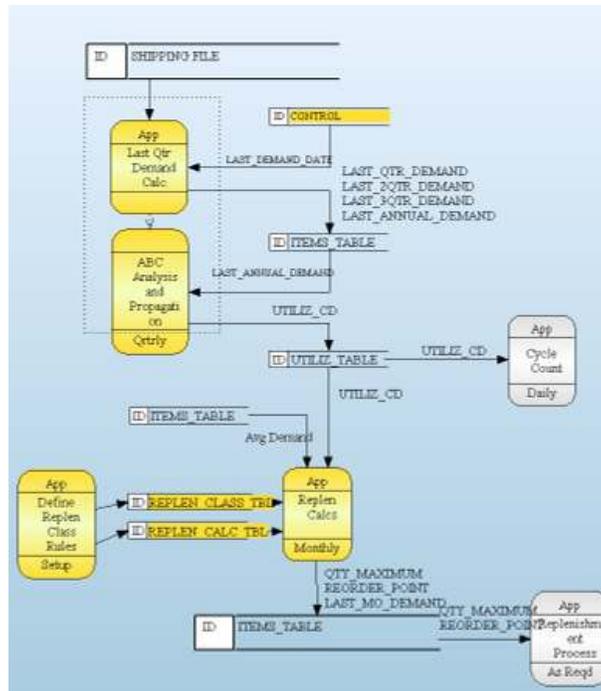


Figura 7-29 – Diagrama de Fluxo de Informações

### Diagramas Causa-Efeito

Os diagramas de causa-efeito são úteis na gestão e na concepção de projetos. Existem diagramas de causa-efeito na forma de “espinha de peixe” e de “árvore”.

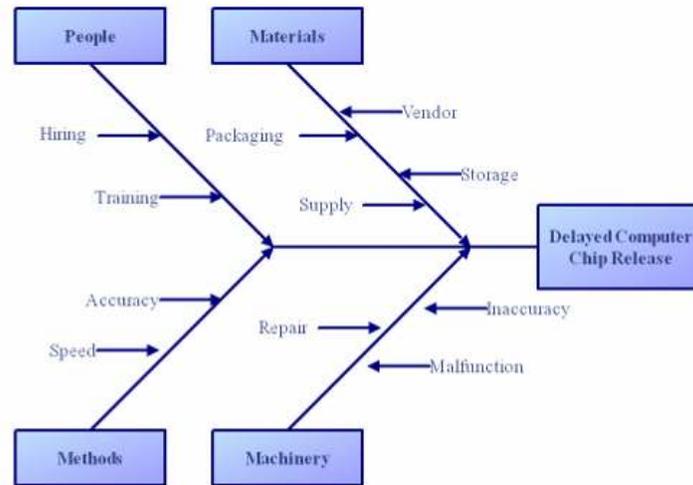


Figura 7-30 – Diagrama causa-efeito do tipo “espinha de peixe”

### Diagramas de Conexão de Redes

Os diagramas de conexão em rede são muito usados no projeto de redes de comunicações de dados

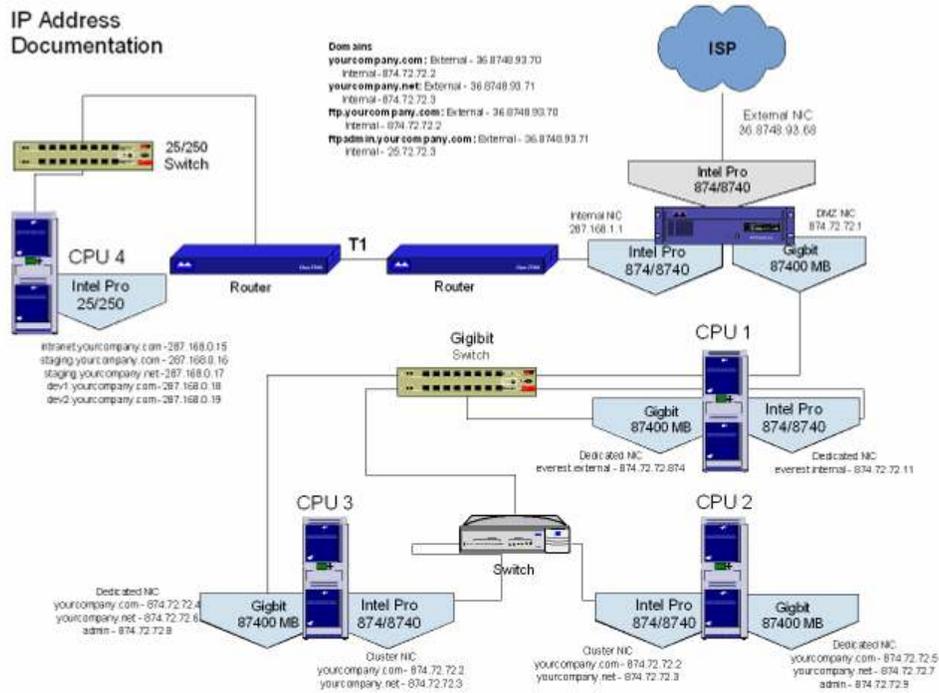


Figura 7-31 – Diagrama de conexões de rede

## Linguagem de programação Ladder

Existem linguagens gráficas de programação para computadores usados em sistemas de automação industrial, e cujas instruções são representações gráficas de contatos elétricos e de diagramas de estado.

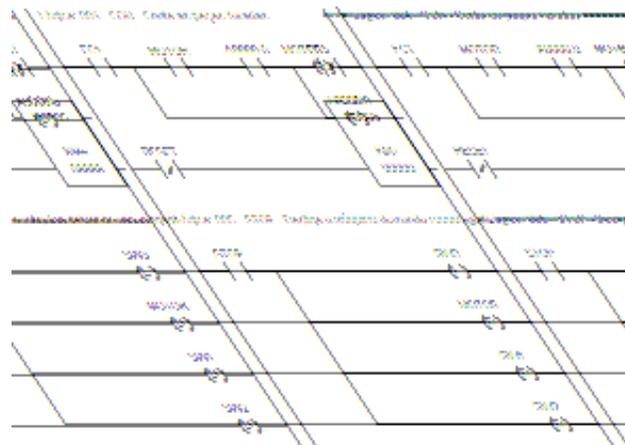


Figura 7-32 – Exemplo de representação Ladder

## Diagrama de Blocos de Sistemas

Os diagramas de blocos de sistemas eletroeletrônicos são resultados do trabalho de engenheiros, muito úteis na comunicação. Eles não mostram as conexões físicas, mas sim o fluxo de alguma grandeza elétrica, mecânica, térmica ou outra entre os blocos.

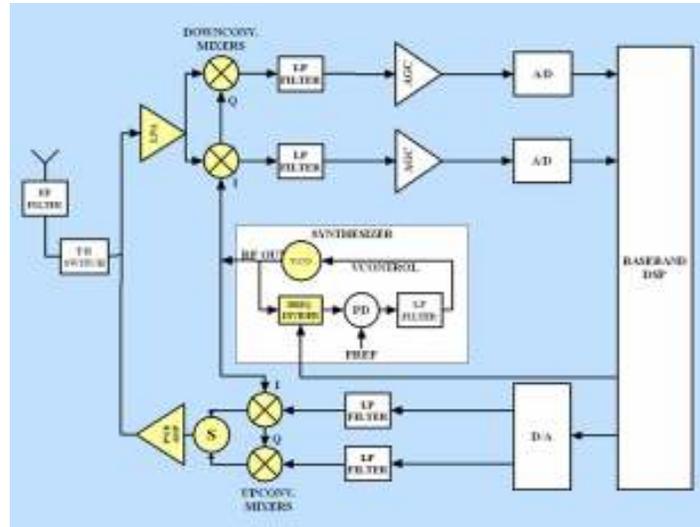


Figura 7-33 - Diagrama eletroeletrônico

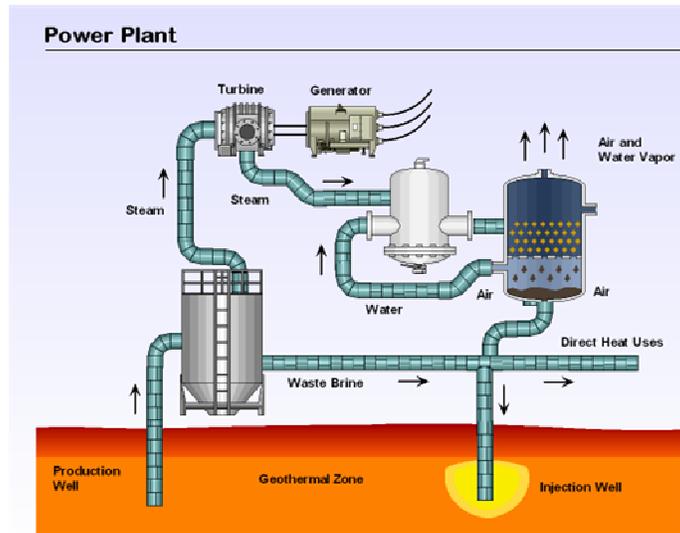


Figura 7-34 – Diagrama de blocos de um sistema térmico

**Vehicle Suspension Model**

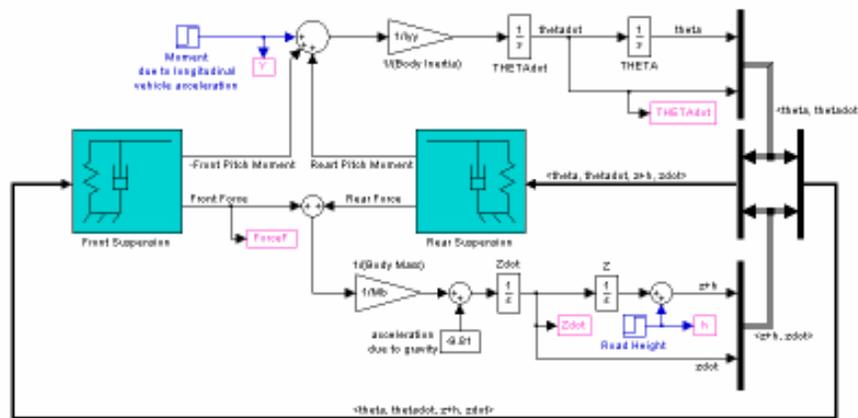


Figura 7-35 - Diagrama de blocos de um sistema de suspensão de automóvel no domínio da frequência



### Diagrama de Conexão

Os diagramas de conexão mostram as conexões de circuitos eletrônicos, pneumáticos e hidráulicos. São resultados do trabalho de engenheiros químicos, mecânicos e eletricistas em geral. Eles mostram as conexões físicas, e não necessariamente espaciais, entre os componentes.

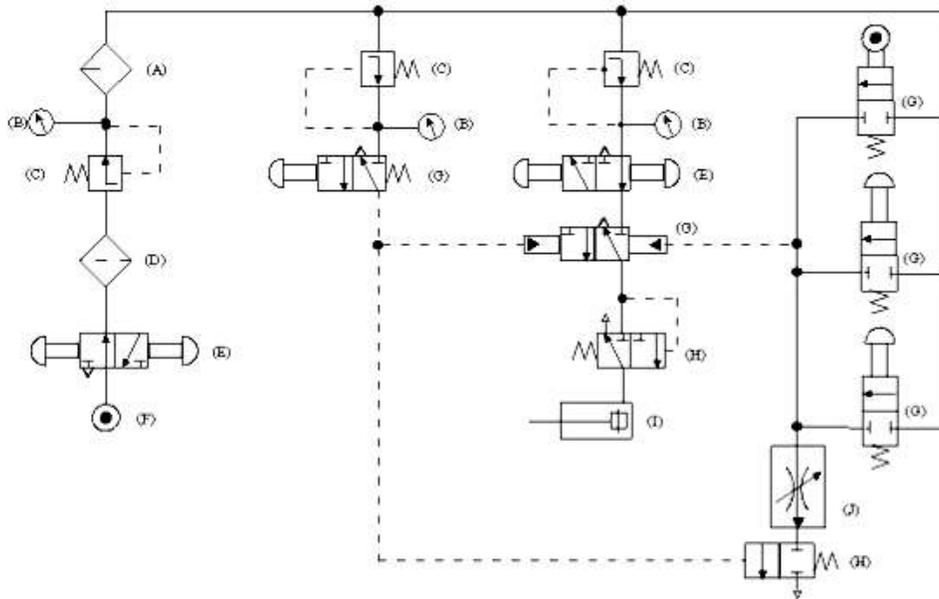


Figura 7-36 – Diagrama de conexões de um circuito hidráulico

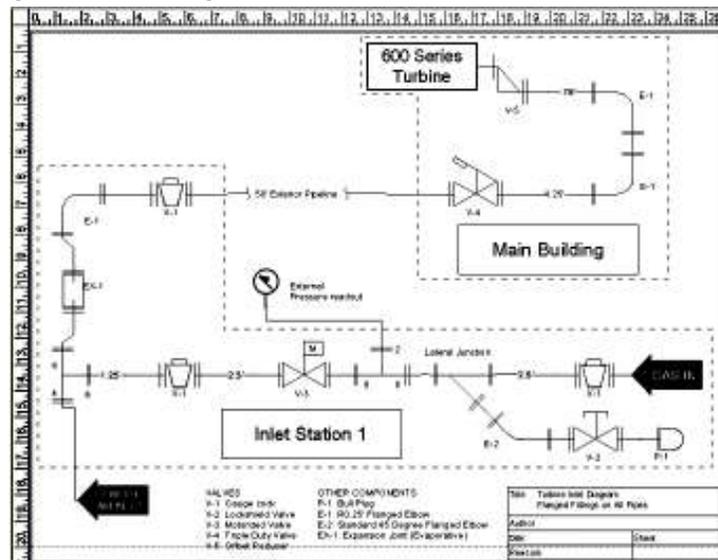


Figura 7-37 - Diagrama de conexões de um circuito pneumático

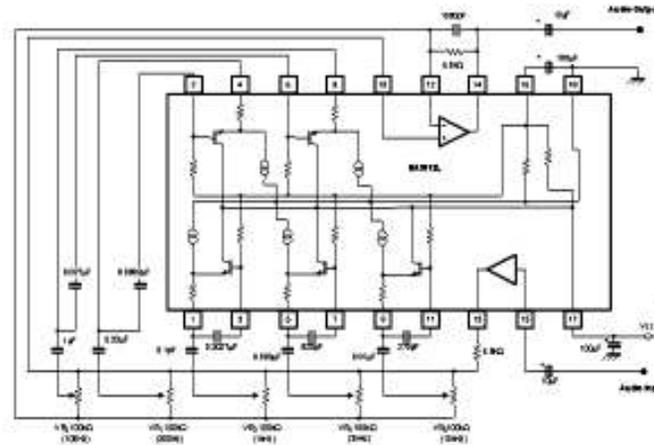


Figura 7-38 – Diagrama de conexões eletroeletrônico

### Diagramas Eletrônicos Lógicos Digitais

Os diagramas lógicos de conexão de circuitos eletrônicos digitais são resultados do trabalho de engenheiros eletrônicos, computação e eletricitas. Eles mostram as operações lógicas feitas com variáveis binárias em sistemas discretos digitais.

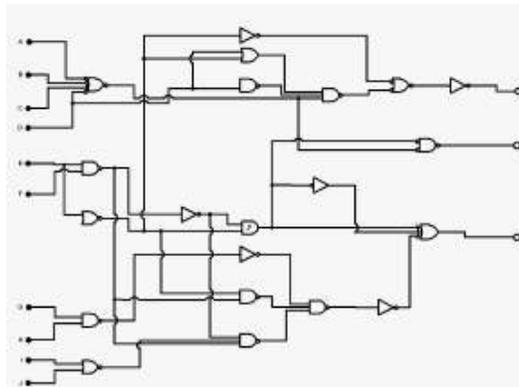


Figura 7-39 – Diagramas lógicos digitais

### Diagramas de Conexões de Placas de Circuito Impresso

Os diagramas de conexão para placas de circuito impresso são resultados do trabalho de engenheiros eletrônicos, computação e eletricitas. Eles mostram as conexões físicas entre os componentes.

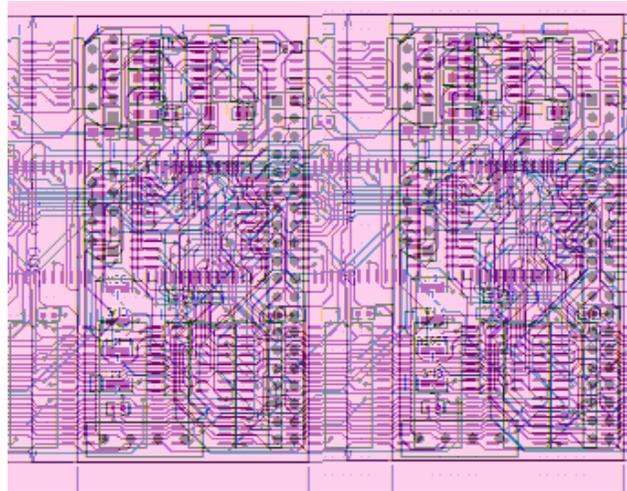


Figura 7-40 – Placa de circuito impresso

### 7.3.11. Representações Gráficas na Química e na Ciência dos Materiais

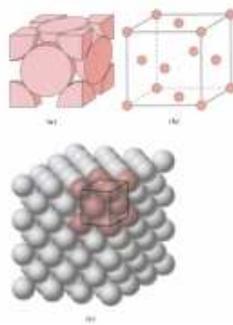


Figura 7-41 – Representação da estrutura de átomos num cristal com configuração cristalina cúbica de face centrada. Este tipo de representação é muito usado na ciência dos materiais.

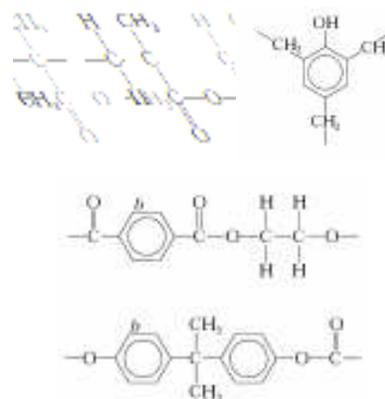


Figura 7-42 – Representações gráficas de ligações químicas

## 7.4. O Engenheiro e a Comunicação Oral

De tempos em tempos os engenheiros são chamados para falar a grupos de colegas, fazer apresentações a clientes, presidir reuniões profissionais da classe e



divulgar artigos técnicos em conferências profissionais. O engenheiro de sucesso entende da necessidade em desenvolver habilidades de locução em discursos públicos e toma vantagem das oportunidades de melhorar essas habilidades.

### 7.4.1. **Recomendações para uma locução eficiente**

A seguir são colocadas algumas recomendações que poderão lhe ajudar a ser um orador mais eficiente. Essas recomendações são aplicáveis a apresentações de vários tipos.

1. **Esteja preparado.** Pela preparação antecipada, o orador poderá falar com confiança, concentrando-se no que vai dizer no lugar de estar concentrado em si mesmo.

2. **Fale de forma clara e nítida.** Um orador não pode ter a esperança de uma comunicação eficiente se começar a murmurar ou a falar de forma desordenada e inteligível.

3. **Olhe os ouvintes nos olhos.** O bom contato visual ajuda a melhorar o interesse dos ouvintes e a sua participação nas apresentações. Oradores experientes aprendem a analisar a sua audiência e as suas reações e de acordo com isso fazem os ajustes apropriados.

4. **Fale de forma sincera, sem hesitação, e de forma deliberada.** Um orador pode manter ou aumentar o interesse da sua audiência pela variação da velocidade do discurso, tom e volume.

5. **Lembre que a sua audiência pode pensar.** Deixe algumas questões para eles pensarem também.

6. **Use os tons mais baixos da sua voz.**

7. **Na preparação da fala, escreva bastante.** Memorize pouco, exceto histórias e citações.

8. **Nunca tenha medo da sua audiência ou de expor a sua própria opinião.**

9. **Não tente abrir o assunto em demasia.** Tenha cuidado com os limites de tempo e ajuste a duração da apresentação de forma adequada.

### 7.4.2. **Uso de recursos visuais**

O uso de recursos visuais, quando apropriadamente concebidos e utilizados, pode ser um fator chave para a comunicação oral efetiva. Esses recursos podem ser especialmente úteis aos engenheiros para explicar assuntos complexos e resumir os resultados de grandes projetos.



O orador deve estar preparado e disposto a colocar esforços na preparação de bons recursos visuais e a planejar cuidadosamente o seu uso. Os recursos visuais podem ser considerados como sendo uma parte integrante da apresentação oral no lugar de ser tomado como sendo alguma coisa para preencher o tempo disponível. O uso desses recursos deve ser cuidadosamente planejado, sempre tendo em mente os objetivos gerais da apresentação.

Uma grande variedade de equipamentos visuais está disponível: projetores de slides de 35 mm, retro-projetores para transparências, data-shows e outros. Os três recursos citados são os mais utilizados hoje em dia nas apresentações de engenharia.

Existem algumas recomendações simples que podem ser úteis para ajudar o orador a usar os recursos visuais de forma mais efetiva:

**1. Não mostre slides com informações que não possam ser assimiladas em menos de 30 segundos.** Extraia a partir dos relatórios de engenharia ou artigo os resultados fundamentais e as conclusões, e mostre-os com slides agradáveis, claros e objetivos. Em geral, um slide que ilustra uma tabela não deve conter mais de 15 palavras.

**2. As fotografias que são desordenadas ou com pouco contraste não devem ser utilizadas.** Aproveite a vantagem de fotografias com amplificação para concentrar a concentração da audiência nos pontos de interesse. Os slides que ilustram gráficos de função ou de barras devem ser simples, mostrando não mais que uma ou duas curvas ou barras.

**3. As letras e os números devem ser grandes o suficiente para que os participantes que estão sentados mais longe da tela possam lê-los.** Como regra geral, a altura das letras e figuras deve ter no **mínimo** 2% do tamanho total da tela.

**4. Normalmente é desejável preparar cópias dos slides para os participantes da audiência.**

**5. Verificar o equipamento visual antes da apresentação.** Ainda mais se o equipamento é fornecido por terceiros. Tenha certeza que o equipamento está funcionando. Lâmpadas queimadas, equipamento em foco e tomadas com defeito podem ser uma fonte de frustrações tanto para o orador quanto para a audiência, e pode prejudicar enormemente a sua apresentação oral.

**6. Mantenha o recurso visual simples.** Por exemplo:

- ✓ Arredondar os números das tabelas



- ✓ Substituir as palavras por símbolos, tais como percentual por %, Real por R\$.
- ✓ Não usar notas de rodapés nem mostrar as fontes.
- ✓ Evitar sublinhados, grades e outras linhas que prejudicam a visão.
- ✓ Usar cores com propósito, não como decoração.
- ✓ Use cores suaves e evite usar fontes chamativas, tais como os WordArt, que são de extremo mal gosto.
- ✓ Prefira fundos claros, especialmente se a apresentação for depois do almoço, no final da tarde ou à noite.

Os engenheiros frequentemente usam computadores para preparar e compartilhar as suas apresentações. Com os softwares de apresentação é possível não somente criar slides, mas também de escolher o panos de fundo e os gráficos que são apropriados para a mensagem a ser transmitida. Os softwares tais como o PowerPoint permite ao orador de usar efeitos de transição entre um slide e o próximo. Os slides podem ser revelados com uma grande variedade de efeitos tais como a dissolução de um slide no outro, diminuição ou aumento e textos “voadores” a partir de qualquer direção. Esses efeitos podem melhorar o impacto visual da sua apresentação. O uso da tecnologia de computação, a pesar disso, não garante o sucesso da apresentação. Todos os ouvintes notarão se a apresentação tiver somente impacto visual, mas sem conteúdo. É importante que o foco principal esteja o tópico da apresentação em não na tecnologia.

### **7.4.3. Apresentações técnicas em congressos profissionais**

Os engenheiros comumente compartilham os resultados do seu trabalho fazendo apresentações técnicas em congressos profissionais. Os congressos profissionais são usualmente organizados em seções que duram aproximadamente três horas e que permitem a apresentação de quatro a seis artigos técnicos. Um moderador preside cada seção, apresentando os autores, controlando os limites de tempo e organizando os períodos de perguntas e respostas. Geralmente, uma apresentação técnica dura aproximadamente vinte minutos, e os 5 a 10 minutos restantes são utilizados para as perguntas e respostas.

Os artigos compartilhados nos grupos técnicos são normalmente escritos e publicados em anais do congresso. Os relatórios técnicos que contém informações complexas ou grandes quantidades de dados estatísticos podem ser apresentados à platéia. A pesar disso, é preferível resumir o conteúdo do artigo e apresentá-lo na forma de discurso oral.



A apresentação técnica deve ser bem organizada, normalmente seguindo o mesmo formato do relatório técnico ou artigo, mas na sua forma resumida. A apresentação usualmente contém uma introdução, a metodologia, os resultados e as conclusões.

O propósito da introdução é o de criar uma atmosfera amigável, interessar a audiência no assunto e colocar o tema principal, o propósito, escopo e a organização lógica da apresentação. O corpo principal da apresentação consiste da descrição dos passos que foram tomados para executar o trabalho que está sendo relatado e os resultados e produtos do projeto.

O tempo de atenção dos ouvintes é limitado. Alguns expertos em oratória recomendam que os discursos sejam planejados para tratar repetidamente assuntos inteligentes e interessantes do tema apresentado. Para uma apresentação de 20 a 30 minutos de duração, é recomendável tratar não mais que dois ou três pontos principais. Esses pontos devem ser reforçados com exemplos apropriados, desenhos e analogias que possam ser ilustrados com recursos visuais.

As conclusões da apresentação normalmente consistem de um breve sumário dos pontos principais e uma lista de recomendações, incluindo sugestões para futuros trabalhos.

#### **7.4.4. O engenheiro como presidente de mesa**

Como líderes nas suas profissões e na sua comunidade, os engenheiros podem ser chamados para servir como presidente de mesa para um grupo civil ou profissional. Eles devem estar preparados para presidir comitês de trabalho, conduzir audiências públicas, moderar negociações entre grupos profissionais e servir como líder de associações civis.

O grau de formalidade na conduta dos fóruns públicos é estabelecido por antecedência e com o consentimento geral do grupo. Alguns grupos preferem conduzir as negociações de forma informal enquanto que outros preferem reuniões fortemente estruturadas e formais, insistindo que todas as decisões do grupo deverão estar de acordo com regras estritas dos procedimentos parlamentares. Em ambos os tipos de eventos o presidente da mesa precisa ter conhecimento das práticas de conduta aceitas pelas organizações empresariais.

Os princípios básicos dos procedimentos parlamentares foram claramente definidos e praticados a partir do século V a.c. em Atenas. De forma análoga, os Romanos e outras civilizações estabeleceram regras para esse tipo de procedimentos na conduta das negociações. Esses grupos eram presididos por um



presidente de mesa, seguindo uma agenda pré-estabelecida, e oferecendo oportunidade a qualquer um que quisesse falar, passando a proposta e votando-as posteriormente.

Um dos princípios fundamentais dos procedimentos parlamentares é a regra da maioria. A principal razão para usar os procedimentos parlamentares é determinar a opinião da maioria de forma simples, eficiente e de maneira organizada. O segundo princípio fundamental do procedimento parlamentar é que a aparente minoria possui o direito de ser ouvida, para se opor à posição da maioria e tentar persuadir outros a concordar com o seu ponto de vista. Outros princípios fundamentais são:

- ✓ Facilitar a ação no lugar de obstruí-la
- ✓ Permitir ao grupo de se expressar a sua vontade
- ✓ Para manter a ordem

As regras do procedimento parlamentar estabelecem como, quando e por que usar as propostas. Uma proposta ou moção é uma expressão usada para apresentar idéias para a consideração pelo grupo. Uma proposta usualmente começa com as palavras: “Eu proponho que....”.

Não é necessário que o presidente memorize todas as propostas que podem ser usadas e as regras do seu uso. Ele ou ela precisa conhecer somente as regras para aquelas propostas que são normalmente usadas. Outros procedimentos podem ser formulados pela assembléia pelo voto majoritário no tempo em que for necessário.

Existem três tipos de propostas ou moções:: as moções principais, as ordinárias ou privilegiadas e as moções especiais. As moções principais são negociadas pelo grupo, sendo estas passíveis de debates, corrigidas, emendáveis e decididas pelo voto da maioria. As moções principais têm a menor prioridade dentre todas.

As moções ordinárias ou privilegiadas são aquelas de tal urgência e importância que não podem esperar. Exemplos de moções ordinárias, na ordem de precedência são:

- ✓ Suspender
- ✓ Ir ao recesso
- ✓ Fechar o debate
- ✓ Limitar o debate
- ✓ Pospor
- ✓ Relatar a um comitê

- ✓ Emendar

As moções especiais incluem as seguintes:

- ✓ Manter a ordem
- ✓ Apelar
- ✓ Se retirar
- ✓ Suspender as regras
- ✓ Reconsiderar
- ✓ Rescindir

As moções especiais não possuem prioridade entre elas.

## 7.5. Metodologia de Escrita e Apresentações

Nesta seção trataremos a metodologia de preparação de uma apresentação ou redação, colocando algumas recomendações importantes que facilitem o seu sucesso. Discutiremos a importância da boa escrita e os fatores principais da apresentação.

Os fatores principais da apresentação são: a Ocasião, o Propósito e a Audiência. A ocasião é o lugar e momento da apresentação, por exemplo, num congresso ou seminário, numa palestra, numa organização governamental ou privada, etc.. O propósito é a finalidade da apresentação, por exemplo, treinamento, proposta de financiamento ou relatar o progresso de um projeto. A audiência se refere à base intelectual e interesses da platéia.

### Como a comunicação pode afetar o bem-estar de outras pessoas?



Figura 7-43 – Explosão da nave espacial Challenger em 28 de janeiro de 1986

“A explosão foi causada pela falha dos anéis de vedação dos foguetes propulsores” - “Os engenheiros sabiam dos problemas dos anéis de vedação bem

antes do lançamento fatal” - “Os engenheiros falharam no processo de comunicar um problema sério<sup>53</sup>”.

## A Audiência ou público alvo

O tipo de audiência ou público alvo pode ser dividido em três tipos: audiências técnicas específicas, audiências técnicas gerais, e audiências não-técnicas.

.Algumas perguntas que devem ser respondidas são as seguintes:

Quem eles são?

O que eles sabem ou conhecem?

Por que eles irão ler ou assistir?

Como eles irão ler ou interpretar?



Figura 7-44 – Tipos de Audiência

## A Ocasião

O tipo de ocasião vai definir as seguintes características:

O formato

A formalidade

A postura política e ética

O processo e os tempos limites.

## O propósito da apresentação

O propósito da apresentação vai definir o estilo da apresentação e pode ser classificado como apresentações para **informar** e apresentações para **persuadir**.

### 7.5.1. Aspectos Importantes

Os três aspectos que mais afetam a forma em que os leitores ou ouvintes avaliam a sua apresentação ou redação são:

**Conteúdo:** é a informação a ser transmitida para o público alvo.

<sup>53</sup> Relatório 1986. NASA.



**Estilo:** é a forma em que você comunica o conteúdo para o público alvo. Inclui a estrutura, os gráficos e a linguagem.

**Forma:** A forma engloba o formato (tipografia e lay-out) e a mecânica da escrita (gramática, pontuação, ortografia).

O processo de preparação da redação ou apresentação pode ser dividido em quatro etapas executivas:

1. Se motivar para a tarefa
2. Criar o primeiro rascunho
3. Revisar, revisar e revisar.
4. Finalizar

Uma excelente forma de melhorar os seus escritos e apresentações é de escolher bons modelos de artigos científicos.

### 7.5.2. Formatação de Artigos Técnicos e Científicos

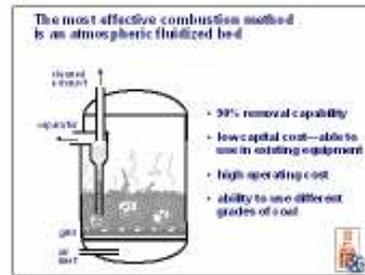
Nos artigos técnicos os formatos variam consideravelmente dependendo da situação.



**Rélatórios Formais**



**Artigos em Periódicos**



**Apresentação de Slides**

Figura 7-45 - Formatos diferentes em artigos técnicos

Nem todas as regras de formatação são constantes. Alguns exemplos de legendas:

Livros Texto	Periódicos
fig. 1	Fig. 1

tab. 1	Tab. 1
Eq. 1	equação (1)

Tabela 7-1 – Formatações de legenda

A formatação é o arranjo dos blocos de informação na página, e tem a ver com o tipo de letras a serem usadas e com o lay-out.

## Tipos de letras

Cada tipo de letra tem a sua própria personalidade e poder de transmissão. Veja a seguir alguns exemplos.

**Times New Roman**  
abcdefghijklmnopqr  
stuvwxyz1234567890

**Garamond**  
abcdefghijklmnopqr  
stuvwxyz1234567890

**Courier**  
abcdefghijklmnopqr  
stuvwxyz1234567890

**Arial**  
abcdefghijklmnopqr  
stuvwxyz1234567890

**Arial Narrow**  
abcdefghijklmnopqr  
stuvwxyz1234567890

**Comic Sans**  
abcdefghijklmnopqr  
stuvwxyz1234567890

Figura 7-46 – Tipos de letras

## Maiúsculas e Minúsculas

Devem ser evitados blocos grandes com letras maiúsculas.



Figura 7-47 – Maiúsculas vs Minúsculas

A seguir é mostrado um contra-exemplo onde a apresentação de um engenheiro da NASA, que foi bastante prejudicado pelo uso exagerado de letras maiúsculas nos seus slides, no dia 27 de janeiro de 1986, um dia antes do acidente do Challenger, tentando informar a deficiência no projeto dos anéis de vedação.

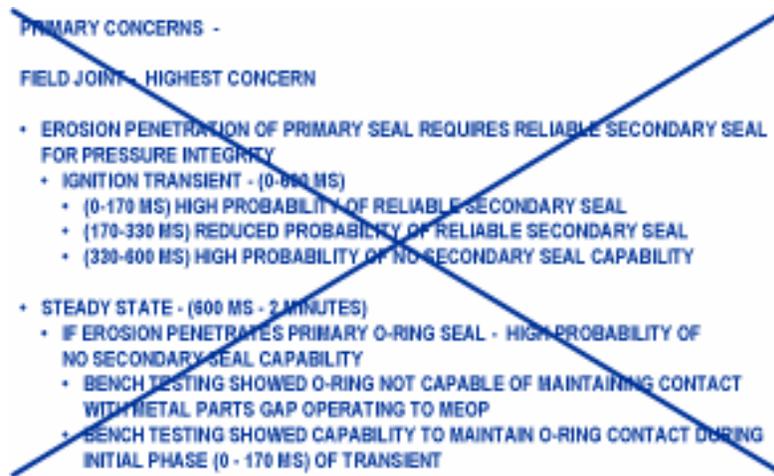


Figura 7-48 – Exemplo do mau uso das letras maiúsculas nas apresentações

### Tamanho das letras

O tamanho de letra a ser escolhido pode ser visto na figura a seguir.

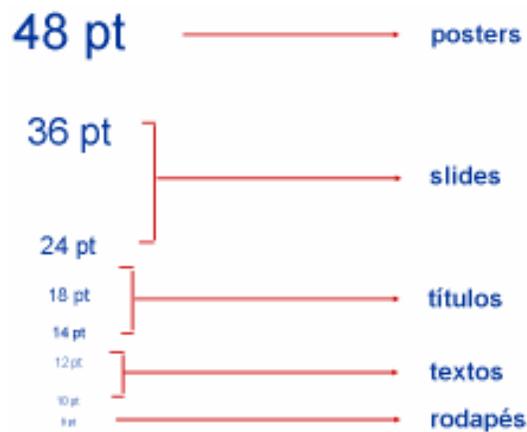


Figura 7-49 – Tamanho das letras

### Lay-outs

Nos lay-outs usar espaços brancos para mostrar associação, ênfase e hierarquia.

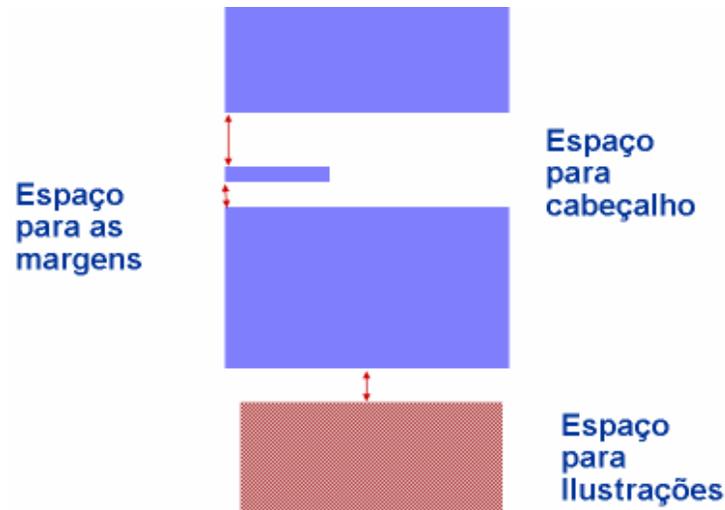


Figura 7-50 – Lay-outs

## Gramática

Nem todos os erros da mecânica de escrita aborrecem o leitor da mesma maneira.



Figura 7-51 – Erros na mecânica de escrita

Um aspecto importante da gramática é o entendimento de quando uma oração é uma oração, uma frase ou um período.

Oração: uma oração é um conjunto de palavras com um sujeito e um verbo que expressam uma idéia completa.

Frase: um fragmento é um conjunto de palavras que omite o sujeito ou o verbo, que pode ou não expressar uma idéia completa.

Período: um período é composto de orações não estão associados de forma apropriada, por exemplo, um erro comum é de colocar vírgula ou ponto-e-vírgula entre essas orações..

Observe nos exemplos a seguir como é importante a gramática na transmissão das idéias.



Expressão 1	Expressão 2	Comentários
O rubídio não tem maiores usos, entretanto é mais comum na terra que o zinco, cobre ou níquel.	Apesar do rubídio não possuir maiores usos, ele é mais comum na terra que o zinco, cobre ou níquel.	Observe que na primeira expressão a ênfase é dada na utilização do elemento químico, e que na segunda na quantidade existente. A ênfase foi alterada removendo a conjunção “entretanto” e colocando “apesar” no início da expressão.

## As pontuações

*“As marcas de pontuação são os sinais de tráfego que fornecem informações ao longo da estrada do leitor. Eles indicam quando diminuir a velocidade, quando parar e às vezes eles avisam sobre as condições da estrada mais à frente. Os engenheiros de tráfego nem sempre concordam quais sinais devem ser usados e onde devem ser colocados, assim como a maioria dos escritores e editores” - Theodore M. Bernstein – The Careful Writer*

As regras de pontuação são projetadas para que as orações e períodos sejam entendidos de uma forma única.

## O Dois-pontos

Precede a uma lista formal, longas citações, equações ou definições. Alguns exemplos são mostrados a seguir:

*Nós estudamos cinco tipos de materiais para uso em capacitores: polietileno, poliestireno, folha de alumínio, mica e cerâmica.*

*O crescimento desses cristais em laboratório fez possível a criação de uma nova ferramenta para a astronomia: um detector de raios gama com resolução de alta energia.*

## O Ponto-e-vírgula

Associa duas orações independentes (fortemente relacionadas à mesma idéia) ou separa itens complexos de uma lista. Alguns exemplos são mostrados a seguir:

*Uma vez que os dois isótopos de hidrogênio – deutério e trítio – são leves, podem ser produzidos facilmente, e requerem de pouca energia, eles são os primeiros candidatos para continuar o processo de fusão.*

*Ano após ano, as medições da refletividade do espelho ficaram em torno de 96% - uma percentagem elevada, mas não tanto quanto esperado.*

## O Travessão

Atua como um parêntese para separar itens que não podem ser separados por vírgulas.

## A Vírgula

Separa os detalhes em uma oração. Alguns exemplos são mostrados a seguir:

Após o resfriamento, os gases da exaustão continuam a se expandir.

Os sistemas de varredura de raios X, que são relativamente baratos, requerem da atenção do operador.

Os vazamentos dessas substâncias perigosas ocorreram da seguinte forma: vazamento no carregamento dos caminhões; pequenos e grandes vazamentos no enchimento dos tanques; perdas nas tubulações de fornecimento; e ainda nas soldas corroídas, furos oxidados e fissuras nas junções dos próprios tanques.

### 7.5.3. Os Tempos Verbais

Na medida em que se elabora o documento, deve se estabelecer o ponto de referência onde  $t = 0$ .

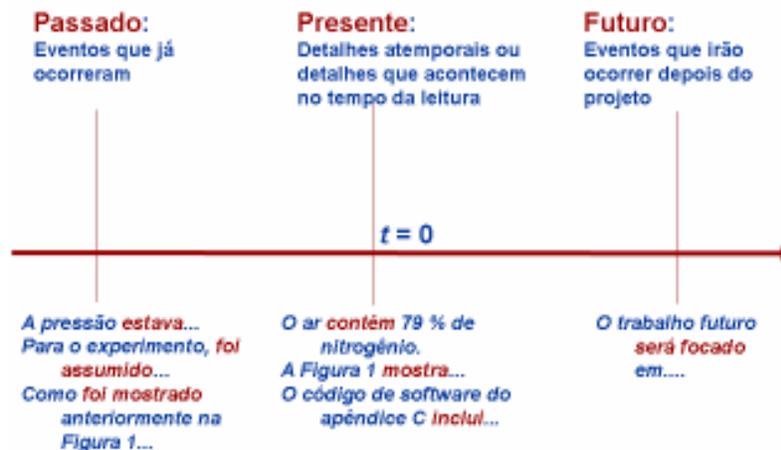


Figura 7-52 – Tempos Verbais

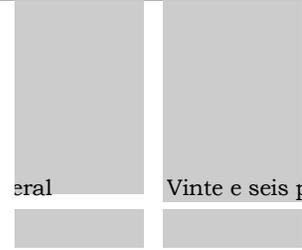
O uso correto dos tempos verbais depende da localização da idéia dentro do relatório, como mostra a figura a seguir.



Figura 7-53 – Uso dos tempos verbais

### 7.5.4. Uso de numerais

Quando usar números?



Medições específicas	3.3V, 2 segundos, 9 m/s
Valores percentuais	35%
Valores monetários	R\$ 25000.00
Valores grandes	6 milhões

Quando escrever os números?

### 7.5.5. A Estrutura

*“Se um homem pode organizar as suas idéias, então ele é um escritor” - Robert Louis Stevenson*

A organização de um documento técnico ou científico pode ser vista como tendo um início, um meio e um fim.

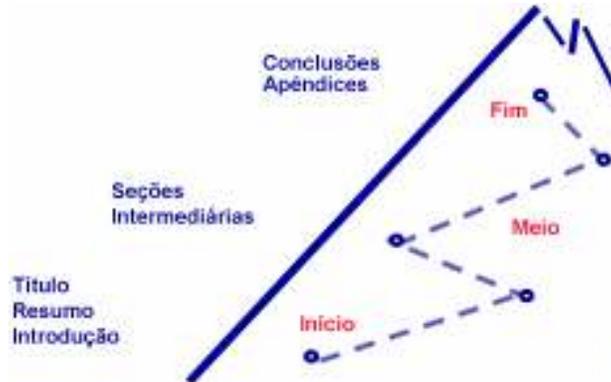


Figura 7-54 – Estrutura de um documento ou apresentação, com início, meio e fim.

#### O Início

O **título** orienta os leitores sobre o tema do documento ou da apresentação.

O **resumo** diz ao leitor ou ouvinte o que vai acontecer no documento ou na apresentação.

A **introdução** prepara os leitores ou ouvintes para o meio.



Figura 7-55 - Título, Sumário e Introdução

### **Tópicos sobre o Título do Trabalho**

Um título forte orienta melhor ao público alvo sobre a sua área do seu tema de trabalho.



Figura 7-56 – Exemplo de melhoria no título do trabalho para evitar ambigüidades

Um título forte e detalhado diferencia o seu trabalho de qualquer outro.

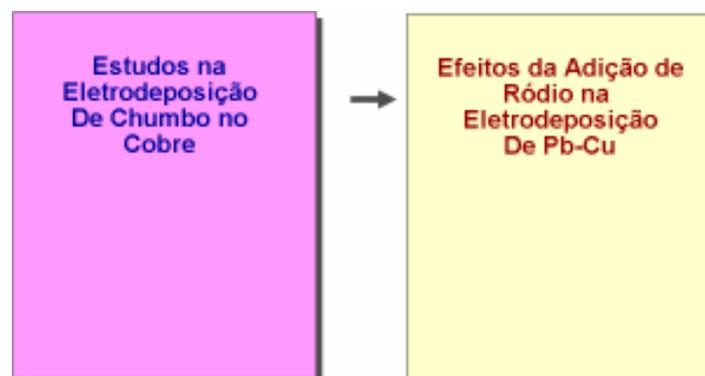


Figura 7-57 – Exemplo de melhorias para a diferenciação do seu trabalho

### **Tópicos sobre o Resumo**

Os sumários podem ser descritivos ou informativos.



#### Exemplo de Resumo Descritivo:

*Este artigo descreve um novo sistema de navegação inercial para o mapeamento de reservas de petróleo e gás natural. Neste artigo se compara a exatidão do mapeamento e a velocidade do novo sistema com os de sistemas convencionais.*

#### Exemplo de Resumo Informativo:

*Este artigo descreve um novo sistema de navegação inercial que melhorará a exatidão do mapeamento de reservas de petróleo em um fator de dez. O novo sistema usa navegação em três eixos que protege os sensores de rotações em alta velocidade. O sistema também processa a informação usando um filtro Kalman (uma técnica de amostragem estatística) em um computador dedicado. Os resultados dos testes mostram que a exatidão da localização tridimensional é de 0.15 metros para cada 100 metros de profundidade da reserva, um valor dez vezes maior que os encontrados nos sistemas convencionais.*

### **Tópicos sobre a Introdução**

A introdução deve preparar os leitores ou ouvintes para a discussão sobre o tema. Devem ser tratados os temas necessários, como por exemplo, os fundamentos básicos, a importância e a organização da informação.

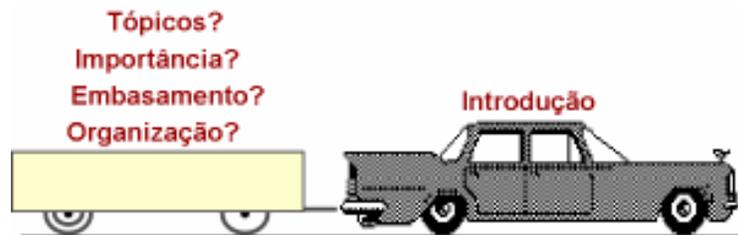


Figura 7-58 – A introdução

A introdução também deve definir as limitações e o escopo do trabalho.



Figura 7-59 – A introdução deve definir o escopo e as limitações do trabalho.

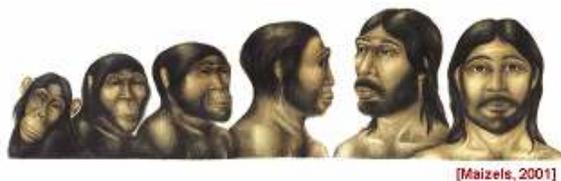
Uma boa introdução deve expressar a importância do trabalho desenvolvido. A seguir um exemplo de uma introdução forte:

*Este artigo apresenta o projeto de um sistema de ignição catalítico de platina para uso em misturas de ar-hidrogênio. Este sistema de ignição tem aplicações em reatores nucleares. Um dos perigos de um reator nuclear é a perda acidental do líquido de resfriamento. Esse tipo de acidente pode produzir grandes quantidades de gás hidrogênio quando a água quente e o vapor reagem com as barras combustíveis de zircônio. Num acidente sério, a evolução do hidrogênio pode ser tão rápida que produz uma mistura explosiva de ar-hidrogênio no compartimento do reator. Essa mistura pode quebrar as paredes e deixar a radiação escapar. O método exposto neste trabalho é eliminar este perigo agindo de forma intencional queimando a mistura de ar-hidrogênio em concentrações abaixo das quais possa resultar em qualquer tipo de dano.*

## O meio

No meio do relatório é onde se apresenta o trabalho em si. Deve se escolher uma estratégia de apresentação da informação. Essas estratégias podem ser de forma cronológica, espacial, comparativa ou na forma de um fluxo de alguma variável.

### Cronológica



[Maizels, 2001]

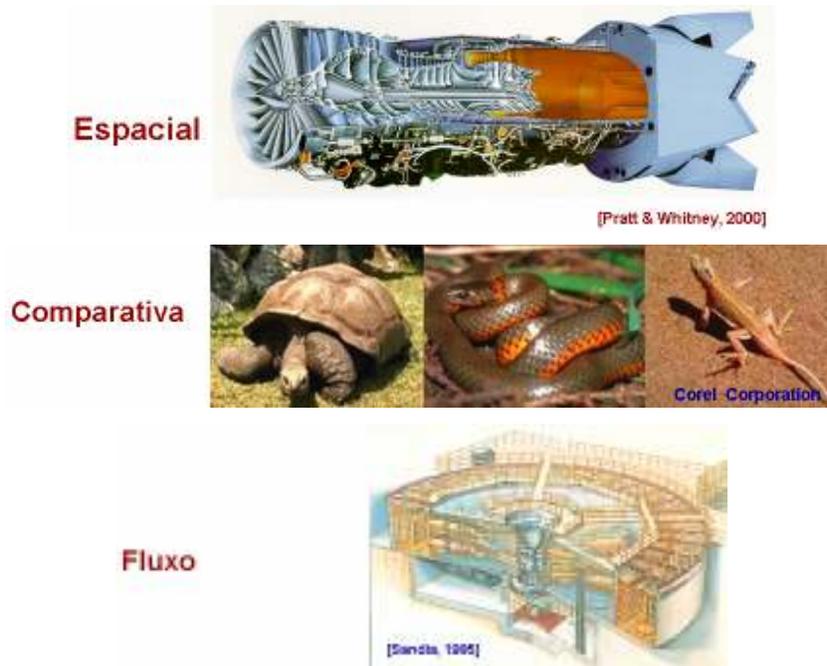


Figura 7-60 – Estratégias para a elaboração da parte do meio do documento ou apresentação

Organizar o texto em títulos e subtítulos. Quando isso for feito, lembrar que os subtítulos devem manter a idéia geral do título.



Figura 7-61 - Divisão em Títulos e subtítulos

## O Fim

Uma boa finalização deve analisar os resultados e fornecer perspectivas futuras. Faça recomendações, discuta futuras implementações e repita as limitações encontradas.

Devem ser usados os apêndices para fornecer embasamento, informações complementares ou pressupostos, para ajudar outro tipo de leitores a entender o

seu trabalho. Um glossário também pode ser útil para leitores não especializados. Nas referências finais, nunca esqueça de citar as suas fontes.

### 7.5.6. A Linguagem: A forma de usar as palavras

Para alcançar a clareza na transmissão da informação, as palavras usadas devem ser diretas, concisas, fluidas e de som familiar. Devem se evitar palavras difíceis e de pouco uso com a intenção de demonstrar erudição.

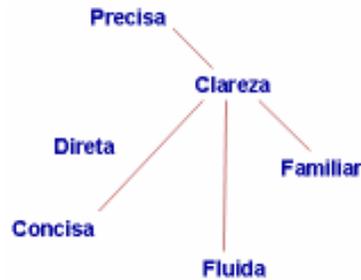


Figura 7-62 – Sensação das palavras

As generalidades que não estiverem ancoradas fortemente em fatos específicos, rapidamente são esquecidas.

**Após conhecer alguns problemas com os painéis solares, tomaram-se medidas corretivas.**

**Após encontrar que os ventos fortes (sem granizo) tinham quebrado dez espelhos solares, começamos a colocar todos os painéis na posição horizontal durante as tormentas**



Figura 7-63 - Evitar generalidades

Para poder ter uma linguagem precisa, deve se evitar o abuso de detalhes.

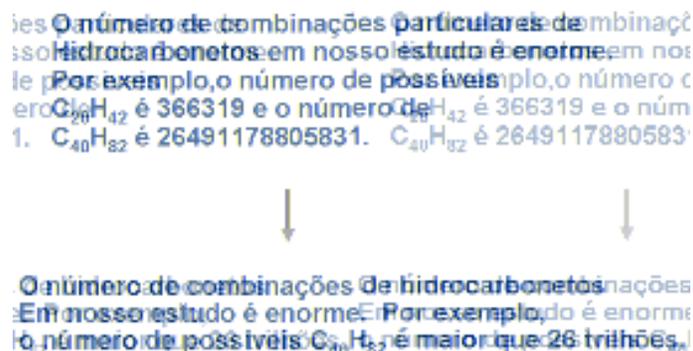


Figura 7-64 - Evitar excesso de detalhes

Para a precisão da linguagem, deve se escolher o nível adequado de detalhe.

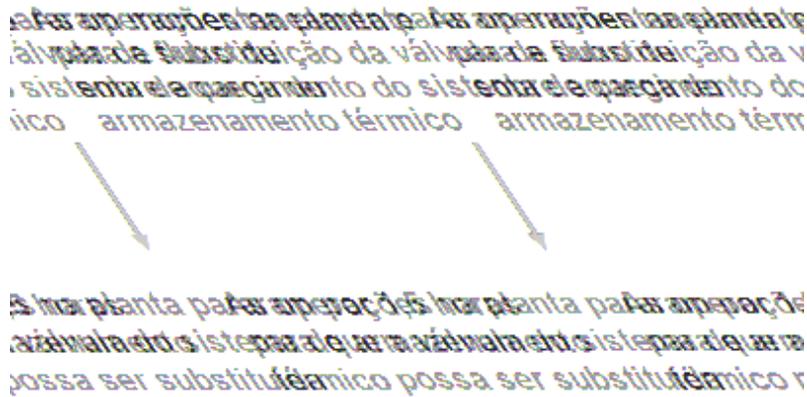


Figura 7-65 – Escolher o nível adequado de detalhe

O mau uso das palavras pode sepultar as idéias.

**Este estudo considerará por que os sistemas atuais de energia solar, tais como o Solar X, não tem alcançado o estágio comercial e descobriremos quais as etapas que devem ser tomadas para tornar esses sistemas comercialmente viáveis.**



**O objetivo deste estudo é desenvolver uma estratégia de comercialização para sistemas de energia solar. Pela análise dos fatores que prejudicam os primeiros empreendimentos comerciais (ex. Solar X) e pela identificação das ações potenciais que possam facilitar a viabilidade desses projetos.**

Figura 7-66 – Na elaboração das idéias deve ser no mínimo otimista

Devem ser cuidadas as ambigüidades. A ambigüidade é um conjunto de palavras que podem ter mais de um significado. Examine as duas frases que seguem:

*Foram examinados metanol e etanol puro, metanol e etanol com 10% de água.*

*Foram examinados quatro combustíveis: metanol puro, etanol puro, metanol com 10% de água e etanol com 10% de água.*

As ambigüidades também ocorrem por outras razões, analise as seguintes frases:

*O cronograma proposto será discutido nos próximos quatro meses.*

*Apesar dos engenheiros perceberem os defeitos no Titanic bem antes do seu afundamento em 1912, as razões para os severos danos infligidos pelo iceberg permaneceu num véu de mistério até a sua descoberta em 1985.*

O uso de verbos fracos pode esconder a energia do seu trabalho. Analise os seguintes parágrafos.

**Um novo processo para a eliminação dos óxidos nitrosos dos motores de combustão a diesel é aqui apresentado. Os experimentos com tubos de fluxo para testar esse processo é aqui discutido. O percentual de diminuição das emissões de óxido nítrico é revelado neste trabalho.**



**Este artigo apresenta um novo processo para a eliminação dos óxidos nitrosos dos motores de combustão a diesel. Para testar esse processo, executamos experimentos com tubos de fluxo. Esses experimentos revelaram uma diminuição de 99% nas emissões de óxidos nitrosos.**



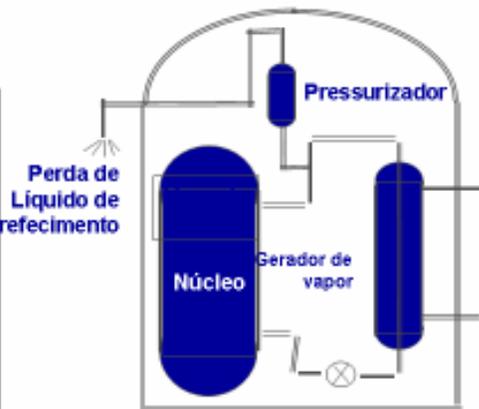
Figura 7-67 – Use sempre verbos fortes indicando ação

### 7.5.7. Uso de ilustrações

Basicamente existem dois tipos de ilustrações: as figuras e as tabelas.

**Tabela 1. Níveis de energia do reator Reator no acidente de Chernobyl [Wolfson, 1991].**

Data	Hora	Nível de Potência
4/25	1:00 am	3200 MW
4/25	2:00 pm	1600 MW
4/25	11:10 pm	1600 MW
4/26	1:00 am	30 MW
4/26	1:19 am	200 MW
4/26	1:23 am	2,000,000 MW



**Figura 1. Diagrama simplificado do reator nuclear [Wolfson, 1991].**

Figura 7-68 - Exemplos de Figuras e Tabelas

As tabelas podem apresentar tanto números como textos.

Evento	Hora	Nível de Potência	Evento	Hora	Nível de Potência
Operadores cometem erro e diminuem a potência do reator	1:00 am	3200 MW	Operadores cometem erro e diminuem a potência do reator	1:00 am	3200 MW
A redução da potência é compensada em 5 minutos e o sistema de resfriamento de emergência é desconectado	2:00 pm	1600 MW	A redução da potência é compensada em 5 minutos e o sistema de resfriamento de emergência é desconectado	2:00 pm	1600 MW
Os operadores desativam o controle de potência e a operação de diminuição da potência é continuada	11:10 pm	1600 MW	Os operadores desativam o controle de potência e a operação de diminuição da potência é continuada	11:10 pm	1600 MW
Se alcança o mínimo de potência e os operadores retiram as barras de controle	1:00 am	30 MW	Se alcança o mínimo de potência e os operadores retiram as barras de controle	1:00 am	30 MW
Os operadores retiram as barras de controle e a potência aumenta	1:19 am	200 MW	Os operadores retiram as barras de controle e a potência aumenta	1:19 am	200 MW
Os operadores cometem erro e a potência aumenta	1:23 am	2,000,000 MW	Os operadores cometem erro e a potência aumenta	1:23 am	2,000,000 MW

Figura 7-69 – Exemplo de tabela

Quando apresentar dados numéricos você pode escolher entre tabelas e gráficos.

**Tabela 2. Níveis de glicose[Carlson, 1982].**

Tempo (hora)	Normal (mg/dl <sup>*</sup> )	Diabético (mg/dl)
Meia-noite	100.3	175.8
2:00	93.6	165.7
4:00	88.2	159.4
6:00	100.5	72.1
8:00	138.6	271.0
10:00	102.4	224.6
Meio-dia	93.8	161.8
2:00	132.3	242.7
4:00	103.8	219.4
6:00	93.6	152.6
8:00	127.8	227.1
10:00	109.2	221.3

\* decalitros/mg

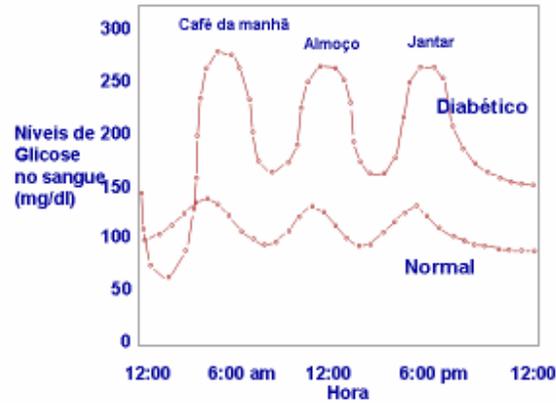

**Figura 12. Níveis de glicose no sangue para indivíduos normais e diabéticos [Carlson, 1982].**

Figura 7-70 – Tabelas e Gráficos

Gráficos com linhas são comuns na ciência e na engenharia.

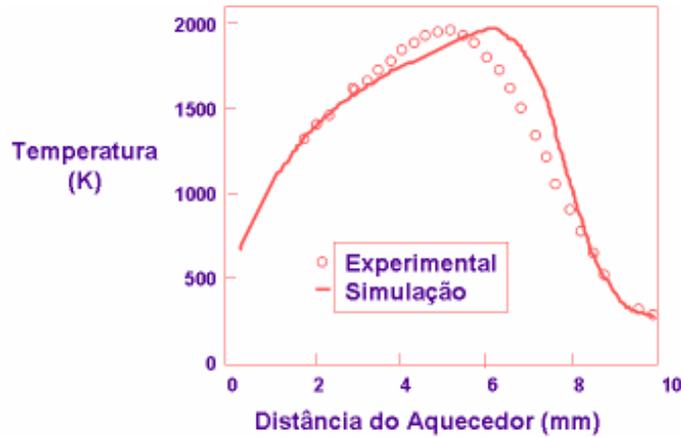

**Figura 6. Temperaturas experimentais e calculadas para difusão laminar [Sandia, 1987].**

Figura 7-71 – Exemplos de gráficos

Gráficos de barras são bons para efetuar comparações.

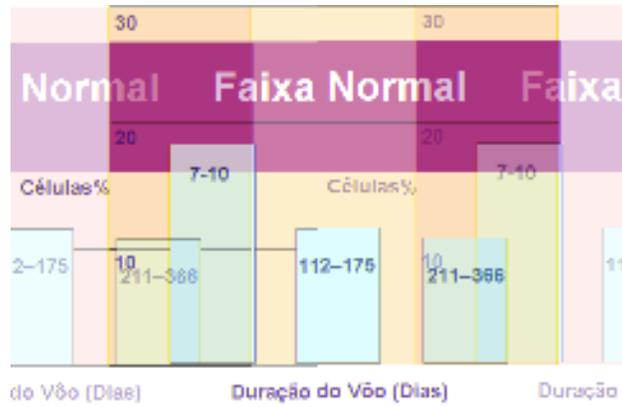


Figura 7-72 – Resposta das células Fe-52 produzidas depois de 100 horas de voo de curta e de longa duração (Konstantinova, 1981)

Figura 7-72 – Gráficos de barras

Gráficos de pizza ou torta são úteis para comparar proporções com relação ao todo.

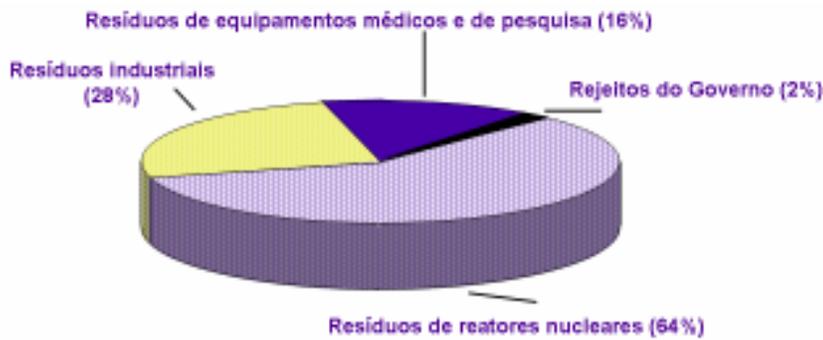


Figure 12. Volume de resíduos nucleares das várias fontes [League, 1986].

Figura 7-73 – Exemplo de gráfico pizza ou torta

Quando for apresentar imagens você poderá escolher entre fotografias, desenhos e diagramas.

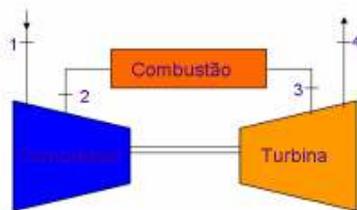


Figura 7-74 – Fotografias, desenhos e diagramas.

A principal vantagem das fotografias é o realismo.



Figura 3. A nave espacial Challenger, desde os 58 aos 60 segundos depois da decolagem (28 de enero de 1986). No foguete direito inicia uma chama que primeiro fica visível e depois se espalha até o tanque.

Figura 7-75 – O realismo das fotografias

A vantagem dos desenhos é o controle dos detalhes.

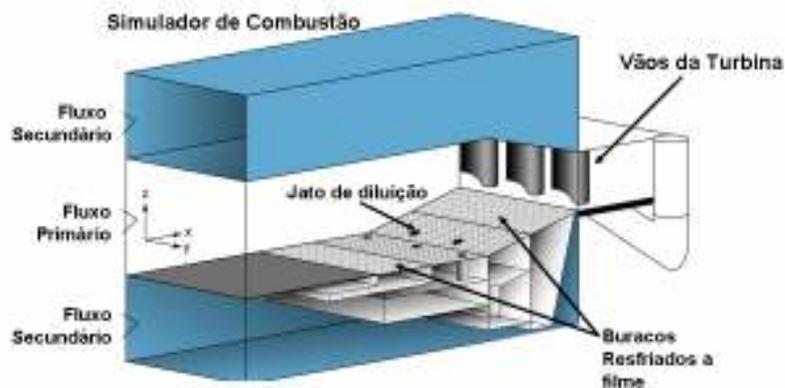


Figura 6. Experimento em túnel de vento para avaliar o projeto do fresfriador a filme das pás de turbinas a gás. [Thole et al, 2000].

Figura 7-76 – Exemplo de desenho.

A principal vantagem dos diagramas é da capacidade de mostrar o fluxo de uma variável através de um sistema.

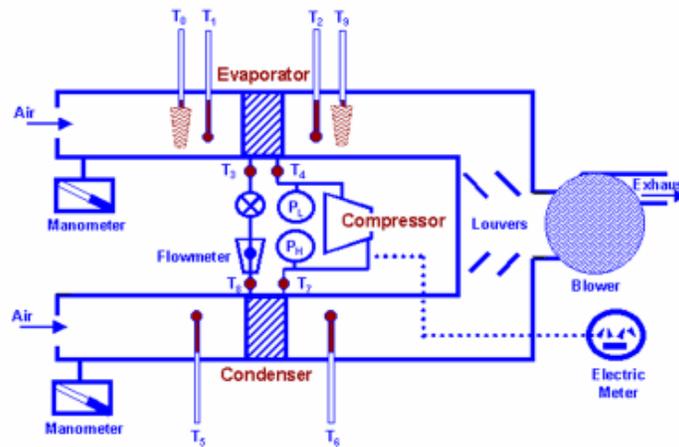


Figura 8. Esquemático de teste para avaliação dos componentes de um projeto de ar-condicionado.

Figura 7-77 – Exemplo de diagrama

### 7.5.8. As Apresentações

As apresentações são caras e por isso deve se considerar seriamente se a apresentação é realmente necessária. O custo das apresentações deve ser calculado levando em conta o salário por hora de cada ouvinte, o custo de aluguel do auditório, e dos equipamentos de projeção, pessoal de suporte se houver e os custos referentes ao preparo da apresentação.

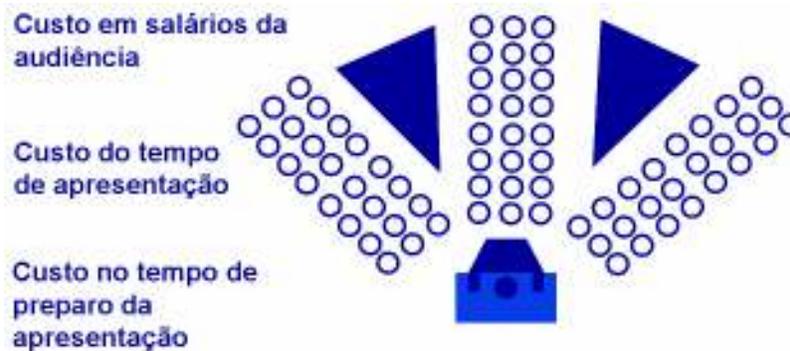


Figura 7-78 – Custos das apresentações

As apresentações possuem várias vantagens sobre os documentos escritos: o trabalho pode ficar vivo para os ouvintes, o apresentador pode ler e a audiência pode reagir. O apresentador também pode captar as reações instantâneas da platéia.



Figura 7-79 – Vantagens das apresentações

As apresentações também têm algumas desvantagens, como mostra a figura a seguir.



Figura 7-80 – Desvantagens das apresentações

As apresentações podem ser vistas desde três perspectivas estilísticas:



Figura 7-81 - Três perspectivas

A preparação da apresentação deve ser começada pela análise das restrições.

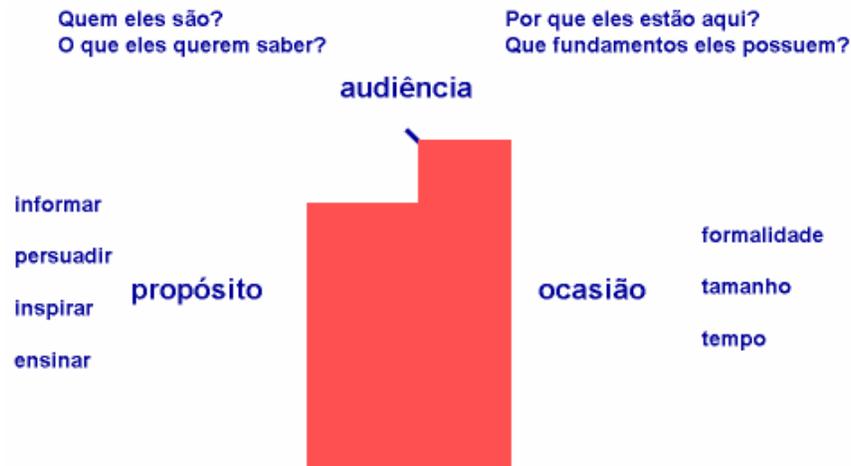


Figura 7-82 - Análise das restrições

### Estrutura e fala

Assim como nos documentos, a estrutura da apresentação deve ter um início, um meio e um fim.

O início deve prepara a audiência para o trabalho que está para ser apresentado.



Figura 7-83 – O início da apresentação

A parte do meio apresenta o trabalho numa ordem lógica. Deve haver suave transição entre os pontos principais.

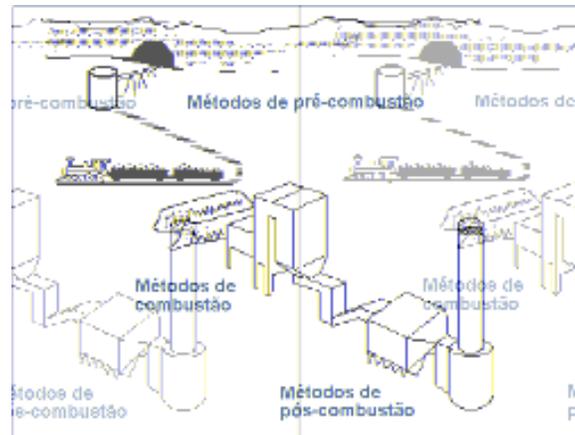


Figura 7-84 - Exemplo de pontos principais na parte do meio da apresentação.

A parte final deve resumir os principais pontos e colocar os resultados no contexto de uma visualização global.



Figura 7-85 – Visão global na parte final da apresentação

### Recursos Visuais

A audiência lembra mais quando são usados slides bem projetados.

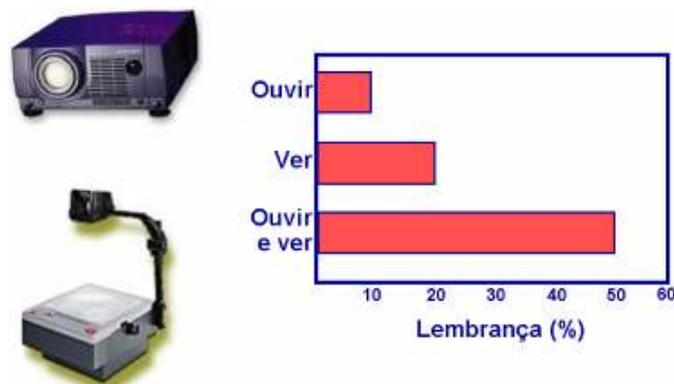


Figura 7-86 – Nível de assimilação da audiência

Não importa que tipo de projeção você vá utilizar, você deverá tomar algumas decisões.

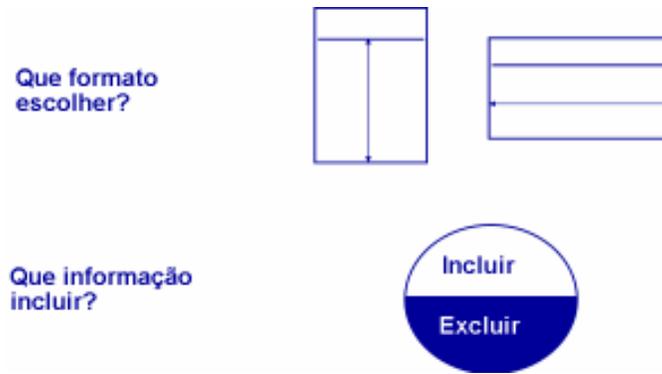


Figura 7-87 - Decisões a serem tomadas

Escolha o formato que seja facilmente lido.

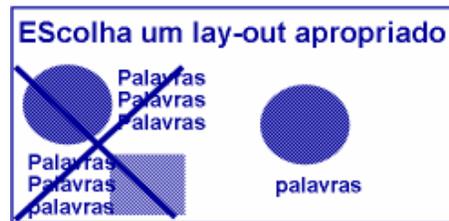
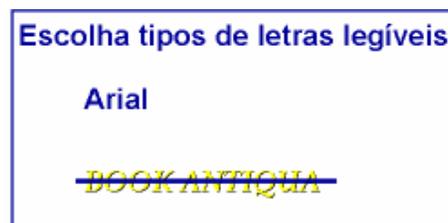


Figura 7-88 - Escolher tipos de lay-outs adequados.

A cor pode distinguir a sua apresentação.





Figura 7-89 – As cores afetam a velocidade de leitura



Figura 7-90 - A cor afeta as emoções da audiência

Incluir slides que acentuem detalhes importantes.

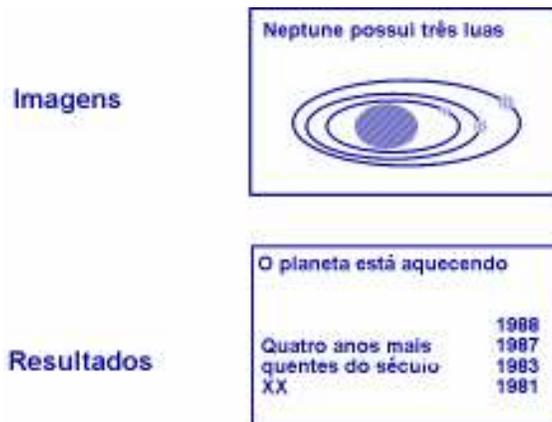


Figura 7-91 - O que incluir?

Inclua slides que mostrem certo grau de organização.



Figura 7-92 - O que incluir?

Excluir os detalhes que a audiência não pode ou não precise lembrar.

<p><b>Evitar informação de enchimento</b></p> <p>Roentgen descobriu os raios-X Em 1895. Ele viu que um tubo raios catódicos produzia Fluorescência numa placa Distante de platina-bário-cianeto.</p>	<p><b>Evitar listas longas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão</li> <li>• Chuva ácida</li> <li>• Materiais tóxicos</li> <li>• Combustão Pulsada</li> <li>• Materiais energéticos</li> <li>• Materiais pirogênicos</li> <li>• Smog</li> </ul>
--	--

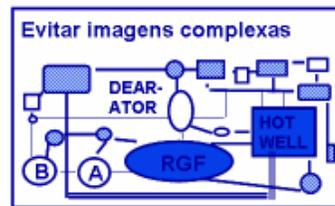


Figura 7-93 - Evitar informações sem utilidade prática no trabalho, listas muito longas e imagens muito complexas.

## Distribuição da Informação

A distribuição da informação é a interação com a audiência.



Figura 7-94 – Distribuição da informação

Você tem várias alternativas para proferir o seu discurso:

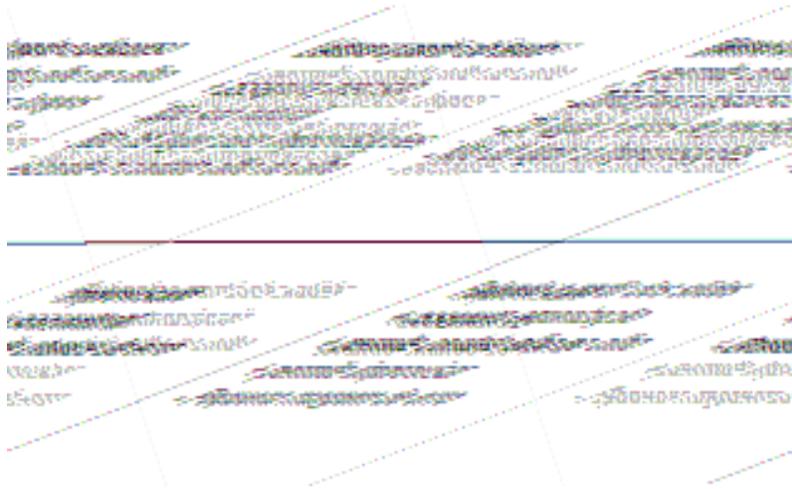


Figura 7-95 - Alternativas para proferir um discurso

Resumindo, você pode melhorar as suas apresentações pela prática e pela crítica das apresentações dos outros.