



thema

homens e máquinas

Educação

Mecânica

Eletroeletrônica

Informática

Edificações

Química

Opinião



# thema - homens e máquinas

Uma publicação de divulgação da Escola Técnica  
Federal de Pelotas.

**Diretor Geral**

Edelbert Krüger

**Vice-Diretor**

Jorge Arlei Silva da Silva

**Conselho Editorial**

Alvacir Tavares, Fabiane Barbosa, Lúcia Rizzolo,  
Marcelo Machado, Rosani Azevedo, Rosilena Peres

**Revisão**

Ilza Machado

**Capa**

Ricardo Götze

**Programação Visual**

Flavia Lanfredi, Raquel Carvalhal

**Composição e Impressão**

Serviço de Artes Gráficas da ETFPEL

**Endereço para Correspondência**

Praça 20 de Setembro, 455

Pelotas - RS

Fone (0532)29-1000 Fax (0532)29-1000/110

**E.Mail** [Webmaster@etfpel.tche.br](mailto:Webmaster@etfpel.tche.br)

**Tiragem**

1000 exemplares

## Nossa Capa



Com o máximo orgulho, a capa desta edição traz a foto de um trabalho do reconhecido artista plástico e ex-aluno desta Escola **RICARDO GÖTZE**.

A obra, que fez parte da Exposição "Cidades", realizada na Sala dos Servidores "Nilo Peçanha", no mês de novembro deste ano, foi autorizada pelo autor, a partir do consenso do Conselho Editorial.

## ARTIGOS

**EDUCAÇÃO**

- Construção da Profissão do Professor: Possibilidades, Limites e Avanços na "Praxis" Sindical**  
*Cynthia Farina*.....03
- Variedades Lingüísticas e Ensino da Língua**  
*Lúcia Maria Blois Villela*.....09
- O Papel dos Mecanismos Coesivos no Processo de Compreensão Textual**  
*Fernanda Pizarro de Magalhães*.....20

**MECÂNICA**

- Um Modelo Estocástico de Veículo**  
*Mário Leonardo Boéssio*.....26

**INFORMÁTICA**

- Utilizando a Internet para Experimentos com o Microcontrolador Basic52**  
*Luis Cléber Carneiro Marques*.....36

**QUÍMICA**

- Estudo da Adesão de Polipropileno Isotático a Aço e Alumínio**  
*João Antônio Pinto de Oliveira*.....43

**ELETROELETRÔNICA**

- Robustez do Controlador em Cascata Aplicado a um Atuador Hidráulico com Incertezas Paramétricas**  
*Mauro André Barbosa Cunha*.....46

**EDIFICAÇÕES**

- Avaliação das Perdas na Etapa de Secagem Artificial de Telhas Cerâmicas**  
*Rosilena Martins Peres*.....54

## OPINIÃO

- Escolas do Povo**  
*Vilson Antônio Rodrigues Bilhalva*.....67
- Escolas Técnicas Federais: no Meio da Crise, a Nova Perspectiva Institucional**  
*Ceres Mari da Silva Meireles*.....69

## SUPLEMENTO

- Ergonomia em Workstation**  
*Daniela Vieira Goularte, Débora Soares de Brito, Lélío dos Santos Falcão, Roberta de Oliveira Martins e Tiago de Ávila Antunes*.....págs. centrais

# Nossa Segunda Edição

O ano não foi dos mais fáceis, tanto em termos de trabalho, quanto de finanças, no entanto, não esmorecemos e aqui está a edição número dois da nossa revista "**thema - homens e máquinas**".

A idéia era que fosse lançada no mês de novembro, mas por excesso de trabalho dos componentes do Conselho Editorial e dos nossos colaboradores, só conseguimos encerrá-la no mês de dezembro.

Não importa, o que vale é que tivemos a procura de vários professores interessados em publicar seus artigos neste novo veículo de comunicação da Escola Técnica Federal de Pelotas.

A edição número um foi bem aceita pela comunidade, fazendo com que nos dispuséssemos a realizar a segunda, mesmo com tempo tão exíguo.

Esta edição, para orgulho nosso, traz um artigo premiado no concurso de software, da revista Elektor holandesa, de autoria do professor Luís Cléber Carneiro Marques, referente à utilização da Internet para Experimentos com o Microcontrolador Basic52.

Além disso, temos a satisfação de publicar um trabalho realizado por um grupo de alunos do Curso de Desenho Industrial. Nosso objetivo é mostrar que também os alunos têm oportunidade de contribuir para o conhecimento e discussão de temas voltados à tecnologia. Dessa forma, valorizamos a produção intelectual discente, na expectativa de que, nas próximas edições, outros alunos tenham, também, trabalhos aqui publicados.

**Conselho Editorial**



# A Construção da Profissão do(a) Professor(a): Possibilidades, Limites e Avanços na “Praxis” Sindical

*Cynthia Farina*

*Professora de Educação Artística da ETFPEL*

*Especialista em Educação (FAE/UFPEL)*

*Mestranda em Educação (FAE/UFPEL)*

*Paulo André Passos de Mattos*

*Mestrando em Educação (FAE/UFPEL)*

*E-mail: demattos@minerva.ufpel.tche.br*

## Resumo

O presente artigo pretende discutir a formação de professores e a valorização da profissão do magistério a partir da fala de quatro professoras com atuação sindical (SIMP, SINASEFE, CEPERS e ADUFPEL), com o objetivo de ter a percepção de como os sindicatos atuam (ou não) com relação a essas questões no seu cotidiano, bem como os seus limites e avanços.

**E**ste trabalho tem por objetivo a discussão da profissionalização do(a) professor(a), investigando, através de entrevistas com profissionais da rede de ensino, estudantes e pessoas da comunidade, as diferentes visões sobre a construção da profissão (limites e avanços) e da identidade do(a) professor(a).

Para realização deste trabalho de investigação, optamos por entrevistar professores(as) com atuação sindical, por

acreditarmos que os sindicatos têm um papel importante na valorização do(a) profissional do magistério, enquanto instância de aglutinação dos professores e professoras em suas lutas, e, entre essas lutas, a valorização da profissão.

Como referencial teórico para essa discussão utilizamos de NÓVOA (1992), que defende a idéia de que a valorização da profissão e do(a) profissional em educação passa por três dimensões: a pessoal (construção



da identidade), a profissional (produzir a profissão) e a organizacional (produzir a escola). Para esse autor, a formação do(a) professor(a) e, conseqüentemente, sua percepção enquanto profissional, é um processo dialético, no qual não se separa a pessoa - ser que ocupa determinado lugar no espaço e no tempo e que se move na construção de sua própria história a partir de seus sonhos, projetos, desejos - do profissional que atua em sala de aula.

Outro importante referencial teórico encontramos em ENGUITA apud CUNHA e LEITE (1995), que define o que é uma profissão:

*"um grupo profissional é uma categoria auto-regulada de pessoas que trabalham para o mercado numa situação de privilégio monopolista"*

A partir desse conceito, ENGUITA define 3 tipos de profissões: as Profissões Liberais, as Profissões e as semiprofissões. As **profissões liberais** são constituídas por aqueles profissionais que prescindem de aparato social para o exercício da sua profissão (médicos, dentistas, advogados etc.); as **profissões** são aquelas que necessitam de estrutura social, pública ou privada para o exercício e se caracterizam por um conhecimento científico legitimado (biólogos, químicos, geógrafos, físicos etc.); e as **semiprofissões**, que são aquelas que se identificam com as profissões no exercício, porém, não têm um conhecimento reconhecidamente importante e forte (magistério).

A definição do magistério no quadro das semiprofissões se deve à dificuldade de construção de uma epistemologia, em outras palavras, de um conhecimento que lhe é próprio e que se expressa no dar aula: o conhecimento específico do professor.

Segundo ENGUITA, a não existência de um campo epistemológico consistente acaba fragilizando o reconhecimento do magistério, enquanto profissão, o que se expressa nos elementos que, segundo ele, caracterizam uma profissão: a vocação, a competência, a licença, a independência e a auto-regulação.

A **vocação**, no caso do magistério, encontra-se impregnada por uma percepção da profissão, enquanto um sacerdócio e/ou como a extensão do trabalho feminino, não sendo exigido, portanto, para tal tarefa, o domínio de um conhecimento específico: é um "dom" que se desenvolve a partir da prática.

*"Inúmeros estudos já exploraram as origens da profissão de ensinar, vinculando-as à catequese e à maternidade. Zeichner (1992) e Perez Gómez (1994) denominam esta*

*perspectiva de prático-artesanal, onde o conhecimento profissional constitui-se pelo acúmulo, ao longo dos séculos, do processo de ensaio e erro, transmitindo-se de geração em geração."* (CUNHA e LEITE, 1995)

Essa perspectiva "prático-artesanal" do magistério vê-se reforçada na medida em que a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9394/96) possibilita ao profissional de qualquer área habilitar-se para o ensino, desde que se submeta a um estágio de 300 horas, não sendo necessário cursar disciplinas específicas do campo de ensino (didática, metodologia do ensino etc.).

*"Art. 61 A formação de profissionais da educação, de modo a atender os objetivos dos diferentes níveis e modalidades de ensino e as características de cada fase do desenvolvimento do educando, terá como fundamentos:*

*1- a associação entre teorias e práticas, inclusive mediante a capacitação em serviço"*<sup>1</sup>

A compreensão do magistério, enquanto profissão feminina e/ou sacerdotal, reflete-se na questão da **competência**, uma vez que, para o exercício da profissão, não era exigido nenhum conhecimento específico. A idéia de "dom" acabava por substituir a necessidade de um conhecimento específico.

*"a imagem do graduado num curso universitário que se dedica ao ensino, se move entre a de alguém que renunciou à ambição econômica em favor de uma vocação social e a de quem não souber nem conseguir reencontrar algo melhor."* (ENGUITA, 1991)

A **licença** consiste na regulação para exercer uma profissão. No caso do magistério, o Estado exerce esse papel. Cabe a ele definir legalmente as habilitações mínimas para o exercício da profissão de professor. Porém, é o próprio Estado que nega a necessidade de um saber próprio da profissão, na medida em que, em nível de 3º grau, esse saber não é exigido, sendo necessário apenas o saber específico de uma área do conhecimento científico e, ao nível de 1º e 2º graus, onde a habilitação magistério e às licenciaturas eram exigidas, existem inúmeros professores sem habilitação, quadro que pode vir a agravar-se com a aprovação da nova LDB.

Por fim, em relação à **independência** e **auto-regulação**, segundo CUNHA e LEITE, é nesse item que a fragilidade do magistério é mais visível. O

<sup>1</sup> Lei 9394/96, TÍTULO VI, DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO, Art. 61 (grifo nosso)



magistério, hoje, perdeu completamente a sua independência, ficando à mercê das regulações, principalmente do Estado. A cada dia que passa tem sido diminuído mais o espaço de tomada de decisões do professor, reflexo de controles externos de avaliação, da utilização dependência dos livros didáticos, que retornam às escolas de 1º grau etc. O professor perde seu momento de reflexão, de planejamento, para tornar-se um simples repassador de conteúdos já pré-definidos.

Portanto, o magistério, na medida em que perde a sua independência, perde, também, a possibilidade de auto-regulação da sua profissão. Não é a categoria de professores que cria mecanismos de controle que permitam a garantia da qualidade de seu trabalho, mas o Estado e este trabalha muito mais em uma lógica do discurso para a mídia, do que com uma real preocupação com esta questão.

A partir do suporte dado pelas leituras de CUNHA e LEITE (1995) e NÓVOA (1992), partimos para a realização das entrevistas, a partir de um roteiro previamente elaborado, com professores que tivessem uma atuação sindical destacada, com o objetivo de ter a percepção da forma como a luta pela valorização do magistério passava por suas entidades representativas e seus desdobramentos no cotidiano da ação sindical.

Selecionamos 4 professoras com intervenção nos quatro sindicatos escolhidos para essa amostragem: SIMP, CEPERS, ADUFPEL e SINASEFE. No SIMP e no SINASEFE, as professoras entrevistadas fazem parte da atual diretoria dessas entidades. No CEPERS e na ADUFPEL, as entrevistadas, embora não façam parte da atual diretoria, sempre tiveram uma atuação destacada nessas entidades e já fizeram parte da diretoria em outras gestões.

São professoras cujas idades variam de 29 a 46 anos de idade e atuam nas seguintes disciplinas: História Contemporânea, Língua Portuguesa, Educação Artística e Matemática.

Um aspecto importante, com relação a essas professoras, é o como se deu a entrada no movimento sindical. Todas, com exceção de uma - cuja militância sindical é fruto do questionamento das suas condições de trabalho, vieram de outros movimentos, como o movimento estudantil e movimentos ligados à Igreja Católica. Portanto, para elas, a militância no sindicato é uma extensão/continuidade do trabalho que realizam em outras esferas.

É importante enfatizar que, em um universo de milhares de professores, apenas 4 entrevistas e entre estas, apenas uma por entidade sindical, não possibilita

uma generalização das conclusões deste trabalho, mas acreditamos encontrar aqui alguns elementos que possibilitem reflexões sobre como tem sido encaminhada a questão da valorização do magistério.

Realizadas as entrevistas, procuramos definir as categorias surgidas nas falas das professoras, extraíndo 6 categorias básicas: a visão do magistério na atualidade; os fatores definidores da situação atual; as políticas do sindicato para valorização do magistério (por onde passa a valorização); a formação do professor; os limites para a construção da profissão e a relação do magistério com outras profissões.

Quanto à visão das professoras sobre a sua profissão, foram levantados inúmeros pontos, entre os quais destacamos os baixos salários e a perda da auto-estima que se reflete na prática pedagógica e na perda do prazer de dar aula:

*"eu acho que a situação do magistério é uma situação complicadíssima, não só o aspecto salarial, mas o aspecto salarial envolve tudo, envolve auto-estima, envolve prazer de dar aula, envolve pouco acesso a informações e assim por diante."* (ADUFPEL)

Reforçando este quadro, tem-se a sobrecarga de trabalho que leva à desestruturação pessoal do professor e, também, à falta de competência profissional.

*"Ao mesmo tempo em que o salário aviltado provoca diminuição da qualificação dos quadros, também esta provoca o primeiro. Embora não se possa afirmar que a interdependência destes dois fatores seja absoluta, não há como negar as influências recíprocas".* (CUNHA e LEITE, 1995, p. 132).

Outro elemento que aparece com força na fala das professoras, como inibidor da auto-estima da categoria, é o autoritarismo do governo, postura que limita e controla cada vez mais sua ação, ao mesmo tempo em que estrangula seus salários. Sobre este assunto, NÓVOA assinala a crescente proletarização do magistério, na medida em que o governo propõe um apartamento entre concepção e execução pedagógica, ao mesmo tempo em que intensifica a carga de trabalho dos professores. Esta situação é identificada na fala das professoras, como parte da política neoliberal de desmonte e enxugamento do Estado de Bem-Estar Social.

*"No fundo, a política neoliberal tende a desresponsabilizar o Estado pela educação e pela manutenção de quadros docentes".* (CUNHA e LEITE, p. 133).



Este seria um dos fatores definidores do quadro esboçado sobre a situação atual do magistério. Outros fatores levantados apontam que “as professoras” não se sentem como classe trabalhadora, ainda se percebem muito como vocacionadas, o que as entrevistadas vinculam com a característica feminilização da categoria:

*“eu acho que um dos problemas do atraso do magistério é que ele não se vê como classe trabalhadora, as professoras não se vêem como trabalhadoras, operárias. Se vêem como uma classe de elite que estão desempenhando um papel... Hoje, aquela coisa da vocação já está um pouco descartada, mas eu acho que no fundo a gente ainda sofre isso.” (SIMP)*

*“Eu, por exemplo, parto da idéia de que é uma profissão desvalorizada, por ser fundamentalmente uma questão feminina, isso é fundamental. Tu podes pegar outros exemplos de profissão cuja maior parte dos seus integrantes são mulheres, Serviço Social, Enfermagem, enfim, são profissões desvalorizadas... Essa é a questão. Profissão feminina. Outra questão: é uma profissão vinculada à questão social, a gente vê pessoas que lidam com a saúde, com a educação, profissões que lidam com questões do Estado, ligadas ao bem-estar das pessoas, simplesmente essas profissões estão completamente desvalorizadas.” (ADUFPEL)*

Sobre o processo de formação dos(as) professores(as), foram abordados dois momentos: a Universidade e o sindicato. Da primeira, foi dito que esta não prepara para a profissão, nem técnica, nem politicamente. O que ocorre é uma grande ênfase no repasse de conteúdos. E, como agravante, não é trabalhada a dimensão humana do “ser”, daquele que vai atuar na formação de outros “seres”.

A formação através dos sindicatos é considerada fundamental, porém as professoras destacam que essa ação é tímida, principalmente porque os sindicatos precisam se ocupar, sobremaneira, dos ataques do governo, o que mobiliza grande parte de suas energias. Além do que, dois dos quatro sindicatos referidos englobam outras categorias (SIMP e SINASEFE), precisando atender, também, às necessidades destas.

*“o governo tem atacado tanto, que a gente não tem encontrado espaço para trabalhar a nossa qualificação. (...) A questão pedagógica... que nós poderíamos estar*

*sentados a pensar... o governo não dá tempo, vem com um ataque de desmantelamento da Escola, eu acho que hoje a gente não está fazendo nem isso.” (SINASEFE)*

Outro aspecto, relativo a esta questão, é a mídia, enquanto elemento significativo na formação atual dos(as) professores(as), dando origem a uma “consciência do senso comum”:

*“O que sobra para o professor, de formação, quando ele chega em casa cansado? Ver televisão! O que hoje tem contribuído para a formação é o que a mídia repassa e ele passa a ter como consciência o ‘senso comum’.” (SINASEFE)*

Ainda quanto à formação, a professora da rede estadual destaca como a imposição oficial das “Jornadas Pedagógicas” nas escolas está servindo para proporcionar um momento fértil de discussão entre os(as) professores(as), sobre temas significativos da ação pedagógica na escola.

NÓVOA acentua que as experiências diferenciadas parecem ser mais proficuas que o emparelhamento da oficialização de propostas generalizantes, todavia, em nossa opinião, por entre a imposição oficial de um tipo de formação, parece que alguns professores e algumas instituições conseguem cavar espaços diferenciados e reverter, pelo menos parcialmente, em seu favor, uma situação autoritária.

No processo de valorização da profissão, todas as professoras entrevistadas apontaram para sua dimensão coletiva. Falaram de estratégias comuns para forjar uma política salarial digna e uma auto-estima consistente. As estratégias são a mobilização e a organização da categoria, a unificação da luta com as demais categorias de trabalhadores, para a construção de um projeto político alternativo ao que está colocado. Para tanto, a criação de vínculos estreitos com a comunidade é imperativo. Por exemplo: o projeto “Reage Pelotas”, que visa à valorização do serviço público, objetivando a simpatia e o esclarecimento da comunidade, desenvolvido pelo SIMP; a estratégia de embate com o governo no processo de greve, pelo CEPERS, procurando aliar a comunidade em suas reivindicações e a percepção da necessidade, pela professora da ADUFPEL, de criação de um “fato político” como o do M.S.T., para que a sociedade se engaje.

*“Se tivesse condições de manter um vínculo com a sociedade, com a nossa comunidade escolar... Um vínculo real de trabalho, de discussão. Eu acho que isso ajudaria até o*



*governo ver que ele não está lidando só com uma parte da sociedade. Não são só os professores que estão reivindicando uma verba para escola e mais salário. É o professor e o funcionário de escola, é aquele aluno que está ali, é o pai dele. É o outro, é o vizinho, é o tio, é toda a comunidade escolar.”(CEPERS)*

Como contraponto à discussão de políticas de valorização do magistério, a partir dos sindicatos, questionamos as professoras sobre os limites desse processo, nos quais salientam-se os seguintes aspectos: a falta de participação nas lutas, a acomodação, a dificuldade de sobrevivência, a baixa auto-estima, elemento chave, segundo as entrevistadas, para compreender as dificuldades de organização e mobilização da categoria.

*“A auto-estima a gente perdeu muito (...) Isso é ruim, porque, até para organizar uma luta, a gente tem que ter as pessoas com uma grande estima para o trabalho e para si mesmos.(...) É tudo meio precário na nossa escola. Prédio muito antigo. É tudo, é o salário, é a carga horária máxima. É a auto-estima que baixa, porque o trabalho de professor é muito desgastante. Deveria haver mais retorno. Porque não tem... Isso tudo influiu para a situação ficar... Mas a gente não pode perder a esperança”(CEPERS)*

Outras dificuldades nesse sentido associam-se às primeiras: a desinformação, a precariedade das condições de trabalho e o individualismo, o que dificulta a compreensão da categoria, enquanto um coletivo de profissionais, em luta por interesses comuns. Soma-se a essas a política dos governos (federal e estadual) de criação de instrumentos de controle, como a avaliação externa, aliada a outros fatores como: a nova LDB, a reforma do ensino técnico, a reforma universitária que exigem respostas por parte dos sindicatos e acabam por dificultar sua atuação na formação do(a) professor(a).

Na questão que relacionava o magistério com outras profissões, ficou evidente, nas falas das professoras, que esta é uma profissão extremamente desvalorizada. Indicativo disto é a questão salarial. Porém, outros fatores reforçam essa situação, entre esses o questionamento com relação à competência do profissional de magistério:

*“Vamos comparar um professor (...) com um torneiro mecânico, tu chamas um torneiro mecânico na tua casa e tu pedes para ele colocar uma pia ali, ele vai dizer que não é possível colocar a pia ali por tais e tais motivos,*

*tu vais escutar; e, o professor, diz: olha eu não acho bom o seu filho agora ser alfabetizado, o senhor está queimando etapas. O que aconteceu? A escola procura fazer a vontade dos pais (...).O professor não é ouvido como profissional competente como é o torneiro-mecânico.”(SINASEFE)*

Outro elemento importante para compreensão do status do magistério em relação a outras profissões é a organização do Plano de Carreira dos funcionários municipais (SIMP) que possui, segundo a entrevistada, a seguinte configuração: Operário, Magistério e Técnico Científico. Essa organização, em nosso ponto de vista, reforça a teoria de ENGUIITA, que coloca o magistério no quadro das semiprofissões, uma vez que os profissionais do ensino, embora não sejam operários e, na sua maioria, possuem formação de nível superior, não são “considerados” como profissionais de nível técnico-científico (denominação utilizada para os profissionais de nível superior no plano de carreira, englobando médicos, advogados, engenheiros, dentistas etc.), tendo um salário bastante inferior aos demais profissionais de nível superior. Neste sentido, o conhecimento do(a) professor(a) é um conhecimento de segunda linha, tendo, portanto, uma conotação menor no mercado que define o valor das profissões.

## Algumas conclusões

Sem dúvida alguma, na fala das professoras com atuação sindical, estão colocados alguns elementos fundamentais, que dificultam a valorização do magistério: a feminilização da profissão, a “vocação”, enquanto um elemento que dificulta a compreensão do(a) professor(a) e enquanto um(a) trabalhador(a), reflexo, não apenas da feminilização da profissão, mas também do seu caráter social, por trabalhar com o ensino; e a política neoliberal de enxugamento do estado, que acaba por atingir todas as profissões de caráter mais social, entre estas o magistério. Além disso, levantam a necessidade de organização e mobilização da categoria na luta por melhores condições de trabalho, como forma de valorização do magistério.

Porém, parece-nos que os sindicatos enfrentam limites no trabalho de formação dos professores, a partir de uma questão que pensamos ser essencial: o ensino, que é a “praxis” cotidiana do professor. Parece existir uma dicotomia entre o trabalhador em educação, aquele que necessita lutar por melhores condições de trabalho e salários e que é preciso formar, enquanto militante, para essa luta, e o profissional que atua em sala de aula.

Na verdade, duas dimensões de um mesmo indivíduo-profissional.

Acreditamos que a valorização do(a) professor(a) passa, também, pelo resgate do prazer de dar aulas, pela reflexão da sua prática e da sua construção, enquanto profissional, o que, segundo CUNHA e LEITE, se expressaria na construção de um campo epistemológico forte - o saber específico do professor. Perspectiva esta que não deve se separar de uma luta por melhores condições de vida e trabalho, antes pelo contrário, a fortalece, contribuindo para a formação da identidade do professor e, com certeza, abre espaço para uma relação mais solidária entre os

membros dessa categoria.

## Referências Bibliográficas

- CUNHA, Maria Isabel da e LEITE, Denise B. Cavaleiro. **Estrutura Social, Profissionalização e Formação Docente.** In: Cadernos de Educação, FAE/UFPEL, Pelotas, (n.º 5): 131-148, ago/dez/1995
- NÓVOA, Antônio. **Formação de Professores e Profissão Docente.** Lisboa: Dom Quixote, 1992.



# Variedades Lingüísticas e Ensino da Língua\*

*\*Texto extraído da Dissertação de Mestrado, defendida em março de 1994, sob o título "O Maniqueísmo na Concepção de Língua na Escola".*

**Lúcia Maria Blois Villela**

*Professora de Língua Portuguesa e Literatura Brasileira da ETFPEL  
Mestre em Educação - Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP/SP*

**Hugo Assmann**

*Professor do Curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado e Doutorado da  
Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP/SP*

*Mestre em Sociologia, com especialização em Comunicação - Pontifícia  
Universidade Católica do Chile*

*Doutor em Teologia - Universidade Gregoriana de Roma.*

*"Nenhuma comunidade um pouco vasta  
é lingüisticamente homogênea."*

*(Martinet)*

## Resumo

Este texto evidencia a variação lingüística - fenômeno natural em qualquer língua - em relação à realidade escolar, a partir do "processo de democratização do ensino".

Nesse sentido, desvela um descompasso entre o ensino da Língua Portuguesa - fundamentado na gramática tradicional - e a realidade lingüística de seus usuários, esclarecendo que tal descompasso vem produzindo, como consequência, uma visão distorcida em relação ao que é "certo" ou "errado" em termos de língua.

Para tanto, foram analisadas questões como: diferenças dialetais; processo de diferenciação lingüística; relação entre o ensino de língua materna e a realidade lingüística; ascensão de uma língua ao "status" de padrão; problemas apresentados quanto às gramáticas normativas.



Lúcia Maria Blois Villela

**Palavras-chave:** Variedades Lingüísticas,  
Ensino da Língua Materna, Gramática.



# 1. Introdução

Segundo Staub (1987,28), há trinta anos, freqüentavam a escola somente os alunos oriundos de famílias de elite. Os professores de português não levavam em conta o problema da variedade lingüística.

“Os professores, educados na gramática normativa para o ensino da norma culta, educados a considerar os gramáticos tradicionais como seres infalíveis e as gramáticas como compêndios que não contêm erros, nem suspeitavam da existência de variedades não cultas no país.”(Staub, 1987,98).

Porém, o processo de democratização do ensino, ainda que ilusório, ocasionou, na década de 70, a expansão da oferta de matrícula. Nesse sentido, crianças oriundas das camadas populares chegaram à escola, trazendo uma linguagem até então desconhecida no interior das instituições de ensino, linguagem essa que levou a que se pensasse em uso “inadequado” e “deficiente” da língua materna.

Essas “inadequações” nada mais são do que os dialetos não-padrão<sup>1</sup> ou populares<sup>2</sup> postos em prática num contexto em que, até então, não apareciam.

Diante disso, torna-se inevitável um questionamento: seriam eles, os dialetos populares, ilógicos, agramaticais, distorções da língua?

## 2. Variedade Lingüística: Fenômeno Natural

A heterogeneidade lingüística é freqüente no interior de uma mesma área geográfica. Toda a evolução natural de uma língua leva a um crescimento constante e ilimitado das divergências dialetais (Hermann, 1966, 56).

Em uma mesma comunidade falam-se tantos dialetos quantos forem os indivíduos falantes. Cada um dos dialetos tem sua evolução histórica própria e se encontra em constante modificação.

Por isso, pode-se falar, inclusive, em idioletos<sup>3</sup>. Isso porque a língua de cada indivíduo se forma segundo as influências das pessoas com quem convive.

Dessa forma, quanto menos intensivo for o convívio em um círculo, mais diferenças dialetais podem se formar e conservar.

Portanto, “a cisão dialetal não é mais que o crescimento das diferenças individuais para além de uma certa medida” (Hermann, 1966, 43).

Percebe-se, então, que todas as modificações no uso da língua são, de um lado, fruto de impulsos espontâneos de cada indivíduo e, de outro, das relações de convívio entre indivíduos.

O idioleto de uma criança, por exemplo, representa, normalmente, uma mistura dos idioletos de várias pessoas que influenciaram seu aprendizado. No entanto, não será a cópia exata de nenhum deles. Cada ato de fala é, até certo ponto, um ato criativo, pois, as tendências à diversidade lingüística encontram-se no nível do falantes individuais.

Em última análise, a difusão de traços lingüísticos depende da comunicação e da vontade dos falantes de alterar seus padrões de fala pelo exemplo de outros. Quando há pouca ou nenhuma comunicação, só pode haver reduzida inclinação para uma uniformidade lingüística.

Desse modo, as modificações lingüísticas e o aparecimento de especificidades dialetais têm sua história particular.

“Em resposta às exigências culturais e ambientais, um idioma, instrumento de comunicação mais usual de uma sociedade, é continuamente aperfeiçoado por seus falantes” (Bechara, 1987, 34).

Por conseguinte, a língua expressa as necessidades da cultura que, por sua vez, desenvolve a linguagem exigida por aquela. Quando uma cultura se altera, a língua possui recursos para mudar com ela, tendo em vista sua capacidade, ilimitada, de adequar-se às necessidades expressivas de seus falantes.

Isso porque a língua, em nível sincrônico, é regulada, no que diz respeito a sua organização interna, por relações de caráter sintagmático e paradigmático, que a identificam como tal. Essas marcas, quer aconteçam em nível fonológico, morfológico ou sintático, mantêm a sistematicidade das línguas, embora não sua homogeneidade. Qualquer desses subsistemas

<sup>1</sup> Dialetos não-padrão - quaisquer dialetos sociais, diferentes do dialeto padrão são considerados não-padrão, ou subpadrão. Como as variações lingüísticas que divergem das formas lingüísticas do dialeto padrão são numerosas e não-discretas (isto é, se distribuem numa “escala contínua”, segundo a terminologia de Labov, 1972), usa-se, geralmente, o plural, para designá-las; dialetos não-padrão. É também freqüente designar os dialetos não-padrão como dialetos populares e dialetos estigmatizados, porque, enquanto o dialeto padrão é próprio de classes privilegiadas, e, por isso, o dialeto de prestígio, os dialetos não-padrão são próprios das classes desfavorecidas e, por isso, são populares e estigmatizados. Em: SOARES, Magda. *Linguagem e Escola: uma perspectiva social*. Ática, 1986, pp.83-95. São Paulo.

<sup>2</sup> Elegu-se o termo dialetos populares por ser este o mais freqüente na bibliografia consultada.

<sup>3</sup> Idioleto - Conjunto de enunciados produzidos por uma única pessoa, sobretudo as constantes lingüísticas que lhe estão subjacentes (...) o conjunto de usos de uma língua próprios de um dado indivíduo, num determinado momento. (Dubois, *ett illi*, Dictionnaire de Linguistique. Paris, Larousse, 1973, 516p. Em: Garmadi, 1983, p. 260).



permite realizações diversificadas sem, contudo, alterar-lhe o sistema.

“As origens da diversidade lingüística estão, pois, na aplicação do sistema lingüístico abstrato em situações concretas para fins específicos de comunicação” (Langacker, 1972, 61).

### 3. Processo de diferenciação lingüística

“A diminuição da freqüência e da intimidade de contatos entre dois segmentos da população arrasta consigo um processo de diferenciação lingüística” (Martinet, 1960, 153).

Em conseqüência disso, adquiriu-se o hábito de distinguir na variação intralingüística, em primeiro lugar, variedades geográficas. A diminuição de contatos intergrupos que levou à diferenciação lingüística é considerada como primordialmente ligada ao afastamento no espaço geográfico.

Porém, “a base que permite a distinção entre vários dialetos de uma língua consiste no fato de que o sistema lingüístico usado pelos falantes de um dialeto difere, sob certos aspectos, daquele usado pelos falantes de outros dialetos” (Langacker, 1972, 55).

Desse modo, qualquer par de falantes se distinguirá, em alguns pontos, da sintaxe, da fonologia e do léxico.

Conseqüentemente, a diversidade lingüística não pode ser apreciada unicamente em termos geográficos, pois as línguas apresentam, sob o ponto de vista sincrônico, diferenças regionais e variações sociais. Dentro de uma mesma área geográfica, encontram-se diferenças lingüísticas relacionadas com a estrutura social. Membros da alta sociedade se distinguem das pessoas das camadas economicamente inferiores, de maneira bastante significativa, quanto a sua fala.

Essas são variedades sociais, chamadas, ainda, dialetos sociais ou socioletos. Tratam-se de variedades para as quais a diminuição de contatos intergrupos, que levam à diferenciação lingüística, teria tido causas essencialmente sociais, e essa diferenciação seria suscetível de se produzir num único ponto do espaço geográfico.

Contudo, a distância geográfica e a diferenciação social não são fatores de diferenciação lingüística que possam ser analisados isoladamente. Há relações entre esses dois fatores. Por exemplo: o afastamento de grupos no espaço geográfico pode ter tido causas sociais, bem como, algumas variedades sociais,

praticadas num mesmo espaço geográfico podem ter sido, na origem, variedades geográficas.

### 4. Os dialetos populares e a gramática

Em lingüística, segundo Gnerre (1987, 18), a posição antinormativa foi estabelecida como uma visão abstrata segundo a qual os dialetos têm um valor intrínseco igual em termos estritamente lingüísticos. Este credo aprofundou a distância entre os lingüistas e os professores de língua. Os lingüistas, como conseqüência dessa posição abstrata que assumiram, ficam, quase que por um acaso teórico, ao lado dos credos democráticos contra a visão, generalizada e enraizada na sociedade, da desigualdade entre língua padrão, de um lado, e os falares ou dialetos, de outro.

Assim, pôde-se ver que os dialetos populares são tratados, na escola, numa postura preconceituosa que não se embasa na realidade lingüística.

Um estudo muito importante, que comprova este fato, é o de Labov (1972, 212). Este autor afirma que “a situação social é o mais poderoso determinante do comportamento verbal”.

Dedicado à pesquisa sociolingüística, ao realizar pesquisas sobre as relações entre linguagem e classe social, e sobre as variedades do inglês não-padrão usadas por diferentes grupos étnicos, na cidade de Nova Iorque, mostra que esses dialetos são tão gramaticais, lógicos e complexos quanto o dialeto padrão.

O autor defende que as crianças, oriundas de classes socialmente desfavorecidas, dispõem de um vocabulário básico igual ao de qualquer outra criança, dominam dialetos que são sistemas lingüísticos perfeitamente estruturados, econômicos, precisos, sem redundâncias, possuem capacidade para a aprendizagem conceitual e para o pensamento lógico.

Labov afirma que a aparente falta de discurso ou discurso monossilábico, muitas vezes apresentados por essas crianças, deve-se à relação assimétrica professor-adulto/aluno-criança. Vai mais longe, ao afirmar que “de muitas maneiras os falantes da classe trabalhadora são narradores mais efetivos, racionais e debatem melhor que muitos falantes da classe média que contemporizam, qualificam e perdem seus argumentos numa massa de detalhes irrelevantes”. A esse comportamento verbal da classe média, Labov chama de “verbosidade” por transmitir a impressão de que o falante é competente, mas apenas por condicionamento cultural, pois, as pessoas que se



utilizam desse dialeto são socialmente privilegiadas, logo, sua linguagem é considerada racional, inteligente; sendo a “verbosidade” vista como flexibilidade, riqueza vocabular e sintática.

Entretanto, para esse autor, essa peculiaridade caracteriza-se mais como um estilo do que como um dialeto. Este estilo, vago, dissimula o pensamento que fica escondido atrás de palavras.

É possível acrescentar-se, ainda, que os dialetos populares são sistemas estreitamente relacionados com o padrão, mas que deste mantêm distância, através de numerosas diferenças persistentes e sistemáticas, isto é: “os dialetos não-padrão diferem do dialeto padrão de modo regular e de acordo com regras, e oferecem formas equivalentes para a expressão de um mesmo conteúdo lógico”.

É, ainda, o mesmo autor que demonstra a ficção da homogeneidade lingüística e nega sua identificação com a noção de sistema.

Nesse sentido, podemos falar de um tipo de gramática descrita por Possenti (1984, 32). É a que designa “o conjunto de regras que o falante, de fato, aprendeu e das quais lança mão ao falar”. Segundo o autor, sempre que alguém fala, o faz segundo as regras de uma certa gramática, e o fato mesmo de que fala, testemunha isto porque, usualmente, “não se inventam regras para se construir expressões”. E continua: “o falante tem um conhecimento, em geral, não consciente, das regras de sua língua, da qual domina, pelo menos, uma ou algumas de suas variedades. O conjunto de regras, a gramática que o falante domina, constitui seu repertório lingüístico”.

Em última análise, falar de uma variedade é apenas reconhecer a existência de um ou de vários conjuntos de diferenças, de uma ou de várias variedades e recusar estabelecer entre elas uma dada hierarquia, pois, segundo Fishman (1971, 37) “o termo variedade pretende-se que seja técnico, objetivo, liberto de qualquer afetividade e não pode, portanto, incluir juízo de valor. Não designa uma posição lingüística especial, mas, sim, certas diferenças em relação a outras variedades”.

## 5. A escola e a realidade lingüística da criança

O aluno traz para a escola a sua experiência discursiva, que inclui sua relação com várias formas de linguagem e, muito provavelmente, não convive com

a da escola.

No entanto, na escola se evita incluir a consideração de outras formas de linguagem. O que está de acordo com a norma culta é certo. O que não está é erro.

Granger et al. (1927, apud Oliveira, 1988) realizaram uma pesquisa com professores do ensino primário, com o objetivo de avaliar o julgamento que esses fazem da comunicação oral dos alunos. Seus resultados indicam que os professores são muito mais severos no julgamento da pronúncia que foge àquela estabelecida pela norma do que em relação ao conteúdo manifestado.

Franchi (1983, 99) diz que é fácil verificar como o comportamento pedagógico que reflete esses valores acaba por “inibir a criatividade nas crianças, por dividi-las e isolá-las”. E conclui: “um dos aspectos que mais contribui para a regressão da criatividade, sobretudo em crianças desfavorecidas, é o fato de terem seu dialeto marcado como vulgar, incorreto, feio etc.”.

Desse modo, o esforço na escola dá-se no sentido de adaptar a linguagem da criança à linguagem oficial. O problema é que esse esforço vem acompanhado de um processo de desprestígio das formas dialetais da criança.

Ora, ao tentar romper o sistema lingüístico dos alunos, impondo-se a norma culta na escola, intuitivamente, percebe-se que quem paga o maior preço são os alunos oriundos das camadas populares.

É importante que se diga que a consciência das diferenças dialetais e do valor intrínseco de sua própria linguagem simples, desinibe e aproxima as crianças. Pode-se comprovar este fato, no trabalho de Franchi (1983, 99), através das manifestações dos pais na entrevista que com eles foi mantida. Vários deles fizeram explícita menção a esse aspecto, como fator positivo para a mudança de comportamento das crianças.

A partir do que foi exposto, confirma-se a idéia de que língua, sociedade e cultura são solidárias. Portanto, ao desconsiderar um enunciado, por sua forma “menos válida”, desconsidera-se o próprio sujeito da enunciação e, por extensão, sua cultura.

Em outras palavras, como diz Kerbat (apud Possenti, 1984, 56) “há algo que não está no que é dito, mas na maneira de dizer, e que denuncia um ponto de vista. Em suma: a irrupção de um sujeito... a assinatura de um sujeito”, pois a língua pode ser utilizada não somente para informar ou descrever, mas também para que o locutor possa exibir seu lugar social.

<sup>4</sup> LABOV, William in GARMADI, Juliette, Introdução à Sociolingüística. Op. cit. p. 68.



Isso fica mais claro em outro estudo de Labov<sup>4</sup>, quando verifica que os operários nova-iorquinos conferem, com satisfação, à sua variedade lingüística certas “conotações de reforço de virilidade”. A ser assim, esperar-se-ia que o subgrupo social constituído pelos homens da classe operária nova-iorquina revelasse uma tendência para reprimir não só o emprego de registros dependentes da variedade normalizada como também de outras variedades sociais ou regionais do inglês americano. Marcellesi & Gardin<sup>34</sup> falam, neste caso, da existência de uma “contranorma” na classe operária nova-iorquina, e não é absolutamente certo que a contranorma tenha sido elaborada por essa classe social unicamente para se opor à sobrenorma ligada à variedade normalizada.

As pesquisas de Labov têm mostrado uma distribuição regular das diversas variantes investigadas, segundo fatores “externos” como: classe social, sexo, grau de formalidade, idade etc., isto é, uma variante não estigmatizada está presente mais frequentemente na fala de membros de classes mais altas, entre mulheres e em contextos formais. Isto significa que, por exemplo, uma mulher de classe alta, em situação formal, produz mais numerosas vezes uma variante padrão do que um homem no mesmo contexto.

Este é um fato que demanda explicação. Evidentemente, a lingüística, mobilizando seus instrumentos específicos de análise, não consegue dar uma explicação para este fato. O que ela pode esclarecer é a relevância do contexto lingüístico (fonológico, sintático e lexical) para a ocorrência de uma variante ao invés de outra. Mas, enquanto lingüística, não consegue explicar a distribuição das variantes pela escala social, sexual, estilística etc. É preciso, então, socorrer-se da Sociologia para saber como a linguagem é avaliada, representada, na comunidade que se está investigando.

Trudgill (1974, 42), explorando o condicionamento exercido pelo fator sexo, fornece exemplos, buscados em vários tipos de sociedades e línguas em que se percebe a maior utilização de variantes padrão pelas mulheres. Cita opiniões masculinas que revelam que os falantes têm consciência desse fato. Após apresentar os dados, expõe a explicação sociológica:

“Estudos sociológicos têm mostrado que as mulheres, em nossa sociedade, têm mais consciência... de status do que os homens. Por isso serão mais sensíveis à significação social ligada a certas variáveis. A fala das classes trabalhadoras... tem conotações de ou associações com masculinidade, o que leva os homens a estar mais favoravelmente dispostos às

formas não-padrão do que as mulheres... Estamos, então, capacitados a explicar a diferenciação com base no sexo, das variáveis lingüísticas... da seguinte maneira: dado que há variáveis lingüísticas que estão envolvidas em co-variação com classes sociais (...), há pressão social sobre o falante para adquirir prestígio ou parecer ‘correto’ pelo emprego das formas da classe mais alta”.

Nesse caso, a forma pode não ser suficiente na interlocução, mas pode ser tão relevante a ponto de, em alguns casos, obscurecer outros fatores.

Concluindo, “os ‘erros’ nada mais são do que sintomas de tendências lingüísticas” (Câmara, 1972).

## 6. Ascensão de uma língua ao status de padrão: superioridade lingüística?

Se percebemos a diversidade como tendência natural de uma língua, é importante, nesse momento, elucidarmos como uma língua ascende ao status de padrão, surgindo, a partir daí, uma tendência à homogeneidade lingüística.

Segundo Gnerre (1987, 6), “o que acontece, na verdade é que uma variedade ‘vale’ o que ‘valem’ na sociedade seus falantes, isto é, vale como reflexo do poder e da autoridade que eles têm nas relações econômicas e sociais. Esta afirmação é válida, em termos ‘internos’, quando são confrontadas variedades de uma mesma língua e, em termos ‘externos’, pelo prestígio das línguas no plano internacional. Houve época em que o Francês ocupava a posição mais alta na escala de valorização internacional das línguas, depois foi a vez da ascensão do Inglês”.

Por outro lado, em termos “internos”, acentuam-se, por motivos bastante diversificados, as distâncias entre a variedade padrão e as variedades populares: a variedade culta é associada à escrita e à tradição gramatical, é inventariada nos dicionários e é portadora legítima de uma tradição cultural e de uma identidade nacional. Este é o resultado histórico de um processo complexo, a convergência de uma elaboração histórica que vem de longe.

Marcellesi & Gardin (1974, 34) dizem que, “pelo menos na origem, a chamada língua comum é um dialeto que teve sorte, que, por razões não lingüísticas - econômicas, políticas, socioculturais - adquiriu uma importância especial numa dada comunidade”.

Segundo Garmadi (1983, 62) “a chamada língua comum não seria, à partida, mais do que uma variedade regional (ou um feixe de variedades regionais próximas)



que se beneficiou, em primeiro lugar, de ter sido falada e, portanto, promovida por um ou vários grupos que se tornaram socialmente dominantes". Isso significa que o que torna uma língua padrão não é o fato de ela ser incrementalmente melhor que as outras.

Porém, é necessário todo um processo para a concretização desse fato. O grupo (ou grupos) que se torna socialmente dominante, para se impor, promove um aumento na frequência e na densidade das relações intergrupos. Isto acentua a imbricação dos grupos sociais, favorecendo a participação de um número sempre crescente de indivíduos em grupos sociais diferentes.

Essa imbricação intergrupos cria e mantém a necessidade, em nível da sociedade global, de uma variedade lingüística veicular, a de um determinado grupo, utilizada para a comunicação nas relações intergrupos.

Langacker (1972, 62) reforça essa idéia quando afirma que "quando toda a comunidade atribui prestígio especial a um dialeto, poderá esse exercer uma influência padronizadora".

Torna-se necessário entender que as grandes línguas européias já foram dialetos, isto é, não gozavam do prestígio de que gozam hoje.

Staub (1987, 19) fez uma análise a respeito da evolução de algumas línguas. Apresentamos, aqui, um breve resumo.

No início da Idade Média, os países atuais da Europa ou não existiam ou eram muito fracos e as unidades políticas mais respeitadas eram os ducados, as províncias e, em algumas áreas, as cidades-estado. A unidade lingüística maior era o dialeto do ducado, da província ou da cidade-estado. Os escritores da época não podem ser identificados como franceses, italianos ou espanhóis, mas como normandos, genoveses, napolitanos, asturianos etc. Pouco a pouco, os países surgem, unificados. Uma determinada região, graças à sua importância política, econômica e cultural, lidera a unificação. O seu dialeto também é prestigiado e torna-se a variedade padrão do país.

No decorrer do século XIV, principalmente por motivos culturais e o prestígio do triunvirato de escritores, formado por Dante, Petrarca e Boccaccio, o florentino torna-se o italiano.

A supremacia política de Castela elevou seu dialeto, o castelhano, à posição de Língua Nacional da Espanha. Por razões políticas, torna-se, então, o Espanhol. Nos tempos da conquista árabe, no século XIII, o dialeto de Castela formava com o aragonês e o lionês um grupo de dialetos falados num território

extenso, que se estendia pela Espanha Central e Setentrional. O galego era falado na Ocidental e o Catalão na Oriental. Igualmente, por razões políticas, econômicas e culturais, o frâncico e o dialeto de Londres tornaram-se a base do Francês e do Inglês, respectivamente.

A independência de Portugal tornou o Português uma língua românica independente, enquanto o galego, sem a independência política da galícia, continua na condição de dialeto espanhol.

Quando Lutero empreendeu a tradução da bíblia, uma miscelânea de dialetos locais eram falados na Alemanha. No entanto, a Bíblia de Lutero tornou-se a base da língua impressa e escrita do norte da Alemanha. Os estados do sul, católicos, lentamente, adotaram o mesmo padrão. Em meados do século XVII, os alemães já tinham uma língua escrita padronizada que, um século após, converteu-se em língua falada-padrão, embora os dialetos locais continuem sendo falados.

É consenso entre os lingüistas que essa padronização ocorre porque, quando o dialeto de uma região adquire, por razões políticas, econômicas ou culturais, o status de língua-padrão, os falantes de outros dialetos começam a sentir um verdadeiro complexo de inferioridade em relação ao mesmo. Fazem um esforço singular, no sentido de usar o dialeto de prestígio, agora língua-padrão, no lugar do dialeto local, uma vez que o seu uso, fora do seu ambiente, traz, no bojo, a conotação de inferioridade social ou cultural.

Se partirmos do princípio indiscutível de que o indivíduo tem a sua língua própria, o seu dialeto, e cada língua a sua história, o problema que temos agora não é a solução da questão de que de uma língua uniforme saíram diferentes dialetos, uma vez que isso, pelo que dissemos, ficou evidente. A real questão, neste momento, é: Se a língua de cada indivíduo tem a sua história especial, como se mantém constantemente um maior ou menor grau de concordância entre os indivíduos? Isso, tendo em vista que os falantes de uma mesma língua têm muito mais traços em comum que traços divergentes. É essencial, portanto, considerar as complexidades do uso de uma língua, mas, ao mesmo tempo, não devemos nos concentrar nas diferenças, a ponto de não percebermos as semelhanças existentes, pois é a partir das semelhanças que se estabelece a comunicação.

Além disso, temos de considerar que, entre os processos necessários para a padronização efetiva de uma língua, está a codificação. Depois de obter a função de variedade veicular, a variedade regional, promovida



pelo grupo ou grupos dominantes, passa por um processo de codificação.

Num primeiro momento, os usuários do código escrito, os letrados, são apenas subgrupos restritos, numa classe social que se vai tornando dominante, mas que está muito ligada a uma determinada região. Também os textos (leis, ordenações, diversos documentos administrativos ou obras literárias) que esses letrados produzem só podem refletir uma variação intralingüística, de amplitude limitada. Fixada de maneira durável, primeiramente pelos copistas e, depois, pela imprensa, essa produção dos letrados adquire, por essa razão, a vantagem de poder ser difundida a grandes distâncias. Ao estabilizar um sistema lingüístico em que apenas surgem limitadas divergências estruturais, os documentos escritos servem, de maneira bem evidente, à codificação do sistema, mas também contribuem, de maneira muito eficaz, para a unificação política que os grupos que se vão tornando dominantes efetuam em seu proveito.

A associação entre uma determinada variedade lingüística à escrita é o resultado histórico indireto de oposições entre grupos sociais que eram e são usuários das diferentes variedades. Com a emergência política e econômica de grupos de uma determinada região, a variedade por eles usada chega, mais ou menos rapidamente, a ser associada de modo estável com a escrita. Associar uma variedade lingüística à comunicação escrita implica iniciar um processo de reflexão sobre tal variedade e um processo de "elaboração" da mesma.

Segundo Garmadi (1983, 51), um ou vários grupos se tornam ou já são dominantes, os outros grupos sociais são levados a manter com eles relações primordialmente baseadas na imitação. Isto é o que sustenta a maior parte dos sociolingüistas americanos. Assim, os grupos dominantes seriam imitados, inclusive nos seus hábitos lingüísticos, o que faria deles grupos de referência e, de seus hábitos lingüísticos, a língua de referência ou, ainda, a língua de prestígio.

A fonologia, a gramática e o léxico dessa língua de referência (já mais ou menos estabilizados pelo uso do código escrito) tornar-se-iam, então, os modelos elaborados pelo grupo ou grupos dominantes para se oferecerem à imitação dos outros grupos sociais. Assim, para que uma variedade se firme sobre as outras é necessária sua associação à escrita e, conseqüentemente, sua utilização na transmissão de informações de ordem política e "cultural". A escrita age, assim, como uma influência refreadora.

Depois de codificada, a língua passa pelos

processos de estabilização e unificação dos modelos que devem dar resposta à preocupação de correção lingüística, geralmente atribuída à maioria.

Normalizar uma variedade codificada torna-se fácil para os grupos sociais que controlam o poder do Estado e o aparelho institucional, pois a classe social dominante impõe as suas ordens por meio da variedade lingüística veicular e depois codificada. Essa variedade torna-se, de fato, um meio de governo, uma instituição estatal entre todas as outras. Uma vez de posse dos instrumentos de normalização, elaborados pela codificação - dicionários, gramáticas, manuais etc. - o grupo ou grupos sociais dominantes fundam e desenvolvem as instituições normalizadoras da língua, entre elas, as Academias.

Staub (1987, 20) fez uma análise das Academias, como instrumentos de normalização das línguas. Vejamos:

Em 1546, na Itália, é criada a Academia della Crusca cuja finalidade era purificar e estabilizar, fixando, assim, a língua italiana.

Em 1635, na França, o Cardeal Richelieu fundou a Academie Française.

Em 1660, filólogos jansenistas, do Convento de Port-Royal, produzem a *Grammaire Générale et Raisonné* com a finalidade de demonstrar que a estrutura das línguas, especialmente o Latim, representa regras gramaticais universais validadas pela lógica.

Em 1713, na Espanha, foi fundada a Real Academia Espanhola, com a finalidade de cuidar da língua espanhola e fomentar uma literatura específica. Também no século XVIII, vários escritores sugerem a fundação de uma Academia semelhante na Inglaterra, com a finalidade de purificar o idioma. Porém, a Academia não é fundada. Assim, surge o dicionário de Chesterfield, dizendo que o espírito de liberdade dos ingleses seria um empecilho à língua e que certamente a destruiria. Esse dicionário, juntamente com a gramática de Lowth, que surge na época, extremamente autoritária, subordinando o uso à lógica, substituíram a Academia em parte.

Esse desejo de uma língua "pura", estável, também domina outras partes do mundo. Há 610 revelações feitas por Alá ao profeta Maomé, que era analfabeto, relacionadas no Corão, o livro sagrado dos muçulmanos. Para os muçulmanos, o texto do Corão, sendo a palavra de Alá, que é a perfeição, só poderia conter uma linguagem perfeita, sem erros. Partindo desse princípio, Al-Zavidi, gramático iraquiano do século XI, escreve *Lahn-al Awan*, livro de regras gramaticais no qual compara "erros" dos falantes do



árabe coloquial com formas “corretas” do Corão. Até hoje o Corão é, para os árabes, um modelo de estilo, pronúncia e gramática. Quando surgem problemas lingüísticos, os estudantes do mundo árabe consultam o “cadi”, magistrado religioso. A resposta do “cadi” sempre se baseia numa pesquisa minuciosa no livro santo e a sua resposta põe fim a qualquer dúvida lingüística.

Vimos que, no geral, há nos países uma autoridade lingüística que tem o direito e o dever de determinar qual é o certo e qual é o errado.

A Academia Brasileira de Letras, fundada em 1896, além de cuidar de reformas ortográficas e distribuir prêmios àqueles que se destacam nos diversos campos da literatura, exerce, também, o papel de normalizadora da linguagem, trabalho esse nada respeitado pela falta de prestígio da Academia.

Assim, sobraram, entre nós, como normalizadores da linguagem, os gramáticos, autores de gramáticas normativas.

Os dicionários também são instrumentos centrais no processo de estabilização ou legitimação, como querem alguns. Nesse caso, a legitimação é o “processo de dar ‘idoneidade’ ou ‘dignidade’ a uma ordem de natureza política, para que seja reconhecida e aceita” (Habermas, 1976).

Segundo Gnerre (1987: 10), a legitimação é um processo que tem como componente essencial a criação de mitos de origem. Assim, quando a gramática das línguas românicas foi instituída como um dos instrumentos de legitimação do poder de uma variedade lingüística sobre as outras, desenvolveu-se toda uma perspectiva ideológica visando a justificá-la. Desde a metade do século XVI, começou uma corrida de letrados e dos humanistas para conseguir mostrar genealogias míticas para as línguas das casas reinantes às quais serviam. Johan Van Gorp Becan, de Antuérpia, propunha, em 1569, que todas as línguas fossem derivadas das línguas germânicas e Gullelm Posters e Stefano afirmavam que a língua dos antigos gauleses era a original, para demonstrar a propriedade do Francês. O valor dos instrumentos de linguagem era claramente apreciado no século XVI e a construção de aparato mítico-ideológico em torno das línguas de “cultura” foi um empenho sério dos letrados humanistas.

Quando os grupos dominantes concedem legalmente à variedade veicular, seguidamente codificada e normalizada, o estatuto institucional que de fato já desfruta desde há muito tempo, esta variedade torna-se, então, Língua de Estado, Língua

Nacional ou Língua Oficial. Ligada, desta forma, às outras instituições estatais, ela própria institucionalizada, a variedade codificada e, depois, normalizada encontra-se, então, objetivamente associada ao sistema de valores, aos objetivos e aos interesses do grupo ou grupos sociais dominantes.

É importante lembrar que a chamada língua comum basear-se-ia, antes de mais nada, no conjunto das relações que um certo número de variedades mantém, durante o seu funcionamento, em primeiro lugar, entre a variedade veicular e a variedade normalizada: mais do que uma variedade simples, a língua comum é um sistema de variedades.

Finalizando, quando se combinam tantos fatores para favorecer particularmente um dialeto, sua influência pode ser mais forte do que a tendência à diversidade lingüística e daí resultar uma tendência à uniformidade. Depois de todo o processo, a língua padrão é aceita por todos devido a um processo que Bourdieu e Boltanski (1971, 64) chamam de “amnésia de gênese, que diz respeito à curta memória social e histórica que permite esse tipo de legitimação, que não seria possível se a origem das instituições sociais e seu significado e função fossem perfeitamente explícitos para todos. A amnésia da gênese, pelo contrário, permite que se aprenda a gramática normativa fora das condições políticas de sua instituição, contribuindo, assim, para fundar a legitimidade da língua oficial”. Segundo Gnerre (1987, 21), esta amnésia leva a “um tipo tautológico de explicação; já que existe uma norma a ser ensinada, é bom que todo mundo aprenda esta norma. Da mesma forma, muitos rituais são ‘explicados’ pelos nativos de forma tautológica: fazemos isto porque isto sempre foi feito”. Esta idéia de continuidade e de necessidade é um traço fundamental do processo de legitimação.

Assim como o Estado e o poder são apresentados como entidades superiores e “neutras”, também o código aceito “oficialmente” pelo poder é apontado como neutro e superior e todos os cidadãos têm que produzi-lo e entendê-lo nas suas relações com o poder.

O que temos, na realidade, é o produto lingüístico do trabalho literário e gramatical, a língua “construída durante séculos de elaboração contínua para ser utilizada como língua do poder político e cultural” (Gnerre, 1987, 11).

Não se trata, então, da formação de grandes línguas destinadas a tornarem-se línguas principais ou únicas.



## 7. Gramática revisitada

No Brasil há poucos exemplares de gramáticas descritivas ou explicativas. Os estudos explicativos ou descritivos têm se resumido a artigos ou teses sobre aspectos específicos da língua, constituindo, portanto, fragmentos de gramática. Além disso, esse tipo de conhecimento não atinge a escola, sendo, no máximo, privilégio de alguns alunos do 3º. grau.

Quanto à gramática normativa, o professor pensa que, ao utilizá-la, está sistematizando a língua de seus alunos, ou que o conhecimento das regras da gramática normativa permite eliminar os “erros” que os alunos cometem.

Contrariamente, os lingüistas têm afirmado que a gramática normativa não é sistemática, pois as regras que apresenta não permitem a nenhum aprendiz de uma língua um desempenho nem mesmo razoável. Se um aprendiz estrangeiro utilizar a sistematização da gramática normativa para aprender uma nova língua, estará fadado ao insucesso, uma vez que “as regras dessas gramáticas só nos são compreensíveis porque possuímos um conhecimento gramatical interiorizado muito mais sofisticado, que supre as lacunas dos próprios compêndios” (Possenti, 1984, 57).

Decorre daí, que a gramática normativa só faz sentido para quem domina a variedade padrão.

Ora, a grande maioria dos alunos não domina essa variedade ao entrar na escola, e é através da gramática normativa que deveria aprendê-la.

Staub (1987, 23) elenca os defeitos mais flagrantes que tiram a autoridade das gramáticas tradicionais, entre eles:

1. Seus autores desconhecem a pesquisa. Gramáticas anteriores são, simplesmente, copiadas, recopiadas e arranjadas.
2. Só descrevem a modalidade literária.
3. Muitas definições devem ser reformuladas.
4. Palavrório inútil, próprio para o preenchimento de páginas.
5. Ensino de coisas inúteis aos alunos.
6. Desconhecem o uso.

Possenti (1987, 9) também critica a gramática normativa quanto às particularidades que ela encerra, como a “ortografia de palavras que nunca se escrevem, coletivos e femininos raros, vozes de animais extintos, a conjugação do verbo explodir, a etimologia de pacote, as vinte e sete funções da palavra que, o quarto sentido do verbo assistir, o nome vernáculo do sinal &”.

Assim, a sistematização a que se refere a

gramática normativa é algo fictício e inibidor, uma vez que demarca uma limitação social que é como a sociedade caracteriza o uso de variantes não-padrão.

Nesse sentido, a gramática normativa não é um bom recurso para o domínio da variante não-padrão.

Finalizando, contestar a homogeneidade da língua não implica a alteração de seu caráter sistemático, implica, antes, alterar o conceito de língua como arbitrária, convencional e a história.

Isto porque, como diz Jakobson (1987, 27), “a língua é obra dos homens, instáveis por natureza... não é formada nos céus, mas o resultado da necessidade de comunicação humana”.

## Referências Bibliográficas

- ARROYO, Miguel Gonzales. *A escola e o movimento social: relativizando a escola*.
- BACK, Eurico. *Fracasso do ensino de Português: Proposta de solução*. Petrópolis, Vozes 1987, 184p.
- BAKHTIM, Mikhail. *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. São Paulo, 1987. 196p.
- BECHARA, Evanildo. *Moderna Gramática Portuguesa*. São Paulo, Nacional, 1977, 374p.
- . *O Lingüístico e o Pedagógico nos Textos de Leitura*. (35-50). Em: CLEMENTE, Elvo (Org.) *Lingüística Aplicada ao Ensino do Português*. Porto Alegre, Mercado Aberto, 1987. 143p.
- BENVINISTE, Émile. *Problemas de Lingüística Geral*. Vol. I. Campinas, Pontes, 1988, 387p.
- . *Problemas de lingüística geral*. Vol. II, Pontes, Campinas, 1989, 294p.
- BERSTEIN, Basil. *Uma crítica ao conceito de educação compensatória*. In: BRANDÃO, Zaira (org.). *Democratização do ensino: meta ou mito?* Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1979. (p.43-57).
- BOURDIEU, Pierre. *A economia das trocas simbólicas*. Cap. III. São Paulo, Perspectiva, 1974.
- & PASSERON, Claude. *A Reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino*. cap. II. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1975.
- CEGALLA, Domingos. *Novíssima Gramática da Língua Portuguesa*. São Paulo, Nacional, 1989, 556p.
- CLEMENTE, Elvo (org.). *Lingüística Aplicada ao ensino de Português*. Porto Alegre, Mercado



- Aberto, 1987, 143p.
- CUNHA, Celso. *Gramática do Português Contemporâneo*. Belo Horizonte, Bernardo Alves, 1972, 496p.
- *Lingua Portuguesa e Realidade Brasileira*. Rio de Janeiro, G.B. Brasil, 1968, 107p. (p.66-78).
- CUNHA, Luiz Antônio. *Notas para uma leitura da teoria da violência simbólica*. Revista Educação e Sociedade, Cortez e Moraes - CEDES no 4, (79-110), set./1979.
- DOWNES, William. *Language and Society*. London, Fontana Paper-backs, 1984, 384p.
- DUBOIS, Jean et alii. *Dictionnaire de Linguistique*. Paris, Larousse, 1973, 516p.
- DUCROT, Oswald. *O dizer e o dito*. Campinas, Pontes, 1987.
- FISHAMN, Joshua A. *Sociolinguistique*. Paris, Nathan, 1971, 159p.
- FRANCHI, Eglê P. *A Norma Escolar e a Linguagem da Criança*. Revista Educação & Sociedade, n16, (85-101), 1983.
- FREITAS, Lia B. de L. *O Ensino da língua Escrita e a Produção de Ignorância na Escola Pública*. Revista Educação & Realidade, (53-60), v3, n1, jan./jun., 1988.
- GARMADI, Juliette. *Introdução à Sociolinguística*. Lisboa, Dom Quixote, 1983, 215p.
- GNERRE, Maurizio. *Linguagem, Escrita e Poder*. São Paulo, Martins Fontes, 1987, 91p.
- GRAFF, Harvey J. *The Labyrinths of literacy relections on Literacy past and present*. Philadelphia, The Falmer Press, 1987.
- GRAMSCI, A. *Quaderni de carcere*. Edizione critica del' Instituto Gramsci, A. Cura de V. Gerratana, Torino: Einaudi, 1975.
- HABERMAS, J. *Legitimation Problems in the Modern State*. In: Communication and the evolution of Society. Boston: Beacon Press, 1976.
- LABOV, William. *The Logic of nonstandart English*. In: Language in the inner city. Philadelphia of Pennsylvania Press, 1972, cap.5.
- LEMLE, Miriam. *Unidade ou multiplicidade lingüística para o ensino da lingua nacional?* Rev. Bras. Est. pedagógicos, Brasília, 64 (147): 70-6. maio/ago 1983.
- LURIA, A. R. *O desenvolvimento da escrita na criança*. In: Vygotsky, Lev, Luria, Alexander & Leontiev, Alexis. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo, Editora Universidade de São Paulo, 1988, 228p.
- MAC CARTHY, D. *Le développement du langage chez l'enfant*. In L. Carmichael (comp.), Manuel de psychologie de l'enfant, Paris, P.U.F., vol. II, 1952, 91p.
- MALMBERG, Bertil. *A lingua e o homem: introdução aos problemas gerais da lingüística*. Cap. 6, Rio de Janeiro, G.B. Brasil, 1968, 107p. (p. 66-78).
- MARTINET, André. *Elements de linguistique générale*. Paris, Armand Colin, 1960, 224p.
- *Langue et fonction: une théorie fonctionnelle du langage*. Paris, Denoel, 1969, 140p.
- MARZOLA, Norma. *Reprodução e contradição: escola e classes populares*. Educação e Realidade. Vol. 11, Editora da Universidade de Caxias do Sul, janeiro/junho de 1986, (43-46).
- MATOSO, Câmara, J. *Erros ortográficos como sintomas de tendências lingüísticas no Português do Rio de Janeiro*. In: Dispersos, Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1972.
- MELO, Ana M. P. e VERHINE, Robert E. *Evasão, repetência e distorção idade-série: um estudo de caso sobre causas e medidas na contenção em escolas de 1º grau do estado da Bahia*. Educação em Debate - Fortaleza - Ano 10, nº 14, jul./dez. 1977 (109-133).
- MORGAM, Jerry & GREEN, Georgia. *Pragmatics and Reading Comprehension*. In: SPIRO, Comprehension. Laurence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, 1980.
- OLIVEIRA, M.B.F. *A Concepção de Lingua na escola: origens e limitações*. Revista Educação em Questão. Natal, 1/2 (2/1:88-113), jul./87-jun./88.
- ONG, Walter, *Orality and Literacy: The Technologising of the Word*. New York, Methuen, 1982, 201p.
- PAULUS, Jean. *A função simbólica e linguagem*. Cap. II. São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, 1975, 175p.
- PERES, Deila C. et alii. *O homem em busca de sua linguagem: a expressão da diversidade lingüística*. ATAS -1º Simpósio-Diversidade Lingüística no Brasil. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Letras, CNPQ - IMEP - Salvador, 1986.
- POSSENTI, Sírio. *Gramática e Política*. Em: GERALDI, João W. (org.) O Texto na Sala de Aula: leitura e produção. (31-39) Cascavel, ASSOESTE, 1984, 125P.



- \_\_\_\_\_. *Discurso, Estilo e Subjetividade*. São Paulo, Martins Fontes, 1988, 218p.
- \_\_\_\_\_. & ILARI, Rodolfo. *Ensino da língua e gramática: alterar conteúdos ou alterar a imagem do professor?* (7-16) Em: CLEMENTE, Elvo (org.) *Linguística Aplicada ao Ensino do Português*, Porto Alegre, Mercado Aberto, 1987, 143p.
- PRETTI, Dino. *Sociolinguística: os níveis da fala*. São Paulo, Nacional, 1982.
- ROCCO, Maria T. F. *Acesso ao mundo da escrita: os caminhos paralelos de Luria e Ferreiro*. Cad. Pesq. São Paulo (75): 25.34, nov./1990.
- ROCHA LIMA, Carlos H. *Gramática Normativa da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro, José Olympio, 1983, 506p.
- ROSSI-LANDI. *Linguística, Sociedade e Política*. Lisboa, Edições 70, 1971 (112-144).
- RUMELHART, David. "Schemata: The Building Blocks of Cognition". In R. Spiro, B. Bruce & W. Brewes (Orgs). *Theoretical Issues in Reading Comprehension*, Hillsdale. N.J. Erlbaum, 1980 (33-57).
- SAVIANI, Demerval. *Escola e democracia*. São Paulo, Cortez, 1989, 103p.
- SILVA, Rosa Virgínia. M.C. *Diversidade Linguística: Língua de Cultura e Ensino de Português*. ATAS - 1º Simpósio - Diversidade Linguística no Brasil. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Letras, CNPQ - INEP - Salvador, 1986.
- SOARES, Magda. *Linguagem e Escola: uma perspectiva social*. São Paulo, Ática, 1986, 95p.
- STUBBS, M. *The functions of written language* In: *Language and Literary : The Sociolinguistics of reading and writing*. Routledge e K. Paul. London, 1980.
- TRUDGIL, P. *Sociolinguistics: an introduction to language and society*. Middlesex, Penguin Books, 1974.
- VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo, Martins Fontes, 1989, 135p.
- \_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. São Paulo, Martins Fontes, 1989, 168p.
- \_\_\_\_\_. *Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar*. In: VYGOTSKY, LURIA & LEONTIEV. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo, Editora Universidade de São Paulo, 1988, 228p.
- ZILBERMAN, Regina & SILVA, Ezequiel T. da (org.). *Leitura: Perspectivas interdisciplinares*. São Paulo, Ática, 1988, 115p.



# O Papel dos Mecanismos Coesivos no Processo de Compreensão Textual

*Fernanda Pizarro de Magalhães*

*Professora de Língua Portuguesa e Literatura Brasileira da ETFPEL*

*Mestre em Letras pela UFRGS*

## Resumo

O presente artigo tem como objetivo apresentar alguns dos resultados referentes ao estudo da correlação entre competência em coesão e compreensão textual. Para atingir os objetivos da pesquisa, foram aplicados, em 68 alunos, testes que avaliaram o grau de domínio no que diz respeito ao estabelecimento de elos coesivos textuais e testes que avaliaram a capacidade em compreender as idéias gerais de textos informativos. O resultado revelou alto índice de correlação, comprovando, portanto, que os alunos possuidores de maior domínio em coesão também apresentam maior domínio em compreensão. Além disso, foi possível verificar que a dificuldade em estabelecer laços coesivos adequados em um texto está, efetivamente, relacionada à falta de recorrência a aspectos sintático-semânticos de modo geral. O levantamento e a descrição das dificuldades encontradas nesse processo representam a descoberta de novos índices de complexidade em leitura.

Palavras-chave: Texto, Coesão, Compreensão

## Introdução



Fernanda Pizarro de Magalhães

A leitura ocupa um papel fundamental no desempenho escolar, visto que o processo ensino-aprendizagem, em todas as áreas de conhecimento, se alicerça nessa atividade. Logo, o domínio da leitura, dentro dessa perspectiva, representa fator de promoção individual e social.

Apesar do desenvolvimento de vários estudos na área e do avanço das teorias lingüísticas de modo geral, a realidade escolar, em termos de leitura, difere bastante. Encontra-se, ainda hoje, um número significativo de alunos que apresentam dificuldades básicas nesta habilidade, mostrando uma capacidade que



pode ser considerada insatisfatória.

A real situação dos alunos, em termos de leitura e a vontade de encontrar meios que possibilitem a melhoria de tal realidade foram os motivos de ordem prática que impulsionaram o desenvolvimento desta pesquisa. Por outro lado, a razão teórica que motivou estudos na área do texto está relacionada ao postulado de que o sujeito falante se comunica com textos e não com palavras ou frases. Estudos limitados à área da fonologia, morfologia e sintaxe não dão conta de uma série de características e fenômenos que ocorrem no interior de um texto. Assim, sendo o texto a unidade básica da língua, o estudo e pesquisa de sua natureza e dos fatores responsáveis pela textualidade, em específico a coesão, merecem ser aprofundados.

O objetivo da presente pesquisa foi verificar a correlação entre a competência dos alunos em termos de coesão textual e compreensão de texto. A falta de domínio no estabelecimento de elos coesivos provavelmente seja um fator de influência no que diz respeito à dificuldade em compreender textos.

Em consequência, pretendeu-se também desvendar e caracterizar, dentro desse processo, novos índices de dificuldade relacionados à coesão, visando levantar subsídios para uma prática pedagógica mais fundamentada. Acredita-se que, conhecendo melhor o processo, é possível o planejamento de medidas de ensino mais adequadas, tornando a atividade de leitura mais acessível a mudanças.

## Pressupostos Teóricos

Como a pesquisa pretendeu verificar a correlação entre coesão e compreensão textual, torna-se imprescindível mencionar aqui, não só o conceito que essas noções assumiram nesta pesquisa, como o modelo teórico de leitura e a proposta dos mecanismos coesivos que embasaram seu desenvolvimento.

A coesão é parte do sistema de uma língua, responsável pela relação de sentido estabelecida na superfície do texto. Ocorre quando a interpretação de um elemento do texto depende da interpretação de outro numa seqüência linear. Trata-se de um relação semântica obtida por mecanismos gramaticais e lexicais.

Halliday e Hasan (1976) apresentam o conceito de coesão textual como um conceito semântico que se refere às relações de sentido existentes no interior de um texto.

Para Beaugrande e Dressler (1981), a coesão refere-se ao modo como os componentes do universo textual, isto é, as palavras e frases que compõem um

texto, estão conectadas entre si dentro de uma seqüência linear.

A coerência, por sua vez, é responsável pela configuração que assumem os conceitos e relações subjacentes à superfície do texto, de forma não linear. Essa configuração não resulta apenas de aspectos cognitivos, mas também de aspectos pragmáticos. É **fator fundamental da textualidade, uma vez que é responsável pelo sentido do texto**. Assim, compreender um texto representa perceber as relações subjacentes em um texto, ou seja, sua coerência.

Para Beaugrande & Dressler (1981), a coerência diz respeito ao modo como os componentes do universo textual, ou seja, os conceitos e relações subjacentes ao texto de superfície são mutuamente acessíveis e relevantes entre si, entrando numa configuração veiculadora de sentidos.

Ambas são responsáveis pela inter-relação semântica dos elementos do discurso, sendo que a coerência refere-se ao nexos entre os conceitos e a coesão refere-se à expressão desse nexos no plano linguístico.

A fim de estabelecer correlação entre coesão textual e compreensão, foram considerados, nesta pesquisa, os seguintes mecanismos coesivos: **referência, elipse, coesão lexical e conjunção**. O conceito e a delimitação desses mecanismos tiveram como base a proposta das categorias coesivas de Halliday e Hasan (1976).

A **referência** foi concebida como o mecanismo coesivo através do qual um item da língua só é interpretado quando remetido a outro item do discurso. Há uma pressuposição que deve ser satisfeita, a coisa referida deve ser identificável de alguma forma. A expressão que é trocada denominou-se elemento de referência ou referente; a outra, que se põe no lugar dela, forma referencial.

Com o objetivo de se delimitar o campo da pesquisa, visando maior objetividade e precisão na interpretação dos dados, o mecanismo da referência incluiu aqui os **pronomes pessoais, possessivos, demonstrativos, relativos, os advérbios indicativos de lugar e algumas expressões adverbiais**. Cabe salientar ainda que essas formas referenciais tiveram uma aceção bastante ampla, podendo estar representando um nome, um sintagma, um fragmento de oração ou todo um enunciado.

A **elipse** foi concebida como a **omissão** de um item lexical, um sintagma, uma oração ou parte dela, facilmente recuperáveis pelo contexto. Pode-se dizer que a elipse é uma substituição por  $\emptyset$  (Halliday e



Hassan, 1976) de maneira relativa, já que o referente sofre muitas vezes mudanças de estado durante o texto. Verificar-se-á, aqui, se o aluno é capaz de recuperar o item omitido e assim estabelecer relação de sentido.

A **coesão lexical** foi concebida como mecanismo coesivo cuja relação se estabelece por contigüidade semântica entre elementos do texto. Ou seja, refere-se aos itens lingüísticos que estabelecem coesão pela co-presença de traços semânticos semelhantes.

Visando delimitar o campo de pesquisa e, conseqüentemente, facilitar a avaliação dos dados, não se considerou o processo de reiteração do mesmo item lexical, nem o processo de colocação ou contigüidade (uso de itens lexicais que **regularmente** co-ocorrem). A coesão lexical incluiu, aqui, especificamente, a reiteração feita através de **sinônimos, hiperônimos, hipônimos, expressões nominais definidas e nomes genéricos**.

A **conjunção** foi concebida, nesta pesquisa, como o mecanismo coesivo que diz respeito ao estabelecimento de relação de sentido entre segmentos (orações, períodos e parágrafos) do texto. Tratou-se aqui de relações assinaladas explicitamente por marcadores formais. Esses marcadores, também denominados conectores ou elementos conjuntivos, incluíram conjunções e locuções conjuntivas, advérbios e locuções adverbiais, itens denotativos ou continuativos como *daí, a seguir, então*, entre outras palavras e expressões de inclusão (*além disso...*), exclusão (*senão...*), retificação (*isto é...*) etc. Esses itens continuativos dão conta daquelas palavras e expressões que permitem encadeamentos no nível do discurso. As relações estabelecidas neste caso, portanto, não se dão simplesmente entre o conteúdo de duas orações, mas também entre dois ou mais períodos e entre parágrafos. Esses conectores, na maioria das vezes, estabelecem relações pragmáticas ou argumentativas.

Dentre as várias concepções e teorias de leitura encontradas em revisão bibliográfica, tomou-se, como base para o desenvolvimento deste trabalho, aquele modelo que focaliza a inter-relação do processo perceptivo e do cognitivo, como meio de acesso ao sentido.

A leitura é, assim, um processo de combinação da informação textual com a informação que o leitor traz para o texto. É a interação, especificadamente, entre a mente do leitor e os elementos do texto.

O leitor só chegará à compreensão pelo engajamento de seu conhecimento lingüístico (competência comunicativa), textual (conhecimento de

estruturas textuais e tipos de discursos) e de mundo (conhecimento cultural, enciclopédico) através de uma série de habilidades e estratégias cognitivas (inferência, antecipação, correção, síntese, ...) a partir de um dado texto. A compreensão, portanto, dependerá das relações que o leitor estabelece com o autor durante esse processo.

Assim, o modelo interativo caracteriza-se pela bidirecionalidade do fluxo da informação (do leitor para o texto e do texto para o leitor). Refere-se, portanto, à interação entre a informação obtida pela decodificação ascendente e a informação obtida por uma análise descendente, ambas relacionadas com o conhecimento prévio e com as estratégias de processamento da informação.

Segundo Leffa (1996), a leitura, dentro dessa visão, é um processo feito de múltiplos subprocessos que ocorrem, tanto simultânea como seqüencialmente; esses processos incluem, desde habilidades de baixo nível, executadas de modo automático na leitura proficiente, até estratégias de alto nível, executadas de modo consciente.

A leitura, assim, não parte apenas da análise de unidades que são percebidas para, a partir daí, chegar a uma síntese. Também a partir da síntese, o leitor recorre à análise para verificar suas hipóteses, num processo que tanto as informações do texto quanto o conhecimento do leitor **interagem** como fontes necessárias à compreensão.

O texto, dentro dessa perspectiva e para fins desta pesquisa, não é, portanto, considerado objeto de um único significado, nem objeto totalmente indeterminado, uma vez que a leitura é vista como processo bastante complexo e dinâmico.

No processo interativo, tanto o sujeito como o texto delimitam a abertura de inúmeras leituras. O texto se restringe em função de seu aspecto formal, ou seja, as hipóteses que o leitor levanta são verificadas - comprovadas ou refutadas - mediante a deprecensão desse aspecto. Por outro lado, o leitor impõe sua limitação em função da estrutura de conhecimento (lingüístico, textual e de mundo) que possui em relação ao texto.

Concluindo, então, cabe frisar que, neste trabalho, a concepção de construção de significado foi considerada como um processo eminentemente interativo entre leitor e texto. As informações não se encontram no texto que apenas oferece pistas ao leitor. Para que essas pistas se transformem em informação, é necessário que o leitor faça interagir diversos níveis de conhecimento e diferentes estratégias para, assim,



chegar efetivamente à compreensão.

São exemplos da proposta interativa, segundo a literatura: os modelos de McClelland e Rummelhart (1981); Taylor et Taylor (1983); Perfetti (1985-1986); Stanovich (1980); Koch e Travaglia (1989); Cavalcanti (1992); Moita Lopes (1986), dentre outros.

## Metodologia

A fim de alcançar os objetivos da pesquisa, foram selecionados cinco textos informativos os quais abordavam assuntos bastante diversificados como saúde, música, conhecimento de língua e ecologia. Esses textos foram retirados de diferentes revistas, jornais e livros didáticos.

A partir de tais textos, avaliou-se a competência dos sujeitos em termos de coesão e compreensão. Para avaliar o domínio em termos de coesão, foram feitas vinte questões de completar, envolvendo os mecanismos da referência, da elipse, da conjunção e da coesão lexical, elementos já fundamentados e delimitados neste artigo. O sujeito, aqui, deveria rler a parte do texto específica na questão e recuperar o referente ou a forma adequada, mostrando, assim, ter compreendido a idéia presente no texto.

Exemplo de questão envolvendo o mecanismo da referência:

*"(...) Há um século e meio, Herder já proclamava que um povo não podia ter uma idéia sem que para ela possuísse uma palavra (...)" (Texto 1- As palavras)*

Questão: O termo "ela" (l.34), no texto, refere-se a .....

Questões semelhantes foram elaboradas para avaliar os outros mecanismos.

Para avaliar a competência dos sujeitos em termos de compreensão, foram feitas cinco perguntas gerais sobre cada texto. As questões caracterizaram-se por ser predominantemente objetivas, e, em geral, exigiam respostas curtas relacionadas à macroestrutura do texto.

A amostra foi constituída de 68 alunos provenientes de três turmas do 1º ano do 2º grau da Escola Técnica Federal de Pelotas. O instrumento foi aplicado nas aulas de Língua Portuguesa e envolveram cinco encontros. Cada encontro teve a duração máxima de 2 horas/aula, o que corresponde a 90 minutos. Em cada encontro era aplicado um trabalho com texto,

sendo que num período trabalhava-se o teste envolvendo questões de coesão e no outro, o teste envolvendo questões de compreensão.

A fim de garantir resultados confiáveis, o professor titular das turmas considerou o trabalho como parte da avaliação, concedendo-lhe 30% de valor em relação à nota final do bimestre.

Cabe salientar, também, que o trabalho de compreensão textual foi avaliado por três professores, incluindo as pesquisadoras. Logo, cada teste recebeu três resultados que foram somados e divididos, obtendo-se, aí, uma média mais exata. Quando a diferença ultrapassava a dois pontos, o trabalho era, então, revisto e reavaliado pela pesquisadora, juntamente com a professora que avaliara.

Foi realizado com todos os trabalhos de texto um estudo piloto. Através das observações verificadas durante a aplicação do trabalho, e principalmente do estudo desses levantamentos, fizeram-se as devidas alterações, a fim de que a metodologia fosse realmente adequada para alcançar os objetivos propostos.

## Discussão

A amostragem de 68 alunos do 1º ano do 2º grau da Escola Técnica Federal de Pelotas foi estatisticamente representativa e comprovou que existe correlação significativamente positiva entre o domínio dos mecanismos coesivos e a compreensão de textos. Os alunos que apresentaram maior dificuldade no reconhecimento de ligações coesivas também apresentaram maior dificuldade na compreensão das

### Correlação entre Coesão e Compreensão Textual

	Coesão	Compreensão
Coesão	1.00000	
Compreensão	.74512	1.00000

idéias do texto. O resultado final revelou um índice alto de correlação ( $r = 0,75$ ) entre a coesão e a compreensão textual, conforme mostra a tabela a seguir:

A análise dos resultados permitiu a constatação e a generalização de aspectos relevantes nesse processo, os quais servem de base para o desenvolvimento de atividades de ensino mais eficientes e, conseqüentemente, para a melhoria do nível dos



alunos em relação à leitura.

Um primeiro levantamento foi feito em relação à complexidade dos mecanismos coesivos analisados. Constatou-se que o mecanismo da conjunção e da coesão lexical foram os que mais apresentaram dificuldade ao aluno, seguidos, ordenadamente, da elipse e da referência.

Os alunos, de modo geral, apresentaram problemas tanto na recuperação completa da expressão referente como no discernimento, em uma determinada expressão, do termo exato ao qual a forma referencial remete. Concluiu-se que essa dificuldade está relacionada com a falta de recorrência e domínio de aspectos especificamente gramaticais e de aspectos sintático-semânticos. Isso, no entanto, não representou, em alguns casos, falta de compreensão da idéia do texto. Na verdade, muitas vezes, a relação estabelecida era realizada em nível profundo, de idéias e não em nível superficial e explícito.

O desconhecimento do vocabulário do texto apresentou forte influência no estabelecimento de relações coesivas adequadas. Esse aspecto foi verificado em casos diversos, envolvendo diferentes mecanismos.

No mecanismo da referência, especificamente, verificou-se que, em casos de ambigüidade, em que há dois possíveis referentes para uma forma referencial, os alunos novamente apresentaram falta de habilidade em recorrer a aspectos gramaticais e sintáticos para compreender adequadamente a idéia presente no texto.

O pronome pessoal reto como forma referencial, em geral, foi de mais fácil recuperação do que o pronome pessoal oblíquo. A dificuldade em recuperar adequadamente o referente desta forma pode estar relacionada com seu pouco uso na linguagem cotidiana.

O grau de distância entre a forma referencial e o referente foi, também, fator que influenciou na percepção de laços coesivos. Concluiu-se que, à medida em que ambas as formas iam se distanciando, maior era a dificuldade.

A falta de domínio no reconhecimento do modo como funcionam determinados termos no texto, como pronomes relativos e possessivos, verificada no trabalho de coesão, apresentou forte repercussão na parte de compreensão textual.

No que diz respeito ao mecanismo da elipse, de modo geral, constatou-se uma grande tendência dos alunos em recuperar de maneira inadequada o sujeito de verbos que se encontravam no gerúndio ou no participio. O mesmo não ocorreu em questões que envolviam outras formas verbais. Ainda neste

mecanismo, foi possível verificar, também, que, quanto maior é a distância entre o item a ser recuperado e a forma elíptica, maior é, também, a dificuldade em estabelecer o elo coesivo.

Em relação à coesão lexical, os alunos, em geral, apresentaram dificuldade, não só em compreender o significado de termos que adquirem conotação específica dentro de um contexto, como em inferir o sentido de palavras-chaves, indispensáveis à compreensão. Além disso, percebeu-se que o desconhecimento do tema do texto tem forte influência no estabelecimento de relações significativas no texto.

O mecanismo da conjunção foi o que mais causou dificuldade aos alunos, levando-os, seguidamente, a compreender de maneira distorcida idéias presentes no texto. Observou-se forte tendência dos alunos a confundir relações causais, consecutivas e proporcionais, principalmente através de locuções. Em relação aos advérbios, as locuções adverbiais e os itens denotativos ou continuativos, a dificuldade maior foi em perceber com precisão diferenças sutis de significado entre conectores aparentemente semelhantes.

No trabalho em que se avaliou a competência dos alunos em termos de compreensão textual, foi comum encontrar problemas intimamente relacionados a essas dificuldades mencionadas e a outras que também dizem respeito ao estabelecimento de elos coesivos. Questões de compreensão exigindo relações macroestruturais e questões envolvendo a percepção de inferências, a partir de enunciados do texto, causaram significativa dificuldade aos alunos. Além disso, verificou-se, também, compreensão distorcida de determinadas idéias do texto, especificamente quando os enunciados não se apresentavam acompanhados de nexos explícitos.

Assim o professor, ciente do nível de conhecimento e das reais dificuldades enfrentadas pelo aluno, no que diz respeito às relações de sentido no interior do texto, deverá criar oportunidades que permitam o desenvolvimento de habilidades dentro desse processo cognitivo.

## Conclusão

O levantamento e a caracterização de todas essas dificuldades demonstram a necessidade de o professor, em sala de aula, explicitar de maneira adequada e exaustiva as relações coesivas significativas do texto, como meio de desenvolver habilidades que favoreçam o processo da leitura.



É preciso abrir todos os caminhos que dificultam o acesso à compreensão. E é através da coleta, análise e estudo das dificuldades encontradas e do planejamento de medidas pedagógicas fundamentadas que poderão ocorrer mudanças e avanços efetivos na área da leitura.

## Referências Bibliográficas

- BEAUGRANDE, Robert et DRESSLER, Wolfgang. **Introduction to text linguistics**. London/New York, Longman, 1981.
- CAVALCANTI, Marilda C. **Interpretação-leitor: Aspectos de interpretação pragmática**. Campinas, Unicamp, 1992.
- FÁVERO, Leonor L. e KOCH, Ingedore G. V. **Linguística textual: introdução**. São Paulo, Cortez, 1983.
- \_\_\_\_\_. **Coesão e Coerência textuais**. São Paulo. Ática, 1991..
- HALLIDAY, M. A. K. et HASAN, R. **Cohesion in English**. London, Longman, 1976.
- KOCH, Ingedore G. V. **A coesão textual**. São Paulo, Contexto, 1990.
- \_\_\_\_\_. et TRAVAGLIA, Luís Carlos. **Texto e coerência**. São Paulo, 1989.
- LEFFA, Wilson J. "A pesquisa em leitura". In: **Aspectos da leitura**. Porto Alegre, Sagra, p. 65-89, 1996.
- \_\_\_\_\_. "O conceito de leitura". In: **Aspectos da leitura**. Porto Alegre, Sagra, p. 5-26, 1996.
- McCLELLAND, J. et RUMMELHART D. "An interactive activation model of the effect context in perception". **Psychological Review**. nº 88; p. 375-407, 1981.
- MOITA LOPES, L. P. **Discourse analysis and syllabus design: an approach to the teaching of reading**. London, University of London, 1986 (Tese de doutorado).
- PERFETTI, C. A. **Reading ability**. New York, Oxford University Press, 1985.
- \_\_\_\_\_. "Cognitive and linguistic componentes of reading ability". In: FOOSMAN, B. et SIEGEL, A. **Acquisition of reading skill**. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, 1986.
- STANOVICH, K. E. "Toward and interactive compensatory model of individual differences in the development of reading fluency". **Reading Research Quarterly**. nº 16: p. 32-71, 1980.
- TAYLOR, I. et TAYLOR, M. **The psychology of reading**. New York, Academic Press, 1983.



# Um Modelo Estocástico de Veículo

**Mario Leonardo Boéssio**

Professor do Curso de Mecânica - ETFPEL

Mestre em Ciências em Engenharia Civil - Estruturas Mecânicas - UFRGS

Doutorando em Ciências em Engenharia Civil - UFRGS

## Resumo

Neste trabalho apresenta-se um modelo dinâmico de veículo. Considerando o caráter aleatório das irregularidades de rodovias, foi elaborado como exercício da teoria de Análise Dinâmica Estocástica. O modelo tem 7 graus de liberdade e considera a capacidade de deformação elástica e de amortecimento dos pneus. O método de Superposição Modal é usado na solução do problema, e as irregularidades da via são descritas por Espectros de Potência.

**Palavras-chave:** Veículos, Análise Dinâmica Estocástica, Superposição Modal

## 1. Introdução

O presente artigo constitui-se de um exemplo apresentado como parte dos trabalhos de avaliação do Curso de Processos Estocásticos/96, no Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CPGEC-UFRGS. Propõe-se a análise de um modelo de veículo com sete graus de liberdade, descrito no item 2. Nesse modelo, onde todos os parâmetros têm comportamento linear, os pneus são represen-



Mario Leonardo Boéssio

tados por conjuntos mola/amortecedor, à semelhança do conjunto de suspensão. O procedimento de análise está baseado no Método de Superposição Modal (análise no Domínio da Frequência). Um modelo semelhante é analisado por BARBIERI - 1993, que emprega a formulação no Espaço-Estado. A excitação é oriunda do movimento do veículo em pisos irregulares, descritos como processos homogêneos e isotrópicos, segundo o modelo proposto por ROBSON e DODDS -



1973. São apresentados alguns dos resultados obtidos, bem como conclusões e considerações.

## 2. Modelo Dinâmico de um Veículo

Na figura 1, é apresentado um modelo simplificado de um veículo, com sete graus de liberdade. Neste modelo de veículo, as inércias dos conjuntos das rodas (pneus, cubos de roda e demais componentes móveis) são representados pelas massas concentradas  $m_5$  a  $m_8$ . As características elásticas dos pneus, bem como sua capacidade de amortecimento, são representadas, respectivamente, pelos coeficientes de rigidez,  $k_5$  a  $k_8$ , e os coeficientes de amortecimento viscoso,  $c_5$  a  $c_8$ . Deve-se salientar, neste instante, que estas considerações são simplificações hipotéticas, uma vez que os pneus, devido a sua geometria e o material que os constitui ("borracha"), não têm, nem comportamento linear elástico, nem amortecimento

viscoso (o amortecimento está associado à fricção interna no material).

As referências para o movimento oscilatório induzido (os graus de liberdade - G.L. - do sistema) são as translações na direção  $z$  e as rotações em torno dos eixos  $x$  e  $y$ , para o conjunto chassi-carroceria, segundo o sistema de referência que passa em seu centro de massa (na posição de equilíbrio estático). Para as massas concentradas que representam os conjuntos das rodas as referências são os eixos  $z_5$  a  $z_8$ ,

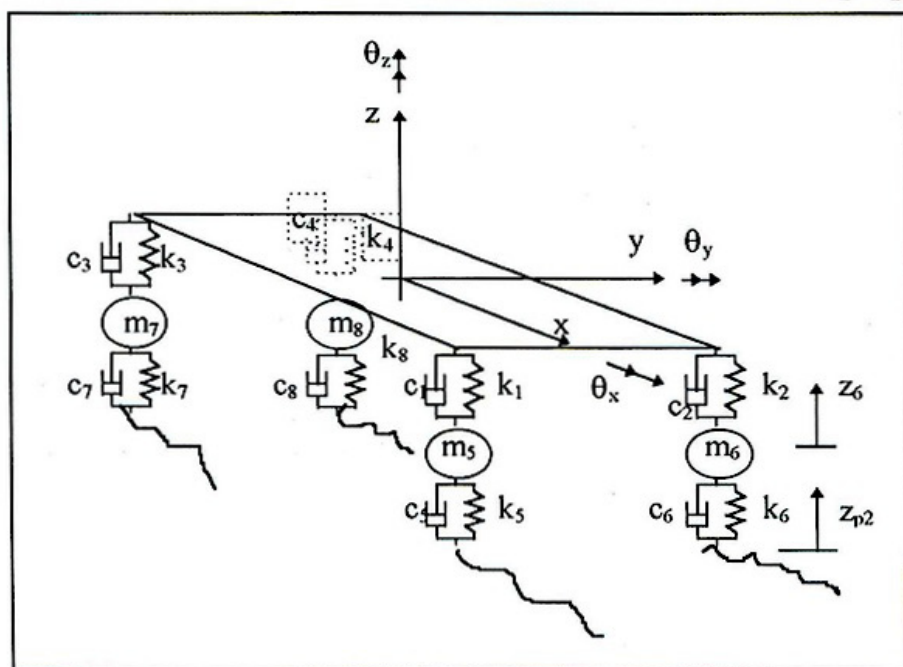


Fig. 1. Modelo de um veículo, com sete graus de liberdade

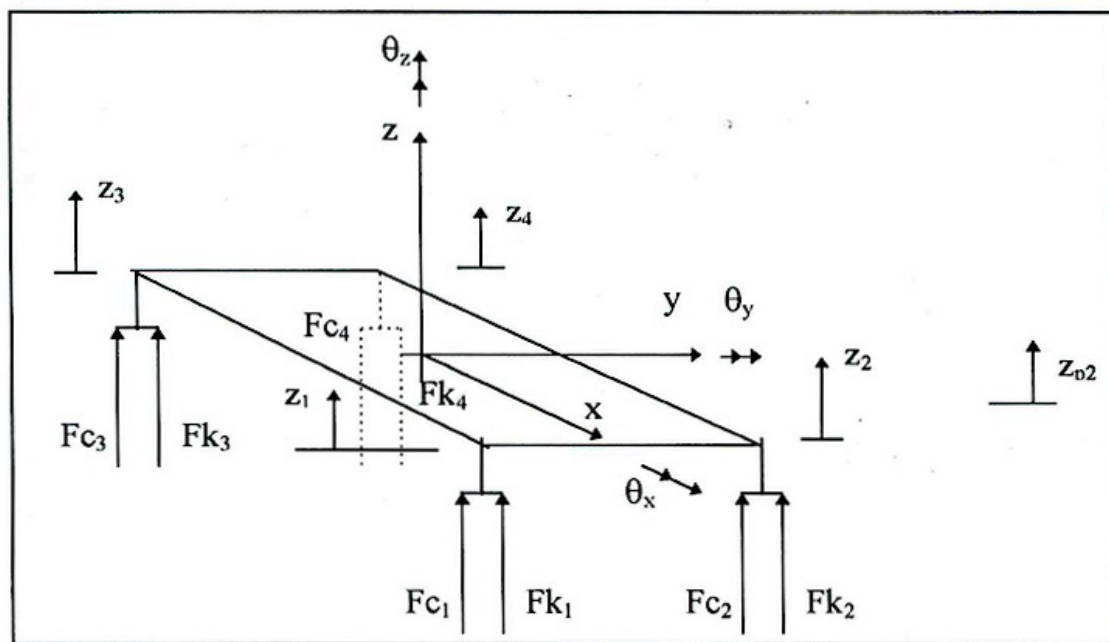


Fig. 2. Diagrama de corpo livre para o chassi



também tomados em relação as suas posições de repouso.

As equações do movimento foram obtidas a partir das equações de equilíbrio dinâmico, utilizando-se o Princípio D'Alembert.

As forças indicadas no diagrama da figura 2 tem a forma  $F_{k_i} = K_i [Z_i - Z_{(i+4)}]$  e

$$F_{c_i} = C_i [\dot{Z}_i - \dot{Z}_{(i+4)}], \quad i = 1, 4; \text{ por exemplo,}$$

$$F_{k1} = K_1 (Z_1 - Z_5) \text{ e } F_{c2} = C_1 (\dot{Z}_1 - \dot{Z}_5).$$

-Somatório de forças na direção z:

$$m\ddot{Z} = -K_1(Z_1 - Z_5) - C_1(\dot{Z}_1 - \dot{Z}_5) - K_2(Z_2 - Z_6) - C_2(\dot{Z}_2 - \dot{Z}_6) - K_3(Z_3 - Z_7) - C_3(\dot{Z}_3 - \dot{Z}_7) - K_4(Z_4 - Z_8) - C_4(\dot{Z}_4 - \dot{Z}_8) \quad (1)$$

-Somatório dos momentos em torno de y:

$$I_y \ddot{\theta}_y = a [K_1(Z_1 - Z_5) - C_1(\dot{Z}_1 - \dot{Z}_5) - K_2(Z_2 - Z_6) - C_2(\dot{Z}_2 - \dot{Z}_6)] - b [K_3(Z_3 - Z_7) - C_3(\dot{Z}_3 - \dot{Z}_7) - K_4(Z_4 - Z_8) - C_4(\dot{Z}_4 - \dot{Z}_8)] \quad (2)$$

-Somatório de momentos em torno do eixo x:

$$I_x \ddot{\theta}_x = c [K_1(Z_1 - Z_5) + C_1(\dot{Z}_1 - \dot{Z}_5) + K_3(Z_3 - Z_7) + C_3(\dot{Z}_3 - \dot{Z}_7)] - d [K_2(Z_2 - Z_6) + C_2(\dot{Z}_2 - \dot{Z}_6) + K_4(Z_4 - Z_8) + C_4(\dot{Z}_4 - \dot{Z}_8)] \quad (3)$$

Fazendo o somatório de forças para a massa  $m_5$ , que representa a inércia do conjunto da roda 5, segundo o diagrama da figura 3, obtém-se

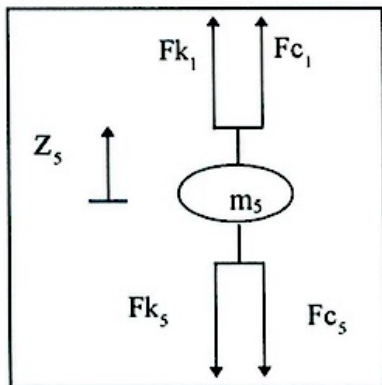


Fig. 3. Diagrama de corpo livre para a massa 5 (os diagramas para as massas 6, 7 e 8 são semelhantes)

$$m_5 \ddot{Z}_5 = K_1(Z_1 - Z_5) + C_1(\dot{Z}_1 - \dot{Z}_5) - K_2(Z_2 - Z_{p2}) - C_2(\dot{Z}_2 - \dot{Z}_{p2}) \quad (4)$$

De forma semelhante, para as massas 6, 7 e 8, resultam

$$m_6 \ddot{Z}_6 = K_2(Z_2 - Z_6) + C_2(\dot{Z}_2 - \dot{Z}_6) - K_6(Z_6 - Z_{p6}) - C_6(\dot{Z}_6 - \dot{Z}_{p6}) \quad (5)$$

$$m_7 \ddot{Z}_7 = K_3(Z_3 - Z_7) + C_3(\dot{Z}_3 - \dot{Z}_7) - K_7(Z_7 - Z_{p7}) - C_7(\dot{Z}_7 - \dot{Z}_{p7}) \quad (6)$$

$$m_8 \ddot{Z}_8 = K_4(Z_4 - Z_8) + C_4(\dot{Z}_4 - \dot{Z}_8) - K_8(Z_8 - Z_{p8}) - C_8(\dot{Z}_8 - \dot{Z}_{p8}) \quad (7)$$

Fazendo

$$Z_1 = Z - a\theta_y - c\theta_x, \quad Z_2 = Z - a\theta_y + d\theta_x, \quad (8)$$

$$Z_3 = Z + b\theta_y + c\theta_x, \quad Z_4 = Z + b\theta_y + d\theta_x$$

e substituindo as equações (8) nas equações (1-7) e agrupando os termos em função dos graus de liberdade, pode-se escrever

$$\mathbf{M} \ddot{\mathbf{u}} + \mathbf{C} \dot{\mathbf{u}} + \mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{P}(t) \quad (8.a)$$

sendo

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m & & & & & & & \\ & I_y & & & & & & 0 \\ & & I_x & & & & & \\ & & & m_5 & & & & \\ & & & & m_6 & & & \\ & & & & & m_7 & & \\ 0 & & & & & & m_8 & \\ & & & & & & & m_8 \end{bmatrix}$$

onde:

- $m$ : massa do veículo, excluindo as rodas;
- $I_y$ : momento de inércia do veículo, em torno do eixo y;
- $I_x$ : momento de inércia do veículo, em torno do eixo x;
- $m_{5,8}$ : massas das rodas (pneus, aros, freios, pontas de eixos etc).

e

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} C_{11}^* & C_{12}^* & C_{13}^* & -C_1 & -C_2 & -C_3 & -C_4 \\ C_{21}^* & C_{22}^* & C_{23}^* & aC_1 & aC_2 & -bC_3 & -bC_4 \\ C_{31}^* & C_{32}^* & C_{33}^* & cC_1 & -dC_2 & cC_3 & -dC_4 \\ -C_1 & aC_1 & cC_1 & C_1 + C_5 & 0 & 0 & 0 \\ -C_2 & aC_2 & -dC_2 & 0 & C_2 + C_6 & 0 & 0 \\ -C_3 & -bC_3 & cC_3 & 0 & 0 & C_3 + C_7 & 0 \\ -C_4 & -bC_4 & -dC_4 & 0 & 0 & 0 & C_4 + C_8 \end{bmatrix}$$



onde

$$C_{11}^* = C_1 + C_2 + C_3 + C_4;$$

$$C_{12}^* = C_{21}^* = -a(C_1 + C_2) + b(C_3 + C_4);$$

$$C_{13}^* = C_{31}^* = -c(C_1 + C_3) + d(C_2 + C_4);$$

$$C_{22}^* = a^2(C_1 + C_2) + b^2(C_3 + C_4); C_{23}^* = C_{32}^* = acC_1 - adC_2 - bcC_3 + bdC_4;$$

$$C_{33}^* = c^2(C_1 + C_3) + d^2(C_2 + C_4);$$

$C_{1-4}$  = constantes de amortecimento viscoso dos "amortecedores" da suspensão;

$C_{5-8}$  = constantes de amortecimento dos pneus, admitindo amortecimento viscoso;

$$K = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} & -K_1 & -K_2 & -K_3 & -K_4 \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} & aK_1 & aK_2 & -bK_3 & -bK_4 \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} & cK_1 & -dK_2 & cK_3 & -dK_4 \\ -K_1 & aK_1 & cK_1 & K_1 + K_5 & 0 & 0 & 0 \\ -K_2 & aK_2 & -dK_2 & 0 & K_2 + K_6 & 0 & 0 \\ -K_3 & -bK_3 & cK_3 & 0 & 0 & K_3 + K_7 & 0 \\ -K_4 & -bK_4 & -dK_4 & 0 & 0 & 0 & K_4 + K_8 \end{bmatrix}$$

onde

$$K_{11}^* = K_1 + K_2 + K_3 + K_4;$$

$$K_{12}^* = K_{21}^* = -a(K_1 + K_2) + b(K_3 + K_4);$$

$$K_{13}^* = K_{31}^* = -c(K_1 + K_3) + d(K_2 + K_4);$$

$$K_{22}^* = a^2(K_1 + K_2) + b^2(K_3 + K_4);$$

$$K_{23}^* = K_{32}^* = acK_1 - adK_2 - bcK_3 + bdK_4; K_{33}^* = c^2(K_1 + K_3) + d^2(K_2 + K_4);$$

$K_{1-4}$  = constantes de rigidez das molas da suspensão;

$K_{5-8}$  = constantes de rigidez pneus, admitindo linearidade; e

$$p(t) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ K_5 Z p_1 + C_5 \dot{Z} p_1 \\ K_6 Z p_2 + C_6 \dot{Z} p_2 \\ K_7 Z p_3 + C_7 \dot{Z} p_3 \\ K_8 Z p_4 + C_8 \dot{Z} p_4 \end{bmatrix}$$

Os dados utilizados neste exemplo são

apresentados na Tabela 1, extraídos de BARBIERI - 1993, e correspondem a um pequeno veículo de carga. Utilizando os dados da tabela 1, foram obtidos os autovalores, que correspondem aos quadrados das frequências naturais (angulares) do sistema, que são

$$\omega^2 = \begin{bmatrix} 42,9034 \\ 103,2538 \\ 173,6289 \\ 1868,2670 \\ 1888,2076 \\ 2863,4004 \\ 2864,9084 \end{bmatrix}$$

Tabela 1

	Descarregado
m (kg)	5260
m <sub>1,2</sub> (kg)	280
m <sub>3,4</sub> (kg)	430
I <sub>y</sub> (Kgm <sup>2</sup> )	10520
I <sub>x</sub> (kgm <sup>2</sup> )	5260
a (m)	0,77
b (m)	2,93
c = d (m)	1,25
K <sub>1-4</sub> (KN/m)	1E05
K <sub>6-8</sub> (KN/m)	7E05
C <sub>1-4</sub> (KN.s/m)	1E04
C <sub>6-8</sub> (KN.s/m)	7E04

Os autovetores (*modos de vibração*) correspondentes, representados nas figuras 4 (as linhas pontilhadas indicam as posições de equilíbrio estático), normalizados de forma que  $[u]^T [M] [u] = 1$ , são

$$[u] (\times 10^{-2}) = \begin{bmatrix} 1,250 & \approx 0,0 & 0,575 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & \approx 0,0 \\ -0,409 & \approx 0,0 & 0,878 & \approx 0,0 & -0,112 & \approx 0,0 & \approx 0,0 \\ \approx 0,0 & 1,374 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & \approx 0,0 \\ 0,199 & -0,223 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & -4,221 & -4,220 \\ 0,199 & 0,223 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & \approx 0,0 & 4,221 & 4,220 \\ \approx 0,0 & -0,227 & 0,434 & 3,402 & 3,389 & \approx 0,0 & \approx 0,0 \\ \approx 0,0 & 0,227 & 0,434 & -3,402 & 3,389 & \approx 0,0 & \approx 0,0 \end{bmatrix}$$



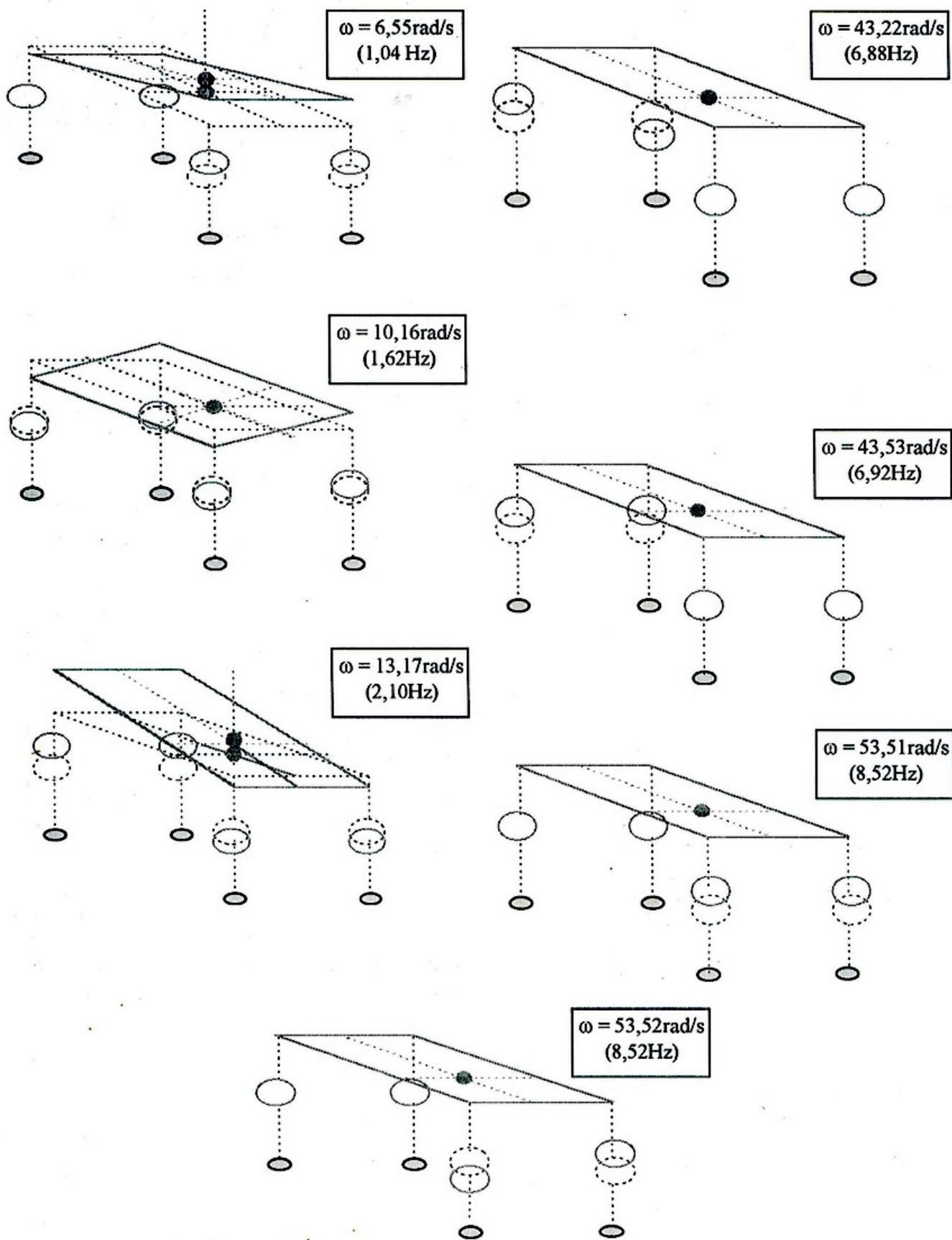


Fig. 4. Representação gráfica dos modos de vibração.



### 3. Resposta de um Sistema de N-Graus de Liberdade à Excitação Aleatória por Superposição Modal

Na solução da equação de movimento do veículo (8.a), foi utilizada a formulação clássica da análise dinâmica estocástica por superposição modal, amplamente divulgada na literatura técnica (ver, por exemplo, CLOUGH-1993, MEIROVITCH-1986, YANG-1986), resumidamente apresentada abaixo.

As equações do movimento podem ser escritas na forma

$$[M]\{\ddot{x}(t)\} + [C]\{\dot{x}(t)\} + [K]\{x(t)\} = \{F(t)\} \quad (9)$$

onde  $[M]$ ,  $[C]$  e  $[K]$  são matrizes  $n \times n$  de inércia, amortecimento e rigidez. No caso em que a matriz de amortecimento é proporcional à inércia e/ou à rigidez, a matriz modal (autovetores do sistema não amortecido) pode ser utilizada para transformação linear que desacopla o sistema de equações. Quando o amortecimento é pequeno, pode-se ignorar os termos de acoplamento nas equações transformadas.

Assim,

$$x(t) = [u]\{q(t)\} \quad (10)$$

onde o vetor  $q(t)$  é o vetor de coordenadas generalizadas, que consiste de combinações lineares do processo aleatório  $x_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

Se a matriz modal for normalizada de forma que

$$[u]^T [M] [u] = 1 \quad (11)$$

resultam

$$[u]^T [K] [u] = [\omega^2] \text{ e } [u]^T [C] [u] = [2\zeta\omega]$$

Substituindo (10) em (9) e pré-multiplicando por  $[u]^T$ , resultam  $n$  equações desacopladas na forma

$$\ddot{q}_r(t) + 2\zeta_r \omega_r \dot{q}_r(t) + \omega_r^2 q_r(t) = \omega_r^2 f_r(t) \quad (12)$$

onde

$$f_r(t) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\omega_r^2} u_{ri} F_i(t) = \frac{1}{\omega_r^2} \{u\}_r^T \{F(t)\} \quad r = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

Fazendo as transformações de Fourier de  $q_r(t)$  e  $f_r(t)$  (respectivamente  $Q_r(\omega)$  e  $F_r(\omega)$ ) em ambos os lados da equação 12, resulta

$$Q_r(\omega) (-\omega^2 + i2\zeta_r \omega \omega_r + \omega_r^2) = \omega_r^2 F_r(\omega) \quad (14.a)$$

que pode ser escrita na forma

$$Q_r(\omega) = G_r(\omega) F_r(\omega) \quad (14.b)$$

onde

$$G_r(\omega) = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_r}\right)^2 + i2\zeta_r \frac{\omega}{\omega_r}} \quad (15)$$

Em notação matricial e, reconhecendo-se a existência de  $n \times n$  funções de correlação cruzada,  $R_{x_{ij}}(\tau)$  correspondente a cada par de índices  $i$  e  $j$ , pode-se escrever

$$R_x(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \{x(t)\} \{x(t+\tau)\}^T dt \quad (16)$$

sendo que, de (10)

$$\{x(t+\tau)\}^T = \{q(t+\tau)\}^T [u]^T \quad (17)$$

inserindo em (16), resulta

$$[R_x(\tau)] = [u][R_q(\tau)][u]^T \quad (18)$$

mas

$$R_q(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} [G^*(\omega)][S_r(\omega)][G(\omega)] \exp(i\omega\tau) d\omega \quad (19)$$

$$[S_r(\omega)] = \int_{-\infty}^{\infty} R_r(\tau) \exp(-i\omega\tau) d\tau$$

e

$$[R_r(\tau)] = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \{f(t)\} \{f(t+\tau)\}^T dt \quad (20)$$

<sup>1</sup> Para que esta expressão seja válida, a matriz de amortecimento deve obedecer certas condições, ver, por exemplo, CLOUGH - 1993.



onde  $\{f(t)\}$  é o vetor de forças generalizadas de (13), assim,

$$R_f(\tau) = [\omega^2]^{-1} [u] [R_f(\tau)] [u]^T [\omega^2]^{-1} \quad (21)$$

substituindo em (20), resulta

$$[S_r(\omega)] = [\omega^2]^{-1} [u] [S_r(\omega)] [u]^T [\omega^2]^{-1} \quad (22)$$

e das equações (18) e (19)

$$R_x(\tau) = \frac{1}{2\pi} [u] \int_{-\infty}^{\infty} [G^*(\omega)] [S_r(\omega)] [G(\omega)] \exp(i\omega\tau) d\omega [u]^T \quad (23)$$

Em processos ergódicos, admitindo por conveniência média zero, e denotando-se  $[u]_i$  a  $i$ -ésima linha da matriz modal, obtém-se, finalmente, para  $\tau = 0$ , a média quadrática (ou *valor quadrático médio*)  $E(x^2)$ , na forma

$$E(x^2) = R_x(0) = \frac{1}{2\pi} [u]_i \int_{-\infty}^{\infty} [G^*(\omega)] [S_r(\omega)] [G(\omega)] d\omega [u]_i^T \quad (24)$$

## 4. Descrição das Irregularidades do Pavimento de Estradas

Um procedimento bastante adequado para o modelamento de rodovias em geral, devido ao caráter aleatório de suas irregularidades, consiste em sua descrição através de Espectros de Potência. Como exemplo, destaca-se o modelo proposto por ROBSON e DODDS - 1970 e 1973 - onde as trilhas por onde passam as rodas são **Realizações de um Processo Aleatório Gaussiano Homogêneo e Isotrópico**, resultante do movimento a uma determinada velocidade sobre um campo aleatório bidimensional com estas características, e segundo a direção da trilha. Ainda nesta referência, é definida uma expressão para o cálculo do espectro de potência unilateral (*one-sided*) da trilha, na forma

$$G_z(n) = c \cdot n^{-w}, \quad (25)$$

onde os valores da constante  $c$  foram determinados para diversos tipos de estradas (pavimentos), e estão apresentados na tabela 2. O expoente  $w$  varia entre os

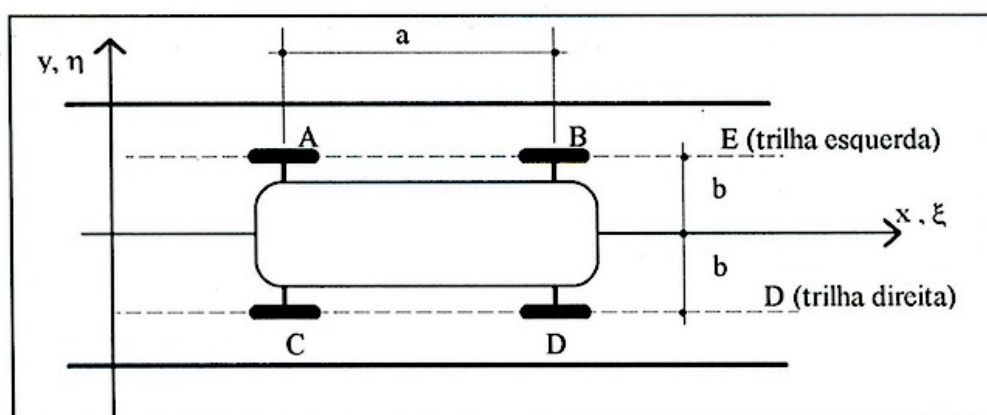


Fig. 5. Descrição da pista (extraída de MORSCH - 1997)

Tabela 2 - Coeficiente  $c$  para diversos tipos de estradas (DODDS e ROBSON)

Tipo de Estrada	Qualidade da Estrada	$c$ ( $\times 10^{-8}$ )
auto-estradas	muito boas	2 - 8
	boas	8 - 32
estradas principais	muito boas	2 - 8
	boas	8 - 32
	médias	32 - 128
	pobres	128 - 500
estradas secundárias	médias	32 - 128
	pobres	128 - 500
	muito pobres	500 - 3000



valores 2 e 3, e  $n$  é o número de onda, definido como o inverso do comprimento de onda  $\lambda$ , que sob certa velocidade  $V$  está relacionado a frequência angular  $\omega$  pela relação

$$\omega = 2\pi nV \quad (26)$$

Devido ao caráter homogêneo e isotrópico, o espectro de uma trilha é igual ao de qualquer outra trilha paralela, e os espectros cruzados entre duas trilhas paralelas afastadas de uma distância  $2b$  são iguais ( $G_{CED}(n) = G_{CDE}(n) = G_C(n)$ , onde E representa esquerda, D direita e C cruzado), e relacionados ao espectro de uma trilha por uma função de coerência  $g(n)$  na forma

$$g(n) = \frac{G_c(n)}{G(n)} \quad (27)$$

O expoente  $w$  varia entre os valores 2 e 3. Foi observado que a função de coerência é fracamente afetada pela troca de valores de  $w$  dentro da faixa de valores relevantes ( $2 \leq w \leq 3$ ), sendo por este motivo empregado usualmente o valor médio da faixa (2,5) na equação (25).

A aplicação da equação (25) está limitada a uma faixa de números de onda. Como as amostras são obtidas num trecho de estrada, no qual pode-se esperar algum grau de uniformidade, o espectro não pode ser bem definido para números de onda muito baixos. Por outro lado, as técnicas de medição não podem cobrir números de onda elevados.

Assim, quando são usados perfis de uma única trilha como base de uma resposta espectral, são importantes apenas as propriedades compreendidas dentro de um intervalo restrito do número de onda. Na maioria dos casos é suficiente considerar um intervalo de frequências de 0.5 Hz a 50 Hz e velocidades do veículo entre 5 m/s e 50 m/s (18 Km/h e 180 Km/h). Sendo a frequência expressa por  $f = n \cdot V$  (Hz) conclui-se que para os intervalos de frequência e velocidades mencionados corresponde a um intervalo para o número de onda  $n$  de 0.01 ciclos/m a 10 ciclos/m. Como a descrição da superfície da pista emprega os espectros de potência de duas trilhas paralelas, bem como o espectro cruzado entre elas, as

propriedades fora desta faixa de valores do número de onda são irrelevantes. Logo, pode-se considerar que o espectro de potência  $G_z(n)$  vale zero fora do intervalo  $0.01 \leq n \leq 10$ , o que no entanto é incompatível com o modelo isotrópico. Para se evitar este problema deve-se considerar que a função  $G_z(n)$  é constante para todo o número de onda menor que 0.01. Fazendo-se  $n_a$  e  $n_b$  os limites inferior e superior da faixa de importância do número de onda, pode-se escrever a expressão (28), que resume as considerações sobre o intervalo de validade da função  $G_z(n)$  (KAMASH & ROBSON, 1977), que fica definida como

$$G_z(n) = \begin{cases} cn_a^{-w}, & 0 \leq n \leq n_a \\ cn^{-w}, & n_a \leq n \leq n_b \\ 0, & n_b \leq n \end{cases} \quad (28)$$

O espectro de potência desta forma definido tem um trecho constante, seguido de um trecho descendente assintótico ao eixo horizontal, bruscamente interrompido em  $n_b$  (figura 6), e corresponde a um processo de banda intermediária.

Pode-se expressar  $G_z(n)$  em função da frequência angular  $\omega$ , bem como expressar o espectro de potência na forma bilateral (*double-sided*),  $S(\omega)$ , que resulta, aplicando-se as definições de espectro de potência unilateral e bilateral, e após as devidas mudanças de variáveis,

$$S_z(\omega) = \frac{1}{4\pi V} G_z(n) \quad (29)$$

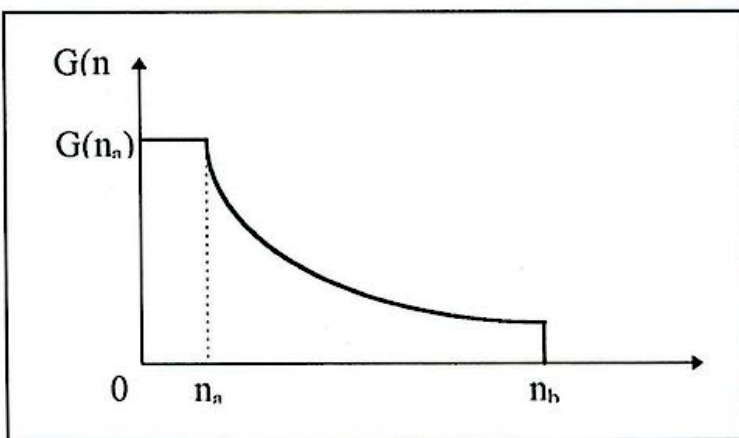


Fig. 6. Espectro de Potência Unilateral para estradas



## 5. Resultados

Os resultados obtidos pelo método de superposição modal (item 3) estão apresentados na tabela 3. Os dados utilizados para o modelo de via proposto por DODDS -1973, descrito no item 4, são:  $c = 1750E-08$  e  $w = -2,5$ . Os demais dados para o veículo estão na tabela 1.

## 6. Conclusões

O modelo de veículo aqui apresentado permite, apesar de sua relativa simplicidade, a avaliação do comportamento de um veículo em função dos parâmetros da suspensão. BARBIERI - 1993, em sua Tese de Doutorado, utiliza um modelo semelhante, onde aplica modernas teorias de controle e otimização para o ajuste das características dos elementos de suspensão, em função de objetivos, tais como estabilidade, conforto etc.

Um importante critério de projeto é a *Estabilidade do Veículo*. Em relação a este critério, deve-se observar o deslocamento relativo entre as rodas e a via. Quando os deslocamentos relativos são superiores à deformação (estática) dos pneus, pode ocorrer a perda de contato (“descolamento”) entre os pneus e a via, anulando a força de atrito. Neste caso, a estabilidade (em termos de capacidade de manter a trajetória) e a capacidade de frenagem do veículo podem ser gravemente comprometidas. No entanto, cada roda tem sua própria fase, ou seja nem todas sofrem “descolamentos” simultaneamente. Mesmo assim, o deslocamento relativo roda/via é um critério importante para a avaliação da estabilidade, e pode ser otimizado (no caso “minimizado”) em função dos parâmetros da suspensão (constantes de mola e

amortecimento).

Especificamente em relação a este pequeno exemplo, cabe salientar que os valores de deslocamento apresentados são a *raiz quadrada dos valores quadráticos médios* ou *valores RMS (Root Mean Square)*. Em processos gaussianos, o que é admitido neste caso, os valores máximos de pico podem exceder seis vezes o valor RMS. Salienta-se também que na análise pelo método de Superposição Modal Estocástico (processo aleatório) toda a informação relativa à fase é perdida. Pode-se tratar o problema da perda de informação da fase através de algumas hipóteses probabilísticas, ou utilizando outros métodos de análise dinâmica (no domínio do tempo).

No exemplo apresentado, os coeficientes que determinam o espectro de potência da via referem-se a pavimentos de *estradas secundárias muito pobres* (ver tabela 2), e às velocidades arbitrárias podem ser muito elevadas para estas condições.

Quando o critério de projeto é o *conforto dos passageiros*, as acelerações na carroceria do veículo são os parâmetros que devem ser corretamente controlados, através do dimensionamento dos componentes de suspensão. A utilização de técnicas de otimização no modelo aqui apresentado permitiriam a obtenção dos parâmetros da suspensão mais adequados a cada critério de projeto.

Os resultados obtidos para os deslocamentos das rodas e dos pontos de conexão entre suspensão e chassi/carroceria podem ser utilizados para avaliar as forças transmitidas através da suspensão. Estas forças poderiam então ser utilizadas como o carregamento em um modelo em elementos finitos da “estrutura” (conjunto chassi/carroceria) do veículo. Esta proposta simplificativa permite a análise e otimização do projeto, em um processo interativo

Tabela 3. Resposta RMS do veículo em movimento  
(RMS: *root mean square*, raiz quadrada do valor quadrático médio)

	$v = 12,5 \text{ m/s}$	$v = 25 \text{ m/s}$
$Z_{RMS}$ (mm)	0,29	1,01
$\theta_{yRMS}$ (rad)	3,26E-4	1,39E-3
$\theta_{xRMS}$ (rad)	3,20E-5	6.52E-5
$Z_{5RMS}$ (mm)	7,97	27,6
$Z_{6RMS}$ (mm)	7,97	27,6
$Z_{7RMS}$ (mm)	12,13	42,01
$Z_{8RMS}$ (mm)	12,13	42,01
Irregularidades da Via (RMS)	108,0	108,0



correção/reanálise, o que fará parte da pesquisa de doutoramento em andamento.

## 7. Bibliografia

- ARAÚJO, J. M., AWRUCH, A. M. Análise estrutural probabilística pelo método dos elementos finitos. **CT-104 CPGEC-UFRGS**, 1992.
- ASHMORE, S.C.; HODGES, H.C., Dynamic force measurement vehicle (DFMV) and its application to measuring and monitoring road roughness, **Vehicle, Tire, Pavement Interface**, ASTM STP 1164, p.1-13, Philadelphia, 1992.
- BARBIERI, N. Comportamento dinâmico de um veículo automotivo - simulação, controle e otimização. Tese de Doutorado. UNICAMP, 1993.
- BRENNER, C. E. Stochastic Finite Element Methods (Literature Review). **Internal Working Report No. 35-91**. IfM-Universität Innsbruck, 1991.
- COLLINS, J. A. **Failure of Materials in Mechanical Design**, Wiley-Interscience Publication, New York, 1981.
- CLOUGH, R.W.; PENZIEN, J., Dynamics of structures, McGraw-Hill, 2nd Edition, 1993.
- DODDS, C.J.; ROBSON, J.D. The response of vehicle components to random road surface undulations, **Proceedings of the 13th FISITA**, Bruxelas, 1970.
- DODDS, C.J.; ROBSON, J.D. The description of road surface roughness, **Journal of sound and vibration**, n.31, p.175,1973.
- GROEHS, A.G.; SANTOS, M.I.G. GAELI- Gerador e analisador de estruturas lineares. CPGEC - UFRGS, 1990.
- KAMASH, K.M.A.; ROBSON, J.D. The application of isotropy in road surface modelling, **Journal of sound and vibration**, n.31, p.175,1977.
- LIU, M.L.; TO, C.W.S. Adaptive time schemes for responses of non-linear multi-degree-of-freedom systems under random excitations, **Computers and Structures**, Oxford, v.52, n.3, p.563-571, 1994.
- MEIROVITCH, L. Elements of vibration analysis, 2nd edition, **McGraw-Hill International Editions**, 1986.
- MORSCH, I.B. Pós-processador de verificação estrutural para o sistema GAELI, Dissertação de Mestrado. CPGEC-UFRGS, 1991.
- MORSCH, I.B. Tese de Doutorado (em andamento). CPGEC-UFRGS, 1997
- NEWLAND, D. E. General linear theory of vehicle response to random road roughness. In: Elishakoff, I; Lyon, R. H.(Eds.) **Random vibration - status and recent developments**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.303-326.
- SHINOZUKA, M.; KAKO, T.; TSURUI, A. Random vibration analysis in finite element formulation. In: Elishakoff, I; Lyon, R. H.(Eds.) **Random vibration - status and recent developments**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.415-450.
- YANG, C. Y. **Random vibration of structures**, Wiley-Interscience Publication, New York, 1986.



# Utilizando a Internet para Experimentos com o Microcontrolador Basic52\*

\*Trabalho apresentado no VI SEMINCO, em Blumenau - SC

**Luís Cléber Carneiro Marques** - Mestrando CPGCC/UFSC  
Professor do Curso de Eletrônica - ETFPEL  
clber@inf.ufsc.br

**Miguel Alexandre Wisintainer** - Mestrando CPGCC/UFSC  
Professor ETEVI/FURB  
wf@ambiente.com.br

**Rivalino Matias Júnior** - Professor UNOESC  
rivalino@inf.ufsc.br

**Dr. João Bosco da Mota Alves** - Professor INE/CTC/UFSC  
jbosco@inf.ufsc.br

## Resumo

O presente trabalho exhibe uma idéia geral de como fazer Experimentação Remota com qualquer tipo de *hardware*, desde que este se comunique com um emulador de terminal para PC, via canal de comunicação serial. Como estudo de caso, foram realizados experimentos remotos com o BASIC-52, o qual consiste em um microcontrolador 8752 com um interpretador BASIC embutido e canal de comunicação serial. Os experimentos puderam ser realizados por várias pessoas e de diferentes lugares, usuários estes que se conectaram ao sistema através da Internet.

**Palavras-chave:** Experimentação Remota, Internet, Winsock, Delphi, Microcontroladores, BASIC-52.

## 1. Introdução



Luís Cléber Carneiro Marques

**N**a década de 80, a empresa norte-americana *Intel Corporation* criou um *microcontrolador de 8 bits*, o qual se tornaria o mais popular de todos os existentes no mercado, o 8031 [SIL]. Com este componente, procurava reduzir o tamanho do *hardware* necessário para

o *startup* de um sistema baseado em um microcontrolador e o custo do mesmo. A Intel procurou embutir alguns recursos a mais neste microcontrolador, como por exemplo um *canal de comunicação serial e temporizadores*. Alguns de seus antecessores já dispunham destes recursos; no en-



# Ergonomia em *Workstation*

*Daniela Vieira Goularte - Débora Soares de Britto - Lélío dos Santos Falcão  
Roberta de Oliveira Martins - Tiago de Ávila Antunes  
Alunos do 4º Ano do Curso de Desenho Industrial (ETFPEL)  
Turma 408 - 1997*

## Apresentação

O Curso de Desenho Industrial, desta Escola, na disciplina de Desenho Industrial Aplicado, avalia os alunos do 4º Ano, através da elaboração de um Projeto de Conclusão de Curso.

Neste ano, o trabalho proposto foi a criação de uma "Workstation" (estação de trabalho).

Para publicação nesta revista, foi selecionado um dos relatórios apresentados, o qual consta de uma pesquisa inicial e de um embasamento para a realização do referido projeto.

A qualidade gráfica e os textos foram objeto de interesse do Senhor Manglio Gobbi, Coordenador do Programa Gaúcho de Design e Membro da FIERGS.

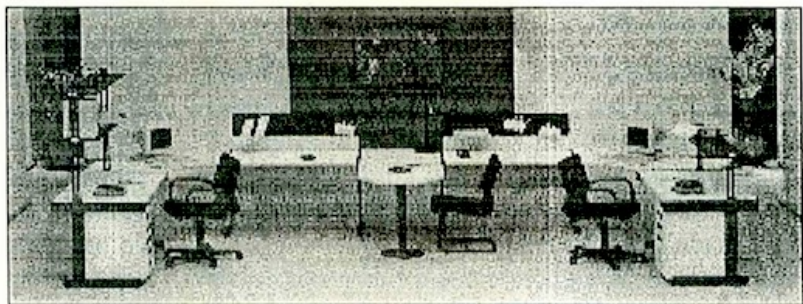
*Prof. Alexandre Vergínio Assunção  
Coordenador Pedagógico do Curso de Desenho Industrial (ETFPEL)*

## 1. Introdução

**N**este ano de conclusão do Curso de Desenho Industrial, estamos desenvolvendo pesquisas sobre ergonomia, mercado, inovações tecnológicas e técnicas de fabricação que serão aplicadas no projeto final, uma workstation - estação de trabalho.

No decorrer do trabalho, explicamos a origem, conceitos, a

Ergonomia hoje, e o principal assunto, que é **Ergonomia em Workstation**, ou seja, o homem em relação ao móvel onde desempenha seu trabalho, abrangendo também o ambiente. O objetivo desta pesquisa é proporcionar maior conforto e confiabilidade no trabalho, adaptando o projeto ao homem e não o contrário.



*Workstation: Deve ser leve, flexível, resistente, versátil e, principalmente, fazer parte da NR-17*



## 2. Histórico da Ergonomia

Pode-se considerar que o primeiro trabalho de transformação de equipamento (algo como moldar um osso, madeira ou pedra) para adaptar-se ao homem foi um prelúdio da Ergonomia, era algo instintivo ou com pouco estudo.

Os primeiros estudos mais sistemáticos sobre Ergonomia são da segunda metade do século passado, quando começa a surgir, nos Estados Unidos, o Taylorismo, que foi um movimento de “administração científica”.

O Taylorismo atribuía a baixa produtividade e os acidentes de trabalho à negligência dos trabalhadores, que deviam ser controlados pela gerência para observar se os métodos e as ferramentas eram corretos e se o trabalho era realizado no tempo pré-determinado.

Claro que os trabalhadores não gostaram da idéia e “amotinaram-se” contra essas regras, que eram impostas, sem o consentimento deles. Dessa forma, o Taylorismo sofreu várias transformações.

Durante a I Guerra Mundial, fisiologistas e psicólogos ingleses foram convocados para formar a Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, para aumentar a produtividade que, com o fim da guerra, esta comissão foi convertida em Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial.

Na II Guerra Mundial, também foram utilizados todos os conhecimentos tecnológicos disponíveis, para que os combatentes, que atuavam em situações estressantes, tivessem uma boa postura e recebessem as informações dos instrumentos de maneira clara e rápida, para um melhor desempenho, com menos fadiga e acidentes.

Foi apenas em 12 de julho de 1949 que um grupo de cientistas e pesquisadores se reuniu, na Inglaterra, para debater sobre este novo ramo da ciência, quando, então, nasceu a Ergonomia.

## 3. Conceito e Objetivos da Ergonomia

Segundo a Ergonomics Research Society (Inglaterra), “Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente e, particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia, na solução dos problemas surgidos desse relacionamento.”

O trabalho, neste caso, refere-se a qualquer ação, com ou sem movimento, ativo ou passivo, como olhar e ouvir, por exemplo.

Inclusive o equipamento não se refere apenas àquelas máquinas utilizadas em grandes indústrias e usinas, mas também a eletrodomésticos, móveis, automóveis, talheres e quaisquer outros objetos que o homem utilize.

Por fim, o ambiente não trata tão somente do espaço em si, mas também das cores, sons e vibrações, da iluminação, da temperatura e, inclusive, das relações interpessoais que ocorrem no local. Ou seja, a Ergonomia tem um conceito amplo, cujos objetivos práticos são a segurança, a satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com os sistemas. Busca, em primeiro lugar, o conhecimento do homem para fazer o projeto do trabalho, ajustando-o às capacidades e limitações humanas e reduzindo a fadiga, os desconfortos físicos, o índice de acidentes e ausência no trabalho.

O projeto é dirigido, principalmente, a workstations, mas observamos que ainda há um vasto campo a ser explorado, tendo em vista que a Ergonomia não abrange somente a antropometria. Ela envolve também estética, funcionamento, facilidade de limpeza, de manutenção e de manuseio, conforto, uso de materiais, texturas etc.

## 4. Ergonomia Aplicada

### 4.1. A Ergonomia Hoje

A década de noventa tem sido eleita como a fase de alavancagem dos requisitos e atributos de qualidade dos produtos e serviços. Sabe-se que a próxima década buscará, na variável design, o ponto das relações de troca entre empreendimento e mercado, tendo como referências a inovação, a ergonomia e a ecologia.

A ergonomia busca novas soluções, ajudando o trabalhador e a população em geral, interessa-se pelo conteúdo e a significação humana do trabalho. Os problemas que não podem ser totalmente eliminados, podem ser controlados, mas ainda ocorrem vários acidentes, seja no trabalho, em casa, no transporte e até no lazer, por causa dos erros nas relações homem-máquina e homem-objeto.

O que tem se difundido rapidamente é a macroergonomia (é a ergonomia generalizada, vários postos de trabalho dentro de uma indústria, casa, país etc.), principalmente aquela realizada em função de sistemas complexos. Cada vez mais deve-se anular as falhas humanas, o que só será possível quando conhecermos tudo que envolve o homem durante seu trabalho, na busca de melhores formas de organização do trabalho, adaptadas às variáveis que constituem o ambiente natural. Isso será um fator de motivação forte e de conteúdo no sentido da eficiência global. O maior problema do trabalhador é o “stress” causado pelas



competições, exigências e conflitos.

Dentro da macroergonomia, tem sido muito abordado o estudo da ergonomia participativa. A apresentação formal do termo, tem se firmado como a "nova tecnologia", para sua disseminação. Surge como o meio mais apropriado para a introdução da ergonomia em empresas, uma vez que busca o desenvolvimento dos usuários finais, ou seja, dos trabalhadores, que devem ser os mais beneficiados. A ergonomia na indústria não se restringe a uma contribuição esporádica durante o projeto de produtos e sistemas, mas, sim, desde a definição das especificações, até a efetiva implementação e o funcionamento do produto.

A técnica mais usada para ajudar trabalhadores nas empresas é o treinamento industrial, uma atividade organizada e programada para melhorar as habilidades de uma pessoa, aumentando a confiabilidade humana no sistema homem-máquina. As entrevistas também são muito utilizadas, mas devem ser melhor elaboradas, pois o trabalhador está sempre desconfiado daquele curioso (ergonomista) que quer conhecer todos os detalhes do seu trabalho, não vê por que lhe revelar seus pensamentos mais íntimos.

A questão da idade, sexo e deficiências físicas é bem atual, mas ainda existem discriminações e preconceitos em relação ao trabalho de pessoas idosas, mulheres e deficientes físicos. Em muitos países houve avanços na legislação, proibindo estas discriminações, o que não é o caso do Brasil, onde, principalmente os deficientes, encontram as maiores dificuldades. A ergonomia tem mostrado um crescente interesse por este estudo, pois sua participação na força de trabalho tem sido cada vez maior, atualmente, os deficientes são mais capacitados. As mulheres, menos presas aos afazeres domésticos, a diminuição das taxas de natalidade e o aumento da expectativa de vida também são fatores do referido estudo.

Nos debates mais recentes da ergonomia, tem-se dado mais espaço aos "aspectos sociais", conseqüência necessária de uma prática de análise e transformações do trabalho, confrontando-se com a complexidade das situações reais. Os aspectos sociais que mais interessam são as regulações coletivas da atividade, dos diálogos e comunicações no ambiente de trabalho, mais recentemente, da organização do trabalho e das representações sociais.

É preciso compreender a própria atividade de trabalho como uma "prática social", considerando uma dimensão essencial das interações sociais - a ética - que, apesar do crescente interesse pelos "aspectos sociais", ainda é pouco lembrada pela ergonomia.

Os estudos em ergonomia tendem a ser mais usados no setor de serviços, uma das causas é a terceirização.

As pessoas passam apenas vinte e cinco por cento do

tempo em ambiente de trabalho. Neste caso, a aplicação da ergonomia deve ser feita de outra maneira, pois é difícil definir o tipo de usuários e os critérios de desempenho. A população é mais vasta e diversificada, os objetivos são mais difusos, daí os critérios serem mais subjetivos.

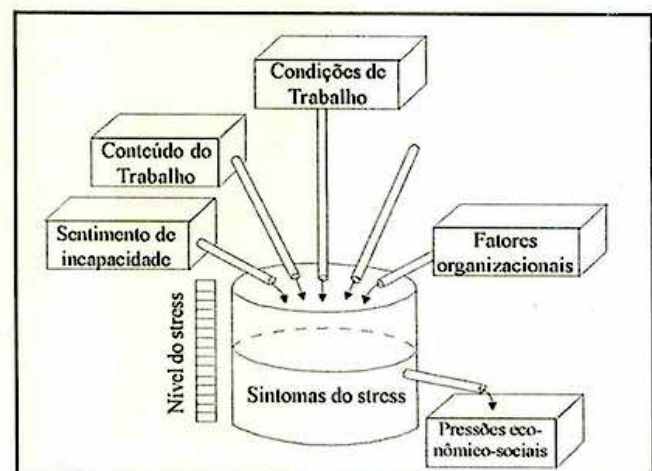
Por causa disto, a ergonomia passou a ser utilizada, também, em outras disciplinas como Informática, Ciências Sociais, Arquitetura e Urbanismo, Desenho Industrial, Administração, Biologia, Ecologia, Legislação etc. Os estudos se voltaram, também, para a qualidade de vida, bem estar social, satisfação dos consumidores etc.

A ergonomia, que pode ser considerada como tecnologia, está preocupada com a utilização adequada das novas tecnologias para o bem estar da humanidade. Mas é preciso contar com especialistas das áreas tecnológicas que comportam três áreas de especialização - Ergonomia de sistemas; Ergonomia de software e Ergonomia de matemática. Nos próximos anos, a ergonomia atuará, principalmente, no desenvolvimento e operação de sistemas automatizados, com o uso de computadores.

O mais importante de tudo isto é aumentar cada vez mais o compromisso de colocar a ergonomia como instrumento de melhoria das condições de saúde e vida dos trabalhadores, utilizando-se de todos os meios para difundir aqueles conhecimentos já disponíveis, para que parcelas maiores da sociedade possam aplicá-las, beneficiando-se dos resultados.

## 4.2. Ergonomia em Móveis

De acordo com estudos antropométricos, para a projeção de móveis, nem sempre os dados encontrados em tabelas podem ser diretamente aplicados, por isso, é mais conveniente projetar móveis para pessoas de padrão médio. Por exemplo, uma cadeira feita para uma pessoa média causaria menos incômodo, para o público em geral, do que se fosse fabricada para um anão ou um gigante.





Isso não quer dizer que seja ótimo para todas as pessoas, mas que, coletivamente, causaria menos inconveniências e dificuldades do que uma cadeira feita para pessoas maiores ou menores, em relação à média.

Logo, as pessoas fora do padrão médio podem vir a apresentar sérios problemas de saúde, por terem que se adaptar ao móvel. Como por exemplo, quando uma mesa é muito baixa, o usuário fica curvado, quando exerce sua atividade, podendo adquirir doenças como lombalgias, dores cervicais e problemas no pescoço e nos ombros. Se a mesa for muito alta, os braços e os ombros fazem um esforço muito grande, causando, também, sérias lesões. Com isso, tornam-se necessárias verificações adicionais, para promover ajustes aos usuários de estaturas diferenciadas, ou melhor, é necessária a fabricação de móveis totalmente reguláveis.

Além disso, é muito importante salientar que o homem deve manter-se em constante contato com o ambiente, através dos seus sentidos, por isso a cor, que é captada pela ação visual, a iluminação, o cheiro, o ruído, a temperatura devem ser bem estudados na hora de projetar um móvel.

As cores normais dos móveis começam nas tonalidades do marfim, atravessando a escala dos marrons médios para terminar nos marrons escuros e os avermelhados, que dão a idéia de solidez, conforto, abrigo. No entanto, estão outros materiais substituindo os móveis convencionais com cores mais claras e, em muitos casos, com texturas totalmente diferentes da madeira. Como exemplo temos a fórmica e seus assemelhados, e, com isso, podemos gerar superfícies das mais diversas.

Cores beges, que se assemelham à tonalidade da madeira crua, em ambientes pouco arejados, não são indicadas, pois estas frequências luminosas atraem moscas e insetos, enquanto os tons azuis e azul-esverdeado, além de auxiliar na perfeita visão e no descanso visual, aumentam a atenção e estimulam o raciocínio, são as cores que repelem insetos.

Em todos os ambientes deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade. A iluminação suplementar, em geral, deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

Tudo deve ser prático e

funcional, para proporcionar ao usuário o bem estar.

## 4.3. Ergonomia em Mobiliário de Escritório

### 4.3.1. O Novo Escritório

O desafio do novo escritório é acompanhar a tecnologia, inovando a cada dia, seguindo os termos ergonômicos nos móveis, a flexibilidade no planejamento, no uso, na manipulação dos dados e nos custos.

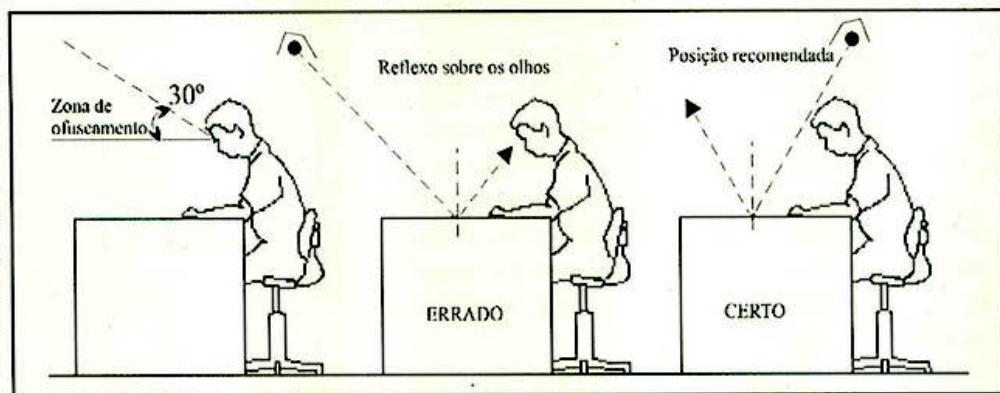
Hoje, o escritório flexível é muito usado pela sua capacidade de encolher e aumentar, de acordo com os trabalhos feitos, com o trabalhador e a realidade econômica. O escritório coletivo deverá continuar a existir, principalmente pela necessidade de as pessoas se integrarem, mas não será amplo e terá menos pessoas. O trabalho coletivo estará presente nas tomadas de decisões, na elaboração de projetos, e é importante, também, pela necessidade permanente de treinamento e reciclagem.

Paralelamente, temos o home-office, um escritório individual num lugar específico. O indivíduo quer transferir para seu posto particular a mesma facilidade que encontra na grande empresa. Os escritórios mais flexíveis permitirão modificar e adaptar o lay-out, sem ter que recorrer a um arquiteto ou a um office-planner.

Estão saindo as estações com variações de tamanho e modelo, para entrar algo mais padronizado. A população de trabalhadores de escritórios é crescente e as empresas não irão mais colocar um ambiente à disposição, sem antes ouvir o empregado.

A privacidade é algo relativo em um ambiente de trabalho. A individualidade depende, por exemplo, do espaço destinado a cada um. Nos Estados Unidos, o espaço é de 13 a 15m<sup>2</sup> por funcionário, enquanto no Brasil é entre 5 e 7 m<sup>2</sup>. Nota-se a disparidade dos números. No Brasil não se garante a privacidade nem a individualidade.

O móvel individual tem que ser bonito, leve, flexível,



As luminárias devem ficar posicionadas 30° acima da linha de visão e atrás do trabalhador, para evitar ofuscamentos e reflexos



resistente, sem fazer parte, obrigatoriamente, de um tipo de atividade que executa e o arquivamento que emprega; a área disponível, determinante no tamanho, a arquitetura, as ligações elétricas e lógicas e o verbo disponível.

#### 4.3.2. Funcionalidade e Praticidade

Na correria dos dias de hoje, o tempo do trabalhador de escritório é curto, necessitando, assim, de formas práticas e funcionais. Exige-se trabalho dos executivos, a qualquer hora e em qualquer lugar, usando e abusando de equipamentos eletrônicos como bips, celulares, lap-tops, fax etc.

Essas novas práticas estão influenciando no design ergonômico, na flexibilidade e versatilidade. Todos os módulos ganham rodas que permitem fácil deslocamento. São quebradas barreiras, como a proteção das salas individuais. Para reuniões rápidas, basta juntar duas mesas, ficando algo fácil e informal.

Estão surgindo estações que permitem ao trabalhador não ter um local fixo, podendo chegar na empresa, pegar seu rack, o qual possui rodas e alças e dirigir-se para qualquer mesa disponível.

A individualidade está presente no novo design, respeitando o físico e a psicologia de cada um. A pessoa deverá, ela mesma, resolver como e onde quer trabalhar, maximizando, assim, a produtividade. Com essas transformações, todos desempenham suas funções melhor.

#### 4.3.3. Alcances sobre a Mesa

A área de alcance sobre a mesa é definida girando-se os antebraços em torno dos cotovelos, com os braços caídos normalmente. Resulta em um arco com raio de 35 a 45cm. A parte central, na frente do corpo, fazendo intersecção com os dois, será a área destinada para se usar as duas mãos.

A área de alcance máximo será obtida girando os braços estendidos em torno do ombro, formando arcos de 55 a 65cm de raio.

A faixa situada entre a área ótima e a de alcance máximo deve ser usada para tarefas menos frequentes e menos precisas. Aquelas de maior frequência e precisão devem ser executadas dentro da área ótima.

#### 4.3.4. Altura da Mesa (Trabalho sentado)

O que influi na altura da mesa é a altura do cotovelo e o tipo de trabalho executado. Quando se está sentado, a altura do cotovelo depende da altura do assento, portanto, dimensiona-se, inicialmente, esta altura

usando a altura poplíteia, ou seja, da parte inferior da coxa. Somando-se a esta a altura do cotovelo acima do assento, obtém-se a altura da mesa.

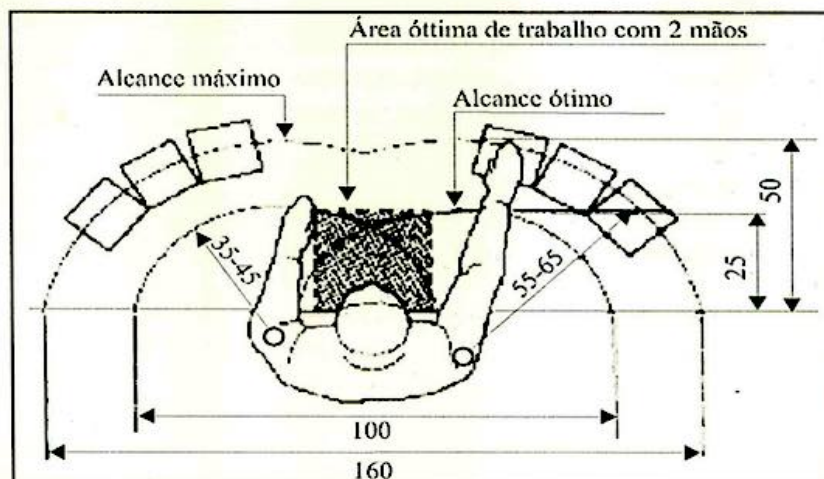
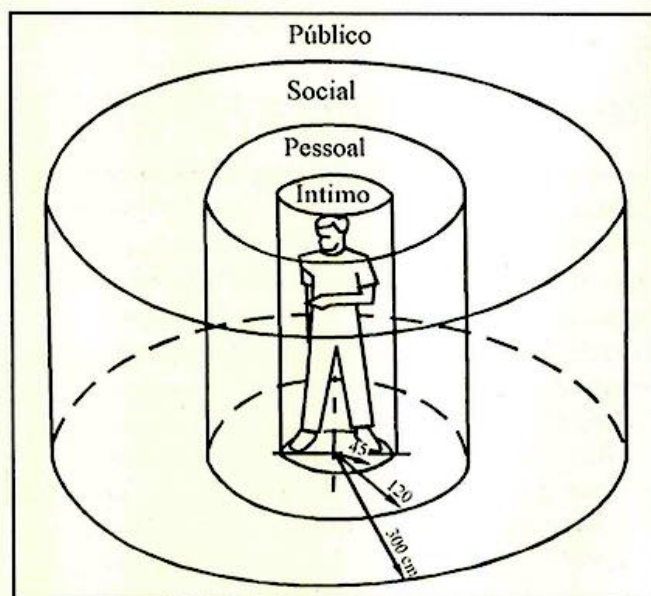
É proposto um arranjo com mesa de 74cm de altura e cadeiras reguláveis entre 47 e 57cm, complementando com um estrado para os pés, de 0 a 20cm de altura.

Uma mesa regulável deveria ter entre 54 e 74cm de altura e a cadeira, se for regulável, entre 37 e 47cm, sem o apoio para os pés. Mas o apoio poderia ser mantido, permitindo ao trabalhador mudar de postura, sentado, contribuindo para aliviar a fadiga.

As mesas de datilografia e computador podem ter uma altura de 3 a 10cm menor, correspondendo a superfície da mesa com a superfície dos teclados.

#### 4.3.5. Espaço de trabalho

Espaço de trabalho é um espaço imaginário, necessário para o organismo realizar os movimentos exigidos por um trabalho.





Certos trabalhos exigem muitos deslocamentos de todo o corpo, mas a maioria das ocupações atuais são feitas em espaços relativamente pequenos, com o trabalhador em pé ou sentado, realizando mais movimentos com os membros do que com o corpo. Os fatores postura, tipo de atividade manual e vestuário devem ser considerados no dimensionamento do espaço de trabalho.

- **Postura:** é o aspecto mais influente no dimensionamento do espaço de trabalho. Existem três posturas básicas para o corpo: deitada, sentada e de pé. Para trabalhos com postura sentada, as medidas do espaço são 130cm de altura, 60cm de largura e 90cm de comprimento.

- **Tipo de atividade manual:** nada influi nos limites do espaço de trabalho.

- **Vestuário:** pode, tanto aumentar o volume ocupado pela pessoa, como limitar seus movimentos. Os vestuários pesados, de inverno, limitam o movimento de alcance em até 5cm. Os calçados femininos de salto alto podem aumentar a estatura em até 7cm.

trabalho, visando adequá-los à norma, pois não existe, no momento, uma Norma Brasileira (NBR) relativa à ergonomia, em que teríamos dimensões dos postos de trabalho.

A NR-17 estabelece parâmetros para que as características psicofisiológicas do trabalhador sejam adaptadas de modo a possibilitar o máximo conforto, desempenho e segurança.

#### Item 17.3

17.3.1.-Sempre que o trabalho puder ser executado na posição sentada, o posto de trabalho deve ser planejado ou adaptado para essa posição.

17.3.2. Para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito de pé, as bancadas, as mesas, as escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

• Altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância

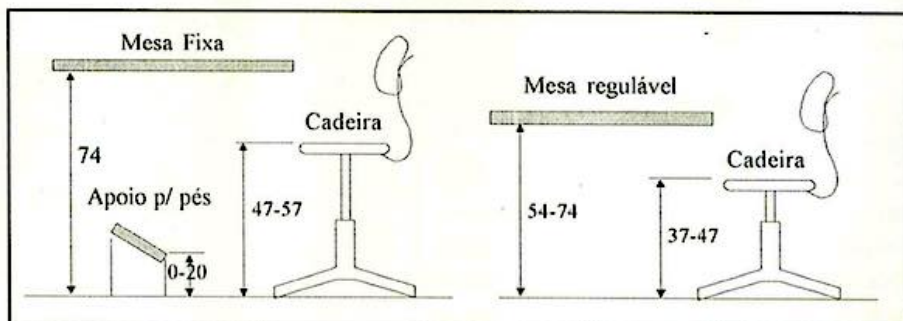
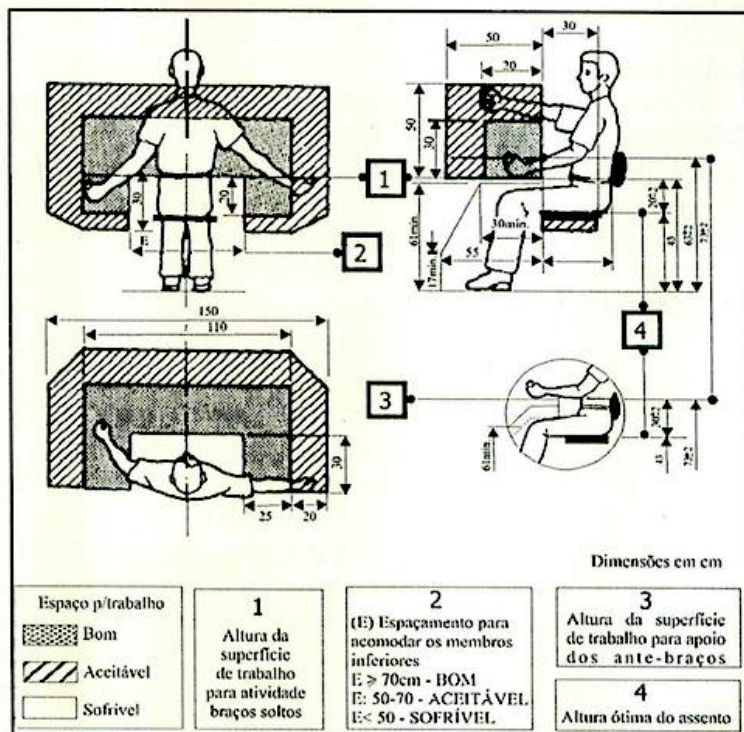
## 5. Norma Regulamentadora NR-17

A Norma NR-17 recomenda conforto ao usuário.

A NR-17 aparece no exato instante em que a higiene industrial, sozinha, não tem mais capacidade para resolver o problema do desgaste dos trabalhadores, ligado às formas de organização do trabalho em nossa sociedade atual. Inovadora, ela questiona alguns aspectos desta organização.

Após sua publicação, foram levantadas diversas questões em relação às condições de trabalho do usuário de escritórios. Uma delas é aquela vinculada ao trabalho repetitivo, o que ocasiona Lesões por Esforços Repetitivos (LER). O fenômeno não é novo, mas tornou-se uma epidemia. O aumento pode ser creditado à grande intensificação do ritmo de trabalho e à consciência dos trabalhadores de que a fadiga, as dores musculares e, enfim, as LER não dependem dele, mas resultam das condições desfavoráveis ao trabalho, que devem ser resolvidas coletivamente.

Existe um Comitê Brasileiro (CB) no âmbito de normas técnicas que deve ser consultado, pois contém pesquisas envolvendo trabalhadores e seus postos de





requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento;

- Área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador;

- Características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.

17.3.2.1. Para trabalho que necessita também a utilização dos pés, além dos requisitos estabelecidos no subitem 17.3.2, os pedais e demais comandos para acionamento pelos pés devem ter posicionamento e dimensões que possibilitem fácil alcance, bem como ângulos adequados entre as diversas partes do corpo do trabalhador, em função das características e peculiaridades do trabalho a ser executado.

17.3.3. Os assentos utilizados nos postos de trabalho devem atender os seguintes requisitos mínimos de conforto:

- Altura ajustável à estatura do trabalhador e à natureza da função exercida;

- Características de pouca ou nenhuma conformação na base do assento;

- Borda frontal arredondada;

- Encosto com forma levemente adaptada ao corpo para proteção da região lombar.

17.3.4. Para as atividades em que os trabalhos devem ser realizados sentados, a partir da análise ergonômica do trabalho, poderá ser exigido suporte para os pés que se

adapte ao comprimento da perna do trabalhador.

17.3.5. Para as atividades em que trabalhos devem ser realizadas de pé, devem ser colocados assentos para descanso em locais que possam ser utilizados por todos os trabalhadores durante as pausas.

Emenda:

As mesas devem ser feitas de materiais leves, permitindo, assim, fácil transporte, sem ocasionar lesões por forçar o peso das mesmas e não devem possuir quinas e bordas que pressionem e machuquem o trabalhador.

As regulagens dos planos de trabalho permitem uma adaptação à tarefa. Por exemplo, se houver necessidade de controle visual da tarefa, um plano mais elevado aproxima dos olhos o detalhe a ser visualizado.

Observação:

Entre a população trabalhadora há indivíduos muito pequenos (anões) e muito grandes (gigantes). É difícil conceber um mobiliário específico a estes extremos. O recomendável é que a regulagem atenda a, pelo menos, 90% da população.

Subitem 17.4.3, relativo aos computadores e periféricos:

17.4.3. Com relação aos equipamentos utilizados no processamento eletrônico de dados com terminais de vídeo deve-se observar o seguinte:

A) Condições de mobilidade suficientes para permitir o ajuste da tela do equipamento à iluminação do ambiente,

Medidas de Antropometria Estática (cm)	Critério		Mulheres		Homens		Medida Adotada *
	MIN	MÁX	5%	95%	5%	95%	
A. Estatura		X	151,0	172,5	162,9	<b>184,1</b>	184,1
B. Altura da cabeça, sentado		X	80,5	91,4	84,9	<b>96,2</b>	96,2
C. Altura dos olhos, sentado	X		<b>68,0</b>	78,5	73,9	84,4	68,0
D. Altura dos ombros, sentado	X		<b>53,8</b>	63,1	56,1	65,5	53,8
E. Altura do Cotovelo, sentado		X	19,1	27,8	19,3	<b>28,0</b>	28,0
F. Largura das pernas		X	11,8	<b>17,3</b>	11,7	15,7	17,3
G. Altura do assento (poplíteia)		X	35,1	43,4	39,9	<b>48,0</b>	48,0
H. Profundidade do tórax		X	23,8	<b>35,7</b>	23,3	31,8	35,7
I. Comprimento do antebraço	X		<b>29,2</b>	36,4	32,7	38,9	29,2
J. Comprimento do braço	X		<b>61,6</b>	76,2	66,2	78,7	61,6



protegendo-a contra reflexos, e proporcionar corretos ângulos de visibilidade ao trabalhador;

B)O teclado deve ser independente e ter mobilidade, permitindo ao trabalhador ajustá-lo de acordo com as tarefas a serem executadas;

C)A tela, o teclado e o suporte para documentos devem ser colocados de maneira que as distâncias olho-tela, olho-teclado e olho-documento sejam aproximadamente iguais;

D)Devem ser posicionados em superfícies de trabalho com altura ajustável.

17.4.3.1. Quando os equipamentos de processamento eletrônico de dados com terminais de vídeo forem utilizados, eventualmente, poderão ser dispensadas as exigências previstas no subitem 17.4.3, observada a natureza das tarefas executadas e levando-se em conta a análise ergonômica do trabalho.

#### Emenda:

- O espaço destinado ao mouse deve permitir o perfeito alcance e mobilidade dos braços e do mesmo. O equipamento precisa ficar do lado direito para os destros e do esquerdo para os canhotos.
- Os fios do computador e periféricos não devem se entrelaçar, o que pode ser corrigido com orifícios no móvel ou módulos destinados a cada um. Deve haver, também, um número necessário de tomadas e a sua perfeita distribuição.

## 6. Conclusão

Mesmo existindo uma norma ergonômica, a NR-17, estabelecendo regras na fabricação de móveis, ainda existem muitos problemas em relação ao homem e seu trabalho. O maior destes é o stress, causado, principalmente, pelos conflitos da vida social. Logo, as empresas devem-se ESTRUTURAR, possuindo pessoal técnico competente, desenvolvendo programas para melhorar as condições ergonômicas, planejando mudanças para melhorar os mobiliários e cadeiras de acordo com as exigências contidas na norma.

As informações encontradas foram suficientes para ajudar no desenvolvimento do projeto da Estação de Trabalho. Constatamos que só é possível anular as falhas humanas conhecendo tudo que envolve o homem durante seu trabalho.

## Referências Bibliográficas

- FERREIRA, Mário S. - Design Industrial - Posturas e Tendências. Texto preparado para palestra na 2ª Semana do Curso de Desenho Industrial - ETFPel, RS, 1996.
- FONTOURA, Ivens de Jesus da - Diseño de los aparatos para mediciones humanas en la posición sentada - Tese para obtener el grado de maestro en Diseño Industrial, Ergonomia. México, DF 1985.
- FONTOURA, Ivens de Jesus da - O Ensino da Ergonomia nas Escolas de Desenho Industrial da América Latina - Curitiba, 1985.
- LIDA, Itiro - ERGONOMIA Projeto e Produção, editora Edgard Blucher Ltda. Rio de Janeiro, 1989.
- NR-17 Norma Regulamentadora sobre condições de trabalho em processamento de dados - Fundacentro, Ministério de Trabalho, 1990.
- REVISTAS Design de Interiores.
- REVISTAS Projeto Design.
- REVISTAS MóBILE.
- SEGUNDO CONGRESSO LATINO AMERICANO e SEXTO SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA - São Paulo, 1992.

POSTO DE TRABALHO COM TERMINAL DE COMPUTADOR			
VARIÁVEL	DIMENSÕES (cm)		
	Min.	Máx.	Média
a. Altura do teclado	64	84	72
b. Ângulo do teclado	14°	25°	17°
c. Altura da tela (ponto médio)	78	106	92
d. Distância da tela a partir da borda da mesa	44	96	65
e. Ângulo da tela em relação à vertical	0°	21°	10°
f. Espaço para as pernas	45	80	65
g. Altura do assento	32	55	44
h. Ângulo do encosto, em relação à horizontal	91°	120°	110°

Dimensões recomendadas para o projeto de um posto de trabalho com terminais de computadores



tanto, eram difíceis de se programar. Mesmo com a introdução do 8031, toda a programação era ainda *tediosa* e precisava ser bem *documentada*, visto que se tratava de uma linguagem de baixo nível, o que acarretava na dificuldade de obtenção de resultados rápidos nos protótipos de controle com o referido microcontrolador. Baseada nestas dificuldades, a Intel lançou um microcontrolador com uma linguagem *embutida de fácil programação*. Desta forma, lançou o microcontrolador 8052-BASIC. A *interatividade* deste microcontrolador com o usuário foi possibilitada através de um interpretador de comandos embutido em sua *EPROM interna* de 8Kbytes e de um canal de comunicação serial, bastando ao usuário possuir um *emulador de terminal* para o BASIC-52. A programação passou a ser com os comandos clássicos do BASIC, tais como o INPUT, IF, GOTO, PRINT, GOSUB etc. Alguns comandos *clones* foram criados para explorar os recursos de hardware do microcontrolador [AXE].

Com o BASIC-52, qualquer computador que possua uma porta serial pode ser usado como sistema hospedeiro (*host system*) para se escrever, atualizar, executar, depurar e armazenar programas durante o desenvolvimento de um projeto. Quando o desenvolvimento estiver completo, o computador hospedeiro pode ser desconectado e o BASIC-52 irá rodar o programa automaticamente no *bootup*. Também é possível usar o BASIC-52 como um sistema de desenvolvimento para carregar e depurar programas montados (*assembled*) ou compilados. Como um membro da família 8051 de microcontroladores, o BASIC-52 utiliza uma arquitetura popular e padrão [AXE].

Hoje em dia, a linguagem BASIC interpretada está bem esquecida e o maior foco de divulgação está na linguagem de programação C para microcontroladores. Procurando divulgar mais a linguagem BASIC para microcontroladores, que hoje é *Freeware*, acarretando um custo quase zero para se ter uma linguagem de programação de alto nível para o 8052, foi construído um *Laboratório de Experimentação Remota* [MAR] (utilizando-se como recurso a Internet), de forma que os usuários, antes de migrarem para uma linguagem de *alto nível* para microcontroladores, conheçam e façam experimentos com a linguagem BASIC-52. Procurando-se divulgar melhor este trabalho, estabeleceu-se uma parceria entre JAN AXELSON (autora de um livro do BASIC-52 [AXE]) e a UFSC. Com esta parceria, pretende-se que os usuários que se conectam ao site de JAN AXELSON utilizem o BASIC-52 remoto para avaliação.

## 2. Hardware

### 2.1. Sistema Local

Para o funcionamento do BASIC-52 é necessário adicionar, além do microcontrolador, alguns componentes básicos, tais como *latches de endereços*, *decodificadores* e uma *memória de dados externa* de 8Kb, a qual o interpretador utiliza para armazenar as *variáveis do sistema* e o *programa do usuário*. Outro componente absolutamente necessário para interagir com o interpretador é o circuito de comunicação serial, o qual deverá ser conectado ao PC. Os demais circuitos não serão discutidos, por serem

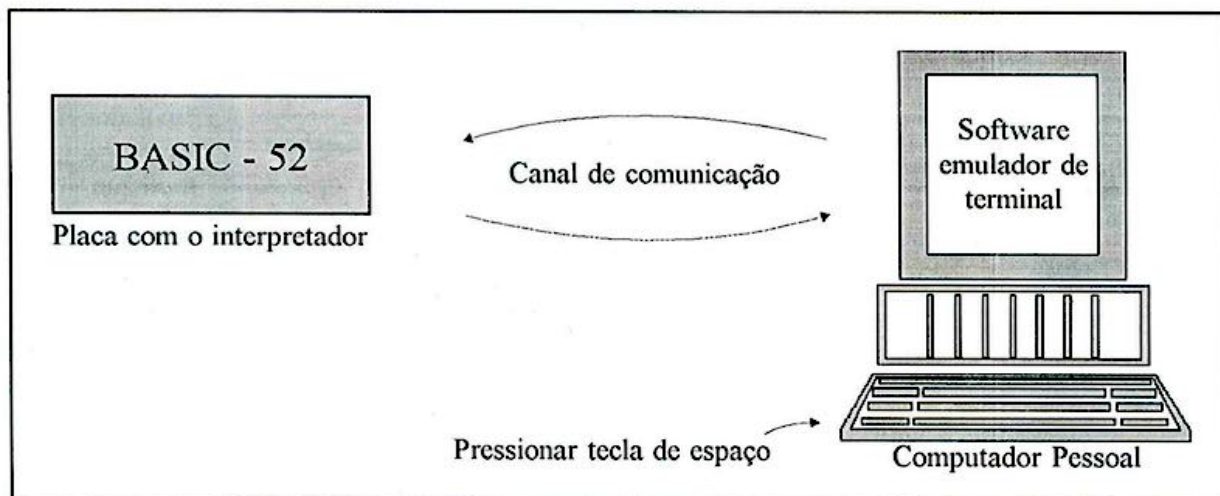


Figura 1 - Startup do BASIC-52



habituais na construção de um sistema microcontrolável. A montagem da placa foi baseada no livro *The microcontroller Idea Book*, que possui o esquema do circuito e descrição detalhada do mesmo [AXE].

Tendo-se a placa montada e conectada ao PC via canal de comunicação serial, o interpretador BASIC-52 aguarda que o usuário tecele *espaço* para o *startup* (Figura 1). Para esta operação, o usuário poderá utilizar o acessório *terminal do Windows* ou ainda um emulador de terminal de um outro sistema operacional, desde que devidamente configurado para o canal de comunicação onde está conectado o BASIC-52.

Uma vez pressionada a tecla de espaço, aparecerá, no emulador de terminal, uma mensagem indicando que o BASIC-52 está pronto para receber comandos por parte do usuário (Figura 2). Toda linha que for então digitada no emulador de terminal será transmitida ao BASIC-52, analisada e, automaticamente, haverá um retorno do efeito da mesma.

```
BASIC-52 Versão 1.1
```

```
>_
```

Figura 2 - Mensagem do Startup do BASIC-52

```
BASIC-52 Versão1.1
```

```
>PRINT "MONITORANDO"
```

Figura 3 - Interação do usuário com o BASIC 52 por meio do Terminal

Digitando-se o programa da Figura 3, cada caracter ASCII (P, R, I, N...), após pressionada a tecla *ENTER*, será transmitido pelo canal serial e o BASIC-52 os armazenará na sua *memória externa*. Após, a

linha toda transmitida é interpretada para constatar se há algum *erro de sintaxe*; caso contrário, a mesma é definitivamente executada. Como pode-se observar, toda a interatividade entre o terminal e o BASIC-52 é local, utilizando-se um cabo de comunicação serial.

## 2.2. Sistema Remoto

Neste trabalho, é proposta a utilização da *Internet* para que seja possível a comunicação entre um usuário remoto e o BASIC-52, de modo a possibilitar experimentos a um grande número de pessoas sem custo algum. Além disso, a experimentação remota também tem diversas outras vantagens, como por exemplo permitir o uso do sistema a qualquer hora, visto que o usuário pode estar inclusive em sua casa [MAR]. A idéia é mostrada na Figura 4, e a comunicação é feita através da biblioteca *Winsock.dll*, do *Windows*.

## 3. Software (Estabelecendo Conexão Remota pela Internet)

A Internet utiliza, entre seus protocolos de comunicação, o protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*) em nível de transporte (protocolo fim-a-fim) e o protocolo IP (*Internet Protocol*) em nível de rede (responsável pelo roteamento) [COM]. Por serem a base da comunicação na Internet, todo o conjunto é normalmente referenciado como pilha TCP/IP.

O protocolo IP é responsável pelo endereçamento, sendo cada computador identificado por um endereço de 32 bits (endereço IP). Este endereço é único em toda a Internet. Acima da camada

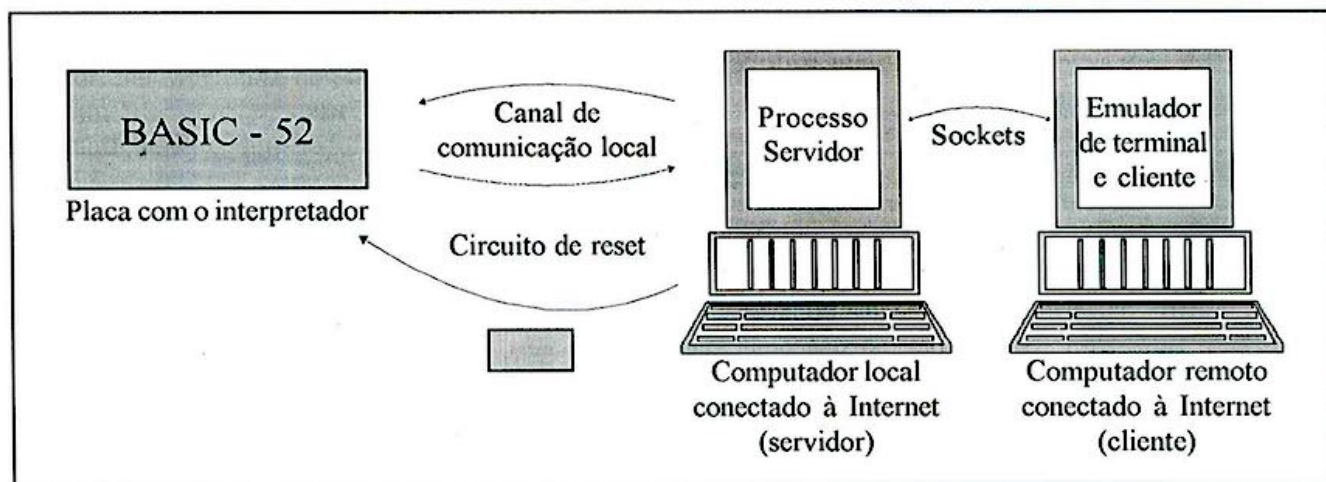


Figura 4 - Utilizando a Internet para que o emulador de terminal se comunique com o BASIC-52 remoto



de rede (IP), tem-se o protocolo de transporte, o qual utiliza o conceito de Porta (*port*). Uma porta é um número de 16 bits que representa um ponto final de comunicação em um sistema. Portanto, a associação endereço IP e porta identifica univocamente uma conexão entre dois processos na rede TCP/IP, no caso deste trabalho, a Internet.

Para se desenvolver aplicações distribuídas é, então, necessário uma interface de programação de aplicativos (API - *Application Programming Interface*), que faz uso do conceito de porta e endereçamento IP.

Uma forma de se utilizar uma conexão TCP/IP é através de soquetes [COM]. Um soquete (*socket*) é uma camada abstrata, acima da camada de transporte, que é identificado por um endereço IP e uma porta, podendo ser utilizado pelos programas aplicativos. *Windows Sockets (WinSock) Application Programming Interface* [DUM] é uma biblioteca de funções que o programador pode utilizar para desenvolver qualquer tipo de aplicativo para rodar em redes TCP/IP. Sua raiz está no Berkeley *sockets* [DUM]. No entanto, WinSock adiciona extensões específicas para MS-Windows, a fim de suportar a natureza baseada em mensagens do ambiente Windows.

Antes da interface WinSock, os programadores de aplicativos tinham que fazer o *link* de suas aplicações com bibliotecas específicas a cada implementação de fabricante TCP/IP. Isso limitava o número de pilhas em que a maioria das aplicações rodava. O WinSock permite a fabricantes de pilhas TCP/IP oferecer uma interface consistente a suas pilhas de modo a permitir, a quem desenvolve aplicações, escrevê-las para a especificação WinSock e assim ter essa aplicação rodando em qualquer pilha de protocolos TCP/IP compatível com WinSock. Para utilizar o WinSock, basta escrever o código fonte para o mesmo e fazer o *link* com a biblioteca WINSOCK.LIB (ou WSOCK32.LIB, no caso de Win32). A aplicação poderá, então, ser instalada em um computador que tenha uma pilha TCP/IP WinSock de qualquer fabricante e ser ligada dinamicamente a WINSOCK.DLL (ou WSOCK32.DLL) fornecida pelo fabricante.

Conforme já foi citado, um soquete é um ponto final de comunicação, composto de um endereço IP e uma porta. No entanto, algumas portas são reservadas para serviços bem conhecidos (FTP, Telnet, Finger etc.), devendo o programador desenvolver sua aplicação para uma porta livre.

Os soquetes podem ser programados para fornecer um serviço confiável de fluxo orientado a conexão (através do protocolo TCP) ou serviços de datagrama sem conexão (através do protocolo UDP) [COM]. Neste caso, interessam os serviços baseados em TCP, visto que são utilizados na implementação do laboratório remoto. Para este tipo de soquete, uma conexão precisa ser estabelecida antes que dois processos possam enviar ou receber dados. A arquitetura cliente-servidor típica utiliza-se desse processo orientado a conexões. O processo é descrito a seguir: o processo servidor cria um soquete, dá ao soquete um nome e espera que clientes se conectem ao mesmo.

O cliente cria um soquete e se conecta ao soquete nomeado e já conhecido do servidor.

Quando o servidor detecta uma conexão em seu soquete, este cria um novo soquete e o utiliza para a comunicação com o cliente, liberando assim o soquete nomeado para esperar por conexões de outros clientes [DUM].

Utilizando-se este conceito de soquetes, foi desenvolvido um *emulador de terminal* (BasCli) que, em vez de enviar dados pelo canal de *comunicação serial*, direciona-os pela *Internet*, através dos *sockets* (Figura 4). Estes dados chegam a um *servidor* (BasServer), e deste último ao BASIC-52 através do canal de comunicação serial local. Toda resposta do BASIC-52 ao servidor retorna ao *cliente* e é mostrada no *emulador de terminal desenvolvido*. Os programas, tanto para o servidor como para o cliente, foram desenvolvidos com o Delphi 1.0, visto que é uma *linguagem visual* amigável e de fácil programação [BOR], além de possibilitar a fácil inserção de *componentes* no seu *Form* de programação. Um dos *componentes* utilizados foi o de acesso ao WINSOCK do Windows (*dWinSock*). Através dele, pode-se:

- *Estabelecer conexão com servidor;*
- *Enviar pacotes;*
- *Receber pacotes;*
- *Fechar conexão.*

Outro *componente* utilizado, o qual permitiu ao BasServer conversar com o BASIC-52, foi o de comunicação serial. Através dele, pode-se:

- *Selecionar e programar a velocidade do canal de comunicação serial;*
- *Enviar um dado pela serial;*
- *Receber um dado pela serial;*
- *Fechar canal de comunicação.*

Foi também desenvolvida uma rotina que permite acionar um circuito de *RESET* do BASIC-52. (Figura 4).



## 4. Implementação

Inicialmente, foram feitos testes com um emulador de terminal para verificar a comunicação com o BASIC-52, de acordo com o apresentado na figura 1. Seguindo-se os procedimentos usuais, entrou em funcionamento o DEBUG-52, indicando que a comunicação estava estabelecida. Pôde-se, então, partir para o desenvolvimento de um emulador de terminal próprio para a comunicação remota. Para isto, iniciou-se com a criação de um servidor e cliente baseados na comunicação TCP/IP; foram realizados testes onde cliente e servidor estabeleciam conexão, enviavam e recebiam pacotes e fechavam conexão.

A partir destes testes, passou-se a desenvolver um sistema mais completo que integrasse os programas citados, ou seja, um emulador de terminal que estabeleça conexão com um servidor na Internet e que possa enviar e receber pacotes (*sockets*) e encerrar a conexão. O servidor também precisou ser mais completo, ou seja, ao receber os pacotes, deve traduzi-los (eliminação do *overhead* necessário à comunicação via rede) e enviá-los ao BASIC-52 local. Qualquer resposta por parte do BASIC-52 deve ser retornada ao cliente para visualização por parte do usuário.

Com o sistema desenvolvido, passou-se a disponibilizar para o usuário um emulador de terminal/cliente cuja tela assemelha-se a uma tela de talk convencional, onde na parte inferior o usuário escreve seus comandos/programa e na parte superior recebe o retorno dos resultados, permitindo que ocorra a comunicação indicada na Figura 4.

## 5. Eventos

Abaixo, estão relacionados os *eventos* [BOR] que ocorrem durante uma conexão do usuário com o BASIC-52 remoto.

### (1) Cliente (BasCli)

- O emulador de terminal tenta a conexão com um servidor via *Winsock*;
- Ocorrendo a conexão, pressiona-se a tecla de *espaço*.

### (2) Servidor (BasServer)

- O servidor percebe a conexão;
- Resseta o BASIC-52;
- Aguarda um *socket*;
- Transmite este *socket* ao BASIC-52.

### (3) BASIC-52

- É *ressetado* pelo servidor;
- Aguarda um *espaço*;
- Recebido o *espaço*, inicializa o interpretador BASIC-52;
- Transmite a cadeia de caracteres (Figura 2) ao servidor.

### (4) Servidor (BasServer)

- Recebe a cadeia de caracteres (Figura 2);
- Envia esta cadeia de caracteres ao cliente.

### (5) Cliente (BasCli)

- Recebe a cadeia de caracteres do servidor;
- Imprime esta cadeia no emulador de terminal.

A partir deste ponto, o usuário passa a utilizar o sistema, ou seja, pode começar a escrever seu programa. Caso o usuário digite, por exemplo, a linha mostrada na Figura 3, a seqüência de ocorrências será a seguinte: ao pressionar ENTER (usuário), a linha é enviada pelo terminal/cliente pela Internet até o *servidor*; deste último, é repassado ao BASIC-52 pelo canal serial. O BASIC-52 armazena as informações na RAM externa, interpreta-as e as devolve pelo mesmo canal serial ao BasServer; em seguida, o BASIC-52 envia o resultado do comando, pois neste caso é um *print* que deve ser imediatamente executado. O BasServer transmite estas informações ao terminal do cliente, o qual apresentará, então, o mostrado na Figura 5. Portanto, o servidor é um simples *intermediário* entre o BASIC-52 e o cliente, permitindo que o sistema opere como se fosse local.

```
BASIC-52 Versão 1.1
>PRINT "MONITORANDO"
MONITORANDO
```

Figura 5 - Tela de retorno do Cliente

## 6. Dificuldades

Os testes com o BASIC-52 foram realizados com sucesso em uma rede interna TCP/IP. Tentou-se a conexão de vários pontos remotos com tempo de resposta excelente. Porém, para conexões realizadas de fora da rede interna (linha discada, por exemplo), a performance foi reduzida drasticamente. Mesmo assim, foi possível se avaliar a experimentação remota com o BASIC-52, com testes sendo feitos inclusive dos Estados Unidos.

Outra dificuldade que se teve relaciona-se com a diferença entre os tempos de transferência



da informação. O tempo que uma informação leva para chegar do BASIC-52 ao servidor é muito menor do que o tempo de transferência do servidor ao cliente, o que poderia acumular as informações sobre o servidor até que aos poucos fossem liberadas ao cliente. Para ilustrar, considere o caso em que o usuário digite um programa que fique imprimindo uma cadeia de caracteres, conforme mostra a Figura 6.

Rapidamente, a cadeia de "\*" chega ao servidor. O servidor pode não conseguir devolver ao cliente com a mesma velocidade, se o tráfego de pacotes na rede estiver alto. Para solucionar este problema, enquanto não se tiver à disposição as redes de alta velocidade, as possíveis soluções seriam:

- O servidor só transmitir ao cliente a cada *n* caracteres transmitidos pelo BASIC-52;
- Diminuir a taxa de transmissão do BASIC-52 para 110 bps, o que aumenta o intervalo de tempo com que chegam dados ao servidor, ocorrendo um sobrecarregamento menor.

Neste trabalho, foram utilizadas as duas possibilidades acima citadas.

## 7. Conclusões

Este Laboratório Remoto permite experiências com o BASIC-52, linguagem *freeware*, através da Internet. Como o mesmo tem atingido seu objetivo

com sucesso, JAN AXELSON, autora do livro *The 8052 Microcontroller Idea Book*, pretende colocar um *Link* para o Laboratório de Experimentação Remota do BASIC-52, permitindo, ao usuário que acessar a sua página na Internet, a realização de experimentos que lhe permitirão conhecer melhor, na prática, o BASIC-52, antes de comprar o livro. O usuário poderá acessar o **Bas52Rem**, laboratório desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, cujo endereço é [www.inf.ufsc.br/~jbosco/bas52.htm](http://www.inf.ufsc.br/~jbosco/bas52.htm). Nesta página, poderá fazer um download do programa terminal/cliente, cuja tela é mostrada na Figura 7.

A mesma técnica descrita neste trabalho pode ser aplicada ao interpretador FORTH para o 8052, visto que o mesmo funciona utilizando o canal de comunicação serial para efetuar a comunicação com um emulador de terminal. Desta forma, a equipe que desenvolveu o Bas52Rem ( e já havia desenvolvido o LExRem 8051 [MAR] ) pretende, em breve, colocar outro laboratório didático para o aprendizado de *embedded systems* à disposição dos usuários da Internet.

```
BASIC-52 Versão 1.1
> 10 PRINT "*"
>20 GOTO 10
```

Figura 6 - Executando um programa remotamente

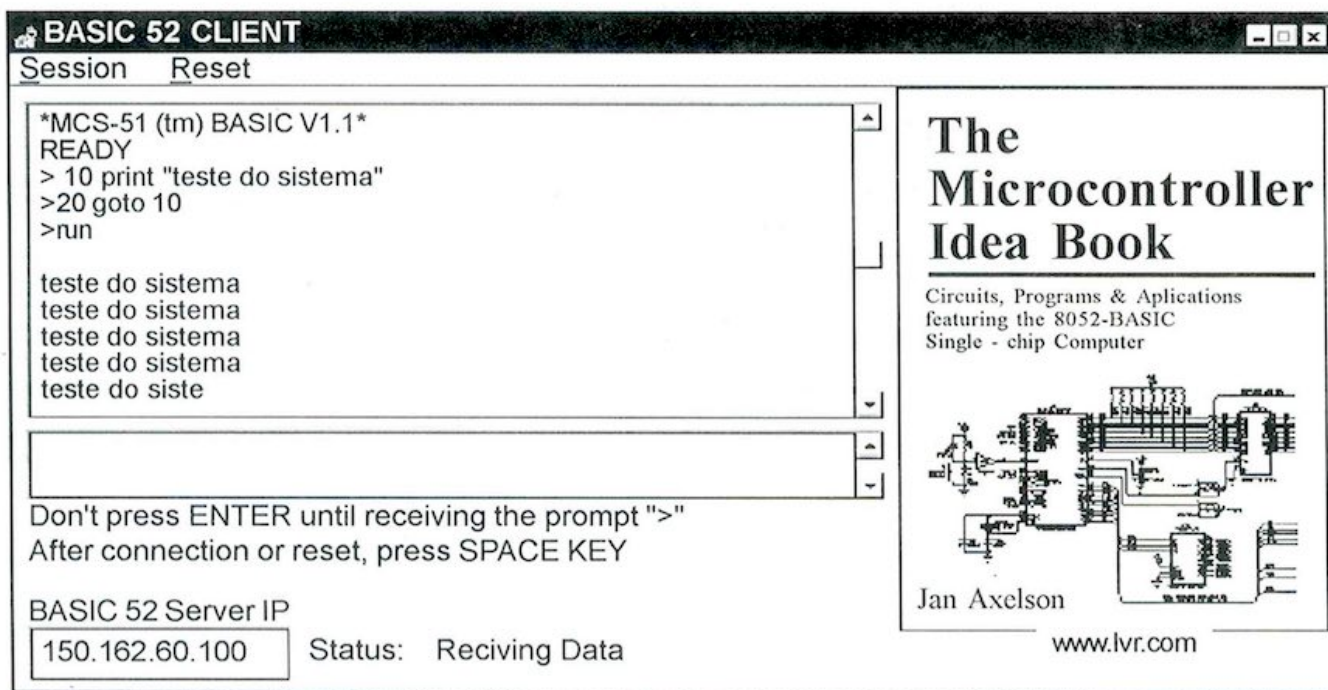


Figura 7 - Tela de execução do programa de acesso ao BASIC-52 Remoto



## Referências Bibliográficas

- [AXE] AXELSON, JAN. *The 8052 Microcontroller Idea*. Lakeview Research, USA, 1997
- [BOR] Borland Inc. *Borland Delphi For Windows - User's Guide*. Borland Inc., Scotts Valley: USA, 1995.
- [COM] COMMER, D. E. "Internetworking with TCP/IP. V. I, II e III", Prentice Hall, USA, 1993.
- [DUM] DUMAS, A. *Programming WinSock*. Sams Publishing, Indianapolis: USA, 1995.
- [MAR] MARQUES, L.C., WISINTAINER, M.A., MATIAS JR., R., MAIA, L.F.J., ALVES, J.B.M. *Laboratório de Experimentação Remota*. Anais do XXIV Seminário Integrado de Software e Hardware, p 363-374, Brasília: Brasil, 1997.
- [SIL] SILVA JR, V. P. *Aplicações Práticas do Microcontrolador 8051*, Érica, Rio de Janeiro: Brasil, 1994.



# Estudo da Adesão de Polipropileno Isotático a Aço e Alumínio

**João Antônio Pinto de Oliveira**

Professor do Curso de Plásticos - ETFPEL/UNED Sapucaia do Sul

Mestre em Química - UFRGS

Doutorando em Química - UFRGS

**Ricardo Baumhardt Neto**

Professor do Dept.º de Química Orgânica - Instituto de Química - UFRGS

Mestre em Físico-Química - USP

Doutor em Ciências - UNICAMP

e-mail: RBAUM@IF.UFRGS.BR

## Resumo

Os adesivos "hot melt" têm sido continuamente desenvolvidos para alcançar melhores performances e novos campos de aplicação. Dessa forma, vários polímeros e formulações foram testados e reações com polímeros foram experimentadas, a fim de obter a aplicação correta para cada sistema. Neste trabalho estamos interessados no uso de filmes de polipropileno como adesivos "hot melt" para alumínio e aço inoxidável. Com o objetivo de entender os processos físicos envolvidos em tais procedimentos de adesão, escolhemos temperatura, pressão e tempo como fatores a ser estudados quando um "sanduíche" metal/polímero/metal é pressionado. Os resultados apontam para efeitos extremamente positivos de pressão, tanto para placas de alumínio quanto de aço, e efeitos negativos relativos à interação entre temperatura e pressão.



João Antônio Pinto de Oliveira

## 1. Introdução

A tendência tecnológica dominante na área de adesivos é, por razões ambientais, a adoção de adesivos aquosos e de adesivos térmicos, tanto no sentido daqueles que solidificam por reação química quanto aqueles que envolvem apenas fusão/solidificação.

Obviamente, cada um deles tem potencialidades diferentes e vocações específicas para aplicações em diversos segmentos tecnológicos.

De maneira simplificada, um adesivo "hot melt" pode ser definido como um polímero termoplástico, que é aquecido até



a fusão e, após aplicação, resfriado para obtenção de um sólido<sup>(1)</sup>. As vantagens da utilização destes adesivos em linhas de montagem, por exemplo, são: velocidade de endurecimento, enchimento de fendas, versatilidade, limpeza e não emissão de voláteis para o ambiente<sup>(2,3)</sup>. São bastante utilizados na confecção de livros, rótulos, embalagens etc. Além disso, sua utilização deverá crescer na indústria, por exemplo, automobilística, de equipamentos de ventilação e termostatização ambiental<sup>(3,4)</sup>.

Alguns polímeros utilizados em adesivos "hot melt" são polietileno, polipropileno (atático ou cristalino), EVA, poliamidas, poliésteres, poliuretanos e elastômeros termoplásticos (copolímeros em bloco) etc.<sup>(5)</sup>. Estes polímeros são um componente muito importante em adesivos "hot melt". Uma poliolefina estruturalmente forte como polietileno, ou polipropileno, proporciona uma elevada resistência coesiva quando o polímero solidifica<sup>(6)</sup>. Entretanto, a utilização destes materiais tem sido limitada, devido a algumas deficiências. No caso de adesivos "hot melt" à base de poliolefinas, a adesão a superfícies metálicas não porosas, como alumínio, aço etc., é fraca<sup>(6)</sup>.

A força de uma ligação entre adesivo e substrato dependerá de dois fatores: contato e forças superficiais. O contato depende da tensão superficial e da reologia. Se a tensão superficial do adesivo é maior do que a do substrato, o adesivo não umectará a superfície. Por outro lado, a viscosidade do adesivo deverá ser suficientemente baixa para que ele flua bem. Uma cobertura uniforme do substrato é essencial para uma perfeita adesão<sup>(7)</sup>. As forças interfaciais vão desde fortes ligações químicas (covalentes ou iônicas) até as comparativamente mais fracas forças de Van der Waals<sup>(1)</sup>.

O objetivo deste trabalho é o estudo da adesão de polipropileno isotático sobre aço e alumínio. Mais especificamente, procurou-se verificar como variáveis de aplicação do adesivo (temperatura, tempo e pressão) influenciam o nível de adesão obtido. Para isso, utilizou-se planejamento estatístico de experimentos. O estudo foi realizado com polipropileno puro para evitar a influência de outros componentes sobre a adesão.

## 2. Experimental

### 2.1) Materiais

Foi utilizado um filme de polipropileno isotático H503(PPH - Companhia Industrial de Polipropileno - Triunfo - RS) com espessura entre 0,05 e 0,10 mm, aço inox 304 e alumínio (Alcoa), ambos com 1 mm de espessura.

### 2.2) Preparação dos corpos de prova

Foram cortadas placas de metal com 10 cm de comprimento e 1 cm de largura. Após cortadas, as placas foram lavadas com água e detergente e secas ao ar. Em seguida as placas de aço foram lixadas (lixa para metais resinada K 246) e, posteriormente, desengraxadas com  $\text{CCl}_4$ . As placas de alumínio foram apenas desengraxadas com  $\text{CCl}_4$ .

Os filmes de polipropileno foram cortados nas dimensões de 5 cm x 1 cm. Estes filmes foram posteriormente desengraxados (1 hora mergulhados em etanol mais 1 hora em estufa a 80°C).

Duas placas do mesmo metal foram sobrepostas por 5 cm, tendo 1 filme de polipropileno unindo as placas nesta região (V. figura 1). Para a preparação deste conjunto, realizada em uma prensa hidráulica com aquecimento e controle de temperatura, foi empregado um planejamento fatorial para três variáveis em dois níveis: temperatura da prensa (185 e 205°C), tempo de prensagem (2 e 4 min) e pressão (4 e 8 kN) (V.tabela 1). Antes da aplicação da pressão as amostras foram termo-estabilizadas durante 2 minutos.

### 2.3) Testes de adesão

Os testes de adesão foram realizados em uma máquina universal de ensaios Wolpert TZZ, onde foram medidas as forças de ruptura da junta adesiva. A força foi exercida na direção paralela ao comprimento dos corpos de prova (V. figura 1).

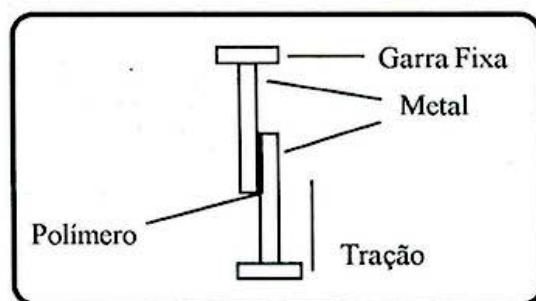


Figura 1: Arranjo experimental para a realização do ensaio mecânico de adesão, mostrando as duas placas metálicas (alumínio ou aço) e o filme polimérico entre as mesmas.

## 3. Resultados e Discussão

Cada teste foi repetido pelo menos cinco vezes e os resultados são apresentados na Tabela 1, consistindo nas médias ( $M$ ) e desvios padrão ( $s_n$ ) de cada teste. Os resultados que ficaram fora da faixa ( $M \pm s_n$ ) foram descartados. Os valores recalculados são apresentados como valores finais na Tabela 1. Com



**Tabela 1:** Estrutura do fatorial utilizado para o planejamento dos experimentos (colunas 1-4) e resultados experimentais de adesão para aço e alumínio. Valores iniciais referem-se aos dados médios de no mínimo 5 amostras e valores finais referem-se àqueles obtidos após eliminação dos valores discrepantes (fora do desvio padrão) iniciais.

Teste	T (°C)	t (min)	P (KN)	Aço				Alumínio			
				Val. iniciais		Valores finais		Val. iniciais		Valores finais	
				Adesão (N)	s (N)	Adesão (N)	s (N)	Adesão (N)	s (N)	Adesão (N)	s (N)
1	185	2	4	40,0	10,1	39,1	0,6	32,0	7,4	30,5	4,4
2	205	2	4	40,0	16,4	47,2	8,2	36,0	8,2	37,2	1,9
3	185	4	4	40,1	17,8	35,1	3,8	36,5	4,8	35,2	0,1
4	205	4	4	41,9	13,4	39,0	6,3	30,4	13,3	36,8	4,2
5	185	2	8	50,7	21,7	51,0	12,7	39,1	14,4	41,6	5,5
6	205	2	8	44,1	11,7	39,0	4,7	40,1	15,8	40,4	8,2
7	185	4	8	54,7	12,7	56,2	3,0	47,9	9,8	46,4	5,5
8	205	4	8	42,5	7,4	42,3	3,9	41,2	2,9	40,7	1,6

**Tabela 2:** Resultado do cálculo dos efeitos

EFEITOS	1	2	3	12	13	23
Aço	-3,5	-0,9	7,0	-1,5	-9,5	5,2
Alumínio	0,4	2,4	7,4	-2,4	-3,8	0,2

as médias finais, apresentadas na Tabela 1, foram calculados os efeitos para cada variável e para as interações de segunda e terceira ordem. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, para o substrato aço, verificamos que existe um efeito positivo significativo na variável 3 e um efeito negativo menor, mas ainda significativo, na variável 1. Além disso, existe um efeito positivo significativo de interação entre as variáveis 2 e 3 e um efeito negativo significativo de interação entre as variáveis 1 e 3. Isto é verificado pela observação do comportamento do gráfico dos resíduos contra as respostas previstas e do gráfico normal dos resíduos, que são obtidos quando consideramos os efeitos da variável 2 e das interações 12 e 123 como resultantes de erro experimental.

Para o alumínio, aparentemente apenas a variável 3 é significativa. Esta conclusão é baseada na observação dos gráficos do resíduo que são obtidos ao considerar todos os demais efeitos como decorrentes de erro experimental. Comparando os resultados obtidos, com os dois substratos, observamos para ambos um efeito positivo significativo da variável 3, ou seja, maior pressão poderá resultar em uma maior força de adesão. Os efeitos 1 e 2 parecem não ser muito importantes para estes substratos. Para o aço foi

observado um efeito negativo significativo de interação entre temperatura e pressão. Para o alumínio, apesar deste efeito ter sido desconsiderado na análise dos gráficos de resíduo, ele foi o maior efeito depois do apresentado pela variável pressão. Próximos testes serão realizados com pressões maiores, devido ao seu efeito positivo, e temperaturas menores devido ao efeito de interação negativo entre as variáveis temperatura e pressão.

## Referências Bibliográficas

- 1) ENCYCLOPEDIA OF POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING. John Wiley & Sons, New York, V.1, p.476-549 (1985).
- 2) GIALANELLA, G. Application Equipment for Thermoset and Hot Melt Materials. Applied Polymer Symposium, nº.19, p.181-193 (1972).
- 3) STAUFFER, D. and PULETTI, P. Hot Melt Adhesives Useful in Temporary Bonding Operations. US Patent 5,256,717 (1993).
- 4) Di RADO, L. and BRADY, F. X. Bonding Method Employing Hot Melt Adhesives for Insulation Assembly. US Patent 5,106,447 (1992).
- 5) Stabilization of Adhesives and their Components. Ciba-Geigy - Additives Division
- 6) McELRATH, K.O., ROBERTSON, M.L. and CHOW, W.Y. Ternary Adhesive Compositions. US Patent 4,839,422 (1989).
- 7) ROHN, C. Using Dynamic Mechanical Spectroscopy to Improve the Performance of Hot Melt Adhesives. Tappi Journal, March, p. 191-195 (1989).

**Agradecimentos:** Os autores são gratos à FAPERGS e PPH pelo apoio ao trabalho.



# Robustez do Controlador em Cascata Aplicado a um Atuador Hidráulico com Incertezas Paramétricas

**Mauro André Barbosa Cunha**

Professor da Coordenadoria de Eletrônica - ETFPEL

Mestre em Engenharia Elétrica - UFSC

Doutorando em Engenharia Elétrica - UFSC

e-mail: mauro@lcmi.ufsc.br

**Raul Guenther**

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica - UFSC

Mestre em Engenharia Mecânica - UFSC

**Edson R. De Pieri**

Professor do Departamento de Automação e Sistemas - UFSC

Doutor em Engenharia Elétrica - Université Paris VI

## Resumo

Neste trabalho é tratado o problema de controle robusto de um atuador hidráulico. Modelando o atuador em uma forma conveniente, mostra-se que o sistema pode ser interpretado como um subsistema mecânico acionado por um subsistema hidráulico. Essa estrutura é caracterizada como uma estratégia de controle em cascata. Apresenta-se o controlador em cascata baseado no modelo linear do atuador. A robustez deste controlador é analisada quando existem incertezas paramétricas. Resultados de simulações ilustram as principais características do controlador.

## 1 - Introdução

O uso de atuadores hidráulicos tem aumentado nos últimos anos. Os atuadores hidráulicos são muito utilizados em aplicações onde precisam ser manipuladas grandes cargas, devido às suas excelentes características para fornecer grandes torques e forças em baixos níveis de potência. Esse fato se deve a uma alta relação torque/massa disponível, quando comparado a um atuador elétrico equivalente. Uma outra vantagem do atuador

hidráulico é que ele é rígido, quando visto do lado da carga. Por se o meio hidráulico mecanicamente mais rígido do que o meio eletromagnético.

Contudo, a compressibilidade do fluido hidráulico pode causar efeitos indesejáveis na resposta dinâmica dos atuadores hidráulicos, tais como instabilidade e banda de passagem limitada. Estes efeitos limitam o uso dos atuadores hidráulicos, especialmente em aplicações em robôs, onde se



Mauro André Barbosa Cunha



deseja um alto desempenho e pequenos erros de posição.

Em Guenther e De Pieri [1] foi apresentado um algoritmo de controle para um sistema de posicionamento hidráulico, desenvolvido para vencer estas limitações, denominado controlador em cascata. Este controlador proporciona uma melhora no desempenho do sistema em malha fechada, em comparação com os controladores clássicos, tais como do tipo PID (Proporcional - Integral - Derivativo). No presente trabalho, a robustez deste controlador é analisada na presença de incertezas paramétricas no atuador hidráulico.

Este trabalho está organizado como segue. Primeiro, apresentam-se os modelos não-linear e linear de 3ª ordem do atuador hidráulico. Então discutem-se as principais características do problema de controle. A estratégia de controle em cascata aplicada ao atuador hidráulico é apresentada na seqüência. A seguir, analisa-se a robustez do controlador em cascata, quando existem incertezas paramétricas. Para ilustrar as características do controlador proposto, quando os parâmetros do sistema não são conhecidos, são mostrados resultados de simulações.

## 2 - O Modelo Dinâmico

Considere o atuador hidráulico mostrado na Fig. 1. Este atuador consiste de um cilindro controlado por uma servoválvula tipo carretel de 4 vias e centro crítico [4]. O fluido, a uma pressão  $P_s$ , é usado como um meio de transmissão de energia.

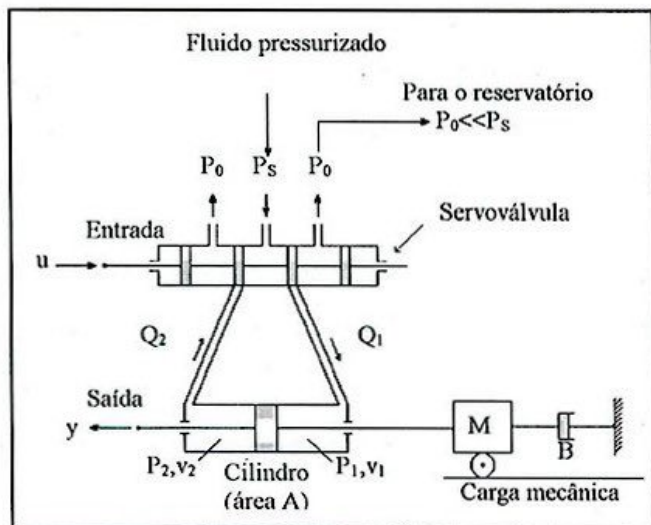


Figura 1 - Atuador Hidráulico

Na Fig. 1,  $P_0$  é a pressão no reservatório,  $P_1$  é a pressão na câmara 1 do cilindro,  $P_2$  é a pressão na câmara 2 do cilindro,  $v_1$  é o volume na câmara 1,  $v_2$  é o volume na câmara 2,  $Q_1$  é a vazão da bomba para a câmara 1 através da servoválvula,  $Q_2$  é a vazão da câmara 2 para o reservatório,  $M$  é a massa do sistema,  $B$  é o coeficiente de atrito viscoso, "u" é a posição do carretel da servoválvula, e "y" é a posição do pistão atuador (e conseqüentemente da massa  $M$ ).

O modelo dinâmico desse sistema é obtido usando-se as equações de fluxo, aplicando-se a lei da conservação de energia e a equação de continuidade em cada câmara do cilindro. O modelo final é obtido através da segunda lei de Newton para um sistema massa-mola, resultando, assim, em um modelo não-linear de 3ª ordem, relacionando a saída "y" e a entrada "u". Este processo de modelagem é desenvolvido por muitos autores [2,3,4]. Informações mais detalhadas podem ser encontradas em Cunha [5], onde a seguinte descrição é obtida:

$$M\ddot{y} + B\dot{y} = AP_{\Delta} \quad (1)$$

$$\dot{P}_{\Delta} = -e_1\dot{y} + e_2Ku\sqrt{(P_s - \text{sgn}(u)P_{\Delta})} \quad (2)$$

onde  $e_1 = \frac{\beta Av}{\left(\frac{v}{2}\right)^2 - (Ay)^2}$ ,  $e_2 = \frac{e_1}{A}$ ,  $A$  é a área de

seção transversal do cilindro,  $P_{\Delta} = P_1 - P_2$  é a diferença de pressão nas câmaras do cilindro,  $\beta$  é o módulo de elasticidade volumétrica,  $v = v_1 + v_2$  é o volume total do cilindro. As outras variáveis já foram definidas anteriormente.

O modelo obtido a partir da linearização das equações (1) e (2) em torno da posição central do atuador ( $y=0$ ) é dado por [4]:

$$M\ddot{y} + B\dot{y} = AP_{\Delta} \quad (3)$$

$$\frac{v}{4\beta K_Q} \dot{P}_{\Delta} + \frac{K_C}{K_Q} P_{\Delta} + \frac{A}{K_Q} \dot{y} = u \quad (4)$$

onde  $K_Q$  é o coeficiente de fluxo da válvula e  $K_C$  é o coeficiente de pressão da válvula.



Combinando as equações (3) e (4) obtém-se uma função de transferência de 3ª ordem, relacionando a saída “y” e a entrada “u”:

$$G(s) = \frac{4\beta A}{v M} K_Q \frac{1}{s(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)} \quad (5)$$

onde a frequência natural  $\omega_n$  é dada por

$$\omega_n = 2\sqrt{\frac{\beta}{Mv}} (A^2 + BK_C)$$

Para obter o modelo matemático, foram feitas as seguintes considerações [3,4,6]:

- A bomba fornece pressão de suprimento constante, independente da vazão de óleo;
- A válvula de centro crítico de 4 vias modelada é simétrica;
- Considera-se que a largura da banda da válvula é bem maior do que a do atuador. Portanto, despreza-se a dinâmica da servoválvula.

### 3 - O Controle do Atuador Hidráulico

Devido à estrutura particular do sistema representado pela equação (5), pode-se facilmente observar as limitações de desempenho do sistema em malha fechada. A presença dos pólos complexos conjugados pouco amortecidos implica que o ganho de realimentação proporcional fica restrito a pequenos valores. De fato, altos ganhos fazem com que os pólos de malha fechada localizem-se no lado direito do plano complexo. Esta restrição na margem de ganho é uma dura limitação no desempenho do sistema. Conseqüentemente, torna-se difícil minimizar os erros de posição.

Uma análise qualitativa dos problemas ocasionados no desempenho do sistema pelo uso de controladores clássicos, aplicados ao atuador hidráulico, é feita em Guenther e De Pieri [1]. Nesse artigo [1], os autores desenvolveram um controlador em cascata e mostraram que a estratégia em cascata é um eficiente meio para superar os efeitos negativos causados pelos pólos complexos conjugados pouco amortecidos.

### 4 - A Estratégia de Controle em Cascata

A estratégia de controle em cascata consiste em dividir o sistema do atuador hidráulico completo em dois subsistemas, como mostra a figura abaixo

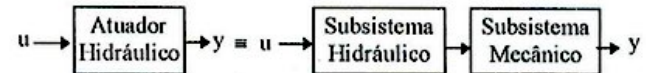


Figura 2 - Estratégia de Controle em Cascata

Considera-se o atuador hidráulico como um subsistema mecânico acionado por um subsistema hidráulico. Define-se a diferença de pressão desejada  $P_{\Delta d}$  e o erro de seguimento de diferença de pressão

$$\tilde{P}_{\Delta} = P_{\Delta} - P_{\Delta d} \quad (6)$$

Usando as equações (3) e (4) obtém-se

$$M\ddot{y} + B\dot{y} = AP_{\Delta d} + A\tilde{P}_{\Delta} \quad (7)$$

$$\frac{v}{4\beta K_Q} \dot{P}_{\Delta} + \frac{K_C}{K_Q} P_{\Delta} + \frac{A}{K_Q} \dot{y} = u \quad (8)$$

O algoritmo do controlador em cascata pode ser resumido da seguinte maneira:

- Calcula-se a lei de controle  $P_{\Delta d}(t)$  para o subsistema mecânico (7) de forma que o deslocamento do cilindro siga uma trajetória desejada  $y_d(t)$  na presença de uma perturbação:

$$d = A\tilde{P}_{\Delta}$$

- Calcula-se a lei de controle “u” de forma que  $P_{\Delta}(t)$  siga  $P_{\Delta d}(t)$  definido em (i).

Com base nessa metodologia, no controlador em cascata, proposto em Guenther e De Pieri [1] usam-se as seguintes leis de controle:

#### a) Subsistema Mecânico

A diferença de pressão  $P_{\Delta d}(t)$  para obter-se o



seguimento de trajetória desejada no subsistema mecânico (7) é calculada por

$$P_{\Delta d} = \frac{1}{A} (\bar{M}\ddot{y}_r + \bar{B}\dot{y}_r - K_D z) \quad (9)$$

onde  $K_D$  é uma constante positiva,  $\dot{y}_r$  é a velocidade de referência,  $z$  é uma medida do erro de seguimento de trajetória e  $(\bar{\quad})$  representa os parâmetros nominais. De fato,  $\dot{y}_r$  pode ser obtido pela modificação da velocidade desejada  $\dot{y}_d$ , como segue

$$\begin{aligned} \dot{y}_r &= \dot{y}_d - \lambda \tilde{y} \quad ; \quad \tilde{y} = y - y_d \quad ; \\ z &= \dot{y} - \dot{y}_r = \dot{\tilde{y}} + \lambda \tilde{y} \end{aligned} \quad (10)$$

onde  $\lambda$  é uma constante positiva.

A expressão (9) é baseada na lei de controle proposta por Slotine e Li [7], para robôs manipuladores. Esta tem termos “feedforward”  $(\bar{M}\ddot{y}_r + \bar{B}\dot{y}_r)$  e um componente proporcional derivativo  $(K_D z)$ .

### b) Sistema Hidráulico

Para obter o seguimento de trajetória no subsistema hidráulico (8), a posição do carretel da servoválvula é dada por

$$u = \bar{u} - K_p \tilde{P}_\Delta \quad (11)$$

onde  $K_p$  é uma constante positiva e  $\bar{u}$  é uma lei de controle nominal. Esta lei de controle nominal é dada por

$$\bar{u} = \bar{L} \dot{P}_{\Delta d} + \frac{\bar{K}_c}{\bar{K}_Q} P_{\Delta d} + \frac{\bar{A}}{\bar{K}_Q} \dot{y} \quad (12)$$

$$\text{onde } \bar{L} = \frac{\bar{V}}{4\beta\bar{K}_Q}$$

A lei de controle  $\bar{u}$  é composta por uma parte “feedforward” e uma componente proporcional  $K_p \tilde{P}_\Delta$ .

Em Guenther e De Pieri [1], a análise de estabilidade foi feita pelo método direto de Lyapunov. Demonstrou-se que a malha fechada é exponencialmente estável quando os parâmetros do sistema são conhecidos.

## 5 - Análise de Robustez do Controlador em Cascata

Nesta seção, analisa-se a influência das incertezas paramétricas no sistema em malha fechada.

Esta análise é realizada reescrevendo as equações do atuador hidráulico na forma:

$$K_1 \ddot{y} + K_2 \dot{y} = P_{\Delta d} + P_\Delta \quad (13)$$

$$K_3 \dot{P}_\Delta + K_4 P_\Delta + K_5 \dot{y} = u \quad (14)$$

$$\text{onde } K_1 = \frac{M}{A}, K_2 = \frac{B}{A}, K_3 = L, K_4 = \frac{K_c}{K_Q} \text{ e}$$

$$K_5 = \frac{A}{K_Q}$$

O erro relativo aos parâmetros nominais do sistema é definido como

$$\tilde{K}_i = \bar{K}_i - K_i \quad (15)$$

onde  $\bar{K}_i$  representa os parâmetros nominais e  $K_i$ , os valores reais do sistema.

As leis de controle para os subsistemas hidráulico e mecânico são dadas por

$$P_{\Delta d} = \bar{K}_1 \dot{y}_r + \bar{K}_2 \dot{y}_r - \bar{K}_6 z$$

$$u = \bar{u} - K_p \tilde{P}_\Delta$$



onde  $\bar{K}_6 = \frac{K_D}{A}$ .

Aplicando as leis de controle acima e, levando-se em conta que existe uma diferença entre a aceleração medida e a calculada com base nos parâmetros nominais, propõe-se a seguinte função de Lyapunov:

$$V = \frac{1}{2} \alpha^T N_1 \alpha \quad (16)$$

onde  $N_1 = \begin{bmatrix} \lambda^2 K_1 + R & \lambda K_1 & 0 \\ \lambda K_1 & K_1 & 0 \\ 0 & 0 & K_6 \end{bmatrix}$  é uma matriz

positiva definida,  $R = 2\lambda(B + K_D)$  é uma constante

positiva, e  $\alpha = [\tilde{y} \quad \dot{\tilde{y}} \quad \ddot{\tilde{P}}_\Delta]$  é o vetor de erros do sistema em malha fechada.

Derivando (16) ao longo das trajetórias de (13)(14) em relação ao tempo obtém-se

$$\dot{V} = -\alpha^T N_2 \alpha + \alpha^T T_d \quad (17)$$

onde, após uma tediosa manipulação algébrica, obtém-se  $T_d = f_1(\dot{y}_d, \ddot{y}_d, y_d^{(3)})$  como uma combinação linear das derivadas temporais da trajetória desejada. A matriz  $N_2$  é dada por:

$$N_2 = \begin{bmatrix} \lambda^2(\bar{K}_2 + \bar{K}_6) & \frac{1}{2}\lambda(\tilde{K}_2 + \lambda\tilde{K}_1) & -\frac{1}{2}(\mu_3 + \lambda) \\ \frac{1}{2}\lambda(\tilde{K}_2 + \lambda\tilde{K}_1) & (K_2 + \lambda\tilde{K}_1 + \bar{K}_6) & -\frac{1}{2}(1 + \mu_4) \\ -\frac{1}{2}(\mu_3 + \lambda) & -\frac{1}{2}(1 + \mu_4) & (K_p - \mu_5) \end{bmatrix}$$

onde  $\mu_i = f_2(\bar{K}, \tilde{K})$ .

Da teoria de matrizes [8], pode-se concluir que  $N_2$  é positiva definida se e somente se

(i)  $\lambda^2(\bar{K}_2 + \bar{K}_6) > 0$

(ii)  $\begin{vmatrix} \lambda^2(K_2 + \tilde{K}_2 + \bar{K}_6) & \frac{1}{2}\lambda(\tilde{K}_2 + \lambda\tilde{K}_1) \\ \frac{1}{2}\lambda(\tilde{K}_2 + \lambda\tilde{K}_1) & (K_2 + \lambda\tilde{K}_1 + \bar{K}_6) \end{vmatrix} > 0$

(iii)  $|N_2| > 0$

A condição (i) é verificada por serem todos os valores positivos; a condição (ii) pode ser garantida pelo ajuste de  $K_D$  ( $\bar{K}_6 = K_D / A$ ) e  $\lambda$  e a condição (iii) pode ser tornada verdadeira pela escolha adequada do valor de  $K_p$ .

Assim, conclui-se que é possível tornar  $N_2$  definida positiva, ajustando os ganhos do controlador ( $K_D, K_p, \lambda$ ). Através de um procedimento semelhante ao utilizado em [9], pode-se demonstrar que o vetor de erros converge para uma região

limitada  $\mathcal{G}$  definida por  $\mathcal{G} \leq \frac{\|T_d\|_{\max}}{\gamma_{\min}(N_2)}$ , onde

$\gamma_{\min}(N_2)$  é o autovalor mínimo de  $N_2$ .

Deste resultado conclui-se que, se os parâmetros do sistema contêm incertezas limitadas, os erros de trajetória com o controlador em cascata, na malha fechada, são limitados.

**Observação** - No caso do problema de controle de posição, o controlador em cascata conduz a erros de posição nulos. Para mostrar esse fato, vamos considerar  $y_{d1} = y_d(t_1)$  e  $y_{d2} = y_d(t_2)$  como as posições desejadas, onde  $t_2 > t_1$ . O problema do controle de posição é definido como: Existe um  $\sigma \geq t_2$  tal que  $y_d(\sigma) = y_{d2}$ .

Sejam  $V$  e  $\dot{V}$  reescritas como uma função de  $\alpha(\sigma)$ ;  $\sigma \geq t_2$ :

$$V(\sigma) = \frac{1}{2} \alpha(\sigma)^T N_1 \alpha(\sigma) \quad (18)$$

$$\dot{V}(\sigma) = -\alpha(\sigma)^T N_2 \alpha(\sigma) + \alpha(\sigma)^T T_d(\sigma) \quad (19)$$



A partir do problema de controle de posição definido acima, resulta que  $y_d(\sigma)$  é constante, conseqüentemente,  $\dot{y}_d(\sigma)$  e as derivadas temporais de ordem maior de  $y_d(\sigma)$  são nulas. De acordo com a definição de  $T_d(\sigma)$ , esse fato implica que  $\|T_d(\sigma)\| = 0$ .

Assim, a equação (19) pode ser reescrita como

$$\dot{V}(\sigma) = -\alpha(\sigma)^T N_2 \alpha(\sigma) \quad (20)$$

Calculando os ganhos do controlador para obter-se  $N_2$  definida positiva, tem-se que, a partir do instante  $t_2$ ,  $\dot{V}$  torna-se definida negativa. Assim, da teoria de Lyapunov, conclui-se que o vetor  $\alpha$  tende assintoticamente para a origem quando  $t > t_2$  é

considerado.

Para ilustrar os resultados acima, na próxima seção, são apresentados resultados de simulações.

## 6- Simulações

Nesta seção, resultados de simulações são apresentados para ilustrar o desempenho do controlador em cascata, quando os parâmetros do sistema não são conhecidos.

O modelo linear do atuador hidráulico é descrito por (3) e (4). Os dados são [10]:  $M = 128.7$  Kg;  $B = 162.73$  Ns/m;  $A = 1.075 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ;  $v = 0.874 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ;  $\beta = 14 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ . Os parâmetros da servoválvula são [11]:  $K_c = 2.5 \times 10^{-12} \text{ m}^5/\text{Ns}$ ;  $K_Q = 0.76 \text{ m}^2/\text{s}$ . O comprimento do cilindro hidráulico é de 800 mm.

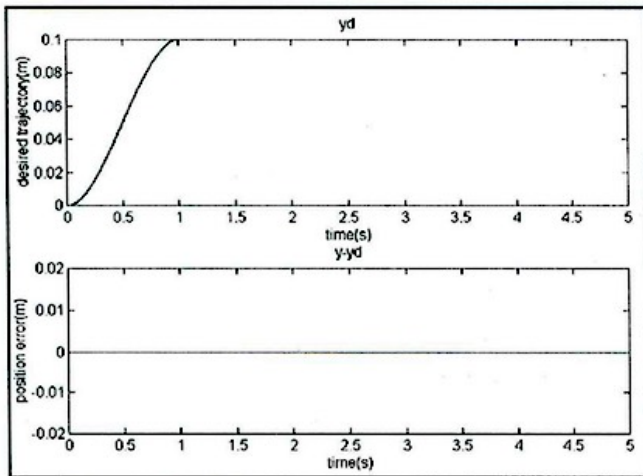


Figura 3 - Parâmetros Conhecidos

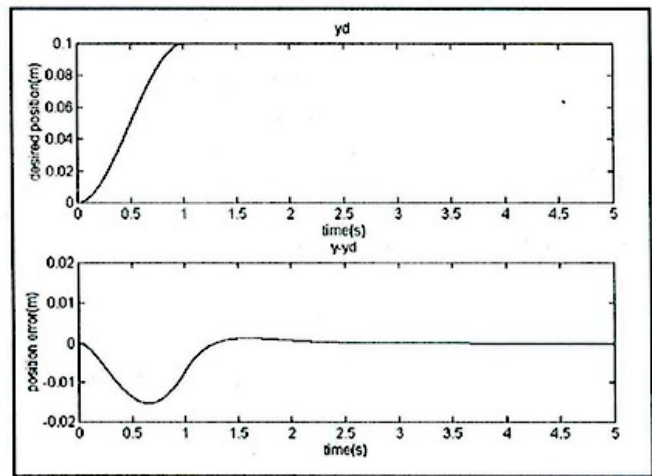


Figure 4 - Parâmetros Incertos

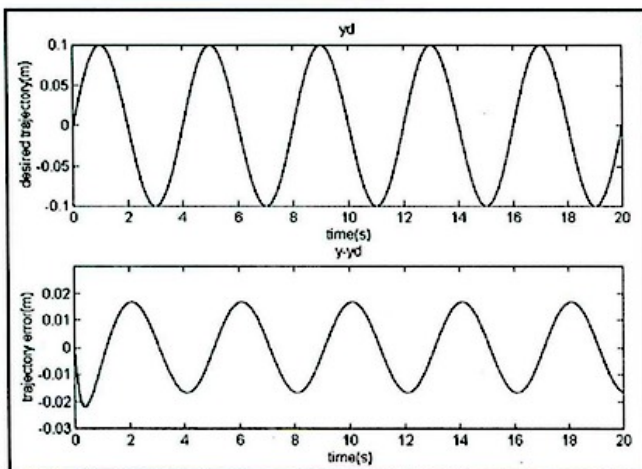


Figura 6 - Parâmetros Incertos

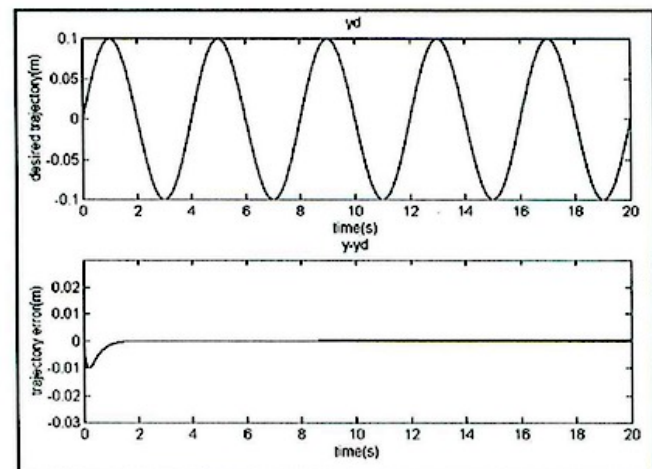


Figure 5 - Parâmetros Conhecidos



Para o cálculo do controlador utilizam-se os parâmetros nominais do sistema e os seguintes ganhos  $K_D=1000$ ,  $\lambda=3$  e  $K_p=1 \times 10^{-9}$ .

Empregam-se dois diferentes tipos de trajetórias. A primeira, para ilustrar os resultados na regulação. Neste caso, a trajetória desejada começa em  $y_d(0)=0$  e termina em  $y_d(1)=0.1$  m em 1 segundo, de acordo com uma função polinomial de 3ª ordem. A segunda verifica o desempenho em malha fechada numa situação de rastreamento de trajetórias. Nesse caso a trajetória desejada é descrita por  $y_d(t)=0.1 \sin(0.5 \pi t)$  m.

A Fig. 3 mostra a resposta do atuador hidráulico com o controlador em cascata (CC) quando os parâmetros são conhecidos. A trajetória desejada é descrita pelo polinômio de terceira ordem.

A Fig. 4 mostra a resposta do atuador hidráulico com o controlador em cascata, quando os parâmetros não são conhecidos. A trajetória desejada é descrita pelo polinômio de terceira ordem.

Essas simulações (Fig.3 e Fig. 4) confirmam o fato de que, quando o controlador em cascata é usado na malha fechada, os erros de posição convergem para a origem, independentemente do conhecimento do sistema.

A Fig. 5 mostra a resposta do atuador hidráulico com o controlador em cascata, quando os parâmetros são conhecidos. A trajetória desejada é descrita por um sinal senoidal.

A Fig. 6 mostra a resposta do atuador hidráulico com o controlador em cascata, quando os parâmetros não são conhecidos. A trajetória desejada é descrita por um sinal senoidal.

A Fig. 7 mostra a resposta do atuador

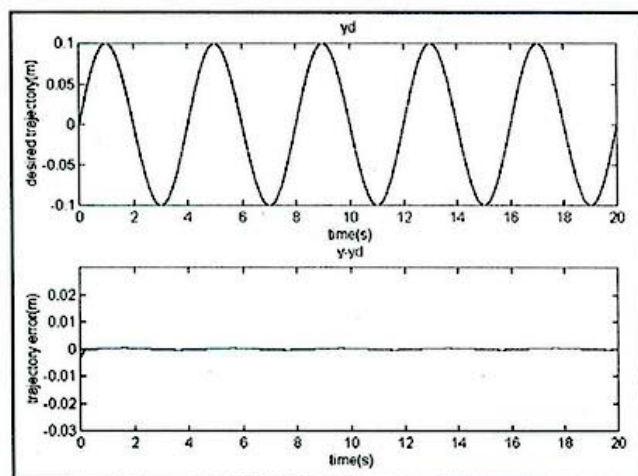


Figure 7 - Parâmetros Incertos

hidráulico com o controlador em cascata, quando os parâmetros não são conhecidos. A trajetória desejada é descrita por um sinal senoidal. Para melhorar o desempenho obtido no último caso aumentam-se os ganhos do controlador ( $K_D=5000$  e  $\lambda=100$ ).

Estas simulações (Fig. 5, Fig. 6 e Fig. 7) mostraram que, quando os parâmetros são conhecidos, os erros de seguimento de trajetória convergem para a origem, mas, quando os parâmetros são incertos, o uso do controlador em cascata na malha fechada conduz a erros limitados. Esta região diminui, à medida que os ganhos do controlador são aumentados.

## Conclusões

Neste trabalho realizou-se uma análise da robustez do controlador em cascata. Desta análise, conclui-se que o controlador em cascata é um método eficiente, quando o objetivo é o controle de posição. Demonstrou-se que, para este caso, o controlador conduz a erros nulos de posição.

No caso do problema de seguimento de trajetórias, este controlador leva a erros limitados. Demonstrou-se que a magnitude deste erro pode ser diminuída através do aumento dos ganhos do controlador. O uso de outras técnicas, como por exemplo adaptação de parâmetros [5], pode melhorar o desempenho.

Pesquisas futuras incluem implementação prática, associada com outras técnicas de controle.

## Referências Bibliográficas

- [1] Guenther, R., De Pieri, E.R., "Cascade Position Control of Hydraulic Actuators", Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences, June, 1997, pp. 108-120.
- [2] Burton, T.D., "Introduction to Dynamic System Analysis", Mc Graw-Hill, Inc., 1994.
- [3] Stringer, J., "Hydraulic System Analysis", The Macmillan Press, 1976.
- [4] Watton, J., "Fluid Power System", Prentice-Hall, Cambridge, England, 1989.
- [5] Cunha, M.A.B., "Cascade Controller with Parameter Adaptation Applied to a Hydraulic Actuator", (in Portuguese), Master Thesis, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil, February, 1997.



- [6]Heintze, J., "Design and Control of a Hydraulic Actuated Industrial Brick Laying Robot", Ph.D. Thesis, Delft University of Technology, Netherlands, February, 1997.
- [7]Slotine, J.J.E., Li, W., "On the Adaptive Control of Robot Manipulators", Int. J. Robotics Research, vol. 6, no 3, 1987, pp. 49-59.
- [8]Noble, B., Daniel, J.W., "Applied Linear Algebra", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1977.
- [9]Lewis, S.L., Abdallah, C.T., Dawson, D.M., "Control of Robot Manipulators", Macmillan Publishing Company, 1993.
- [10]Davidson, E.J., "Benchmark Problems for Control System Design", IFAC Theory Committee Report, 1990, pp 30.
- [11]Paim, C.C., "Control Techniques Applied to a Hydraulic Actuator", (in Portuguese), Master Thesis, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil, February, 1997.



# Avaliação das Perdas na Etapa de Secagem Artificial de Telhas Cerâmicas

Rosilena Martins Peres

Arquiteta e professora do Curso de Edificações - ETFPEL  
Pós-graduada em nível de especialização em Materiais para Construção Civil

## Resumo

Este artigo tem como finalidade apresentar as conclusões do estudo de avaliação das perdas na etapa de secagem artificial de telhas cerâmicas, mais especificamente em indústria da região, sendo propostos controles de umidade e temperatura do secador com redução do índice de perdas.

## 1. Introdução

A indústria cerâmica está enquadrada no setor "fabricação de artefatos de barro, porcelana e cerâmica", constituindo-se no subgênero "fabricação de material cerâmico", inclusive de barro cozido e material refratário (IBGE, 1989).

Dentro da produção brasileira de cerâmica, o Rio Grande do Sul participa com 3,5%, São Paulo, com 33,7%, Minas Gerais, com 13,6%, Santa Catarina, com 12,2% e os demais estados, com 37%.

No Rio Grande do Sul, a principal área produtora, e a que apresenta a melhor estrutura produção/comercialização, é a região de Gravataí/Esteio, que abastece a Grande Porto Alegre e o Vale dos Sinos, além de participar com seus produtos em outras regiões do estado,

principalmente na Zona Sul, no cixo Pelotas/Rio Grande.

A Zona Sul possui uma configuração polarizadora de unidades industriais produtoras de materiais cerâmicos, uma vez que possui uma alta concentração de olarias e uma vocação natural para o setor. Completam a configuração a disponibilidade de infraestrutura (principalmente energia elétrica e estradas vicinais) e com o crescimento qualitativo da produção através da assistência tecnológica e gerencial. Essas condicionantes deverão ser acompanhadas de capital - via crédito orientado - e apoio político, para que o setor se modernize.

O pólo cerâmico da região sul abrange, mais especificamente, a produção de tijolos, embora existam, algumas indústrias de produção de



Rosilena Martins Peres



telhas. As indústrias da Zona Sul do Rio Grande do Sul abastecem só 30% da demanda total do região, sendo necessário importar 463.000 m<sup>2</sup> de telhas de outras regiões. (MASSAÚ, 1992)

A Cerâmica São Bernardo (Pelotas/RS), objetivo desta pesquisa, produz 265.000 m<sup>2</sup>/ano de telhas e procura, em virtude da expectativa de desenvolvimento, ampliar sua participação no mercado interno e começar as exportações entre os países membros do Mercosul.

Essa empresa apresenta um elevado índice de perdas durante a etapa de secagem, chegando a atingir valores na ordem de 20%, índice considerado muito elevado, para o momento atual brasileiro, onde devemos buscar qualidade com produtividade para vencer a forte concorrência entre o mercado interno. O presente trabalho, tem o objetivo de avaliar estas perdas de material, ocorridas durante a etapa de secagem no método utilizado pela empresa, e propor alternativas que visem a diminuir as perdas de telhas nessa fase de produção.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Argilas

De acordo com a ABNT, as argilas são compostas por partículas coloidais de diâmetro inferior a 0,005 mm, com alta plasticidade, quando úmidas e, quando secas, formam torrões dificilmente desagregáveis pela pressão dos dedos. Estas partículas são definidas como argilo-minerais. Os argilo-minerais podem ser entendidos como a mistura de substâncias minerais resultantes da desagregação do feldspato das rochas ígneas, por ação de temperatura, da água e do gás carbônico.

Como as rochas ígneas e os feldspatos são de diversos tipos, há também diversos tipos de argilo-minerais. Não existem duas jazidas de argila rigorosamente iguais.

Por mais diferentes que sejam as espécies de argilas que se apresentam na natureza, todas parece que contêm silicato hidratado de alumínio como principal componente. A esta substância, que é a verdadeira argila, associam-se as propriedades peculiares às argilas, que são: sua plasticidade no estado úmido e a valiosa propriedade de, ao serem aquecidas se transformarem quimicamente alternando também, consideravelmente, as propriedades químicas. A quantidade de água que deve conter a argila para alcançar sua máxima plasticidade é muito diferente, segundo a classe do material, mas é maior para argilas gordas e menor para as magras, que contêm grãos

menos finos. Certas classes de argila plástica, com 90% de conteúdo de substância argilosa coloidal, podem absorver uns 60% de água, dando, assim, uma massa muito plástica, enquanto que uma argila magra, que só contenha 20% de argila coloidal, apenas tolera 12% a 15% de água (da massa total) para que comece a tomar consistência.

Outra propriedade importante nas argilas, citada por Petrucci (1973) e Verçosa (1975), é a retração, esta é proporcional ao grau de umidade e varia de acordo com a composição da argila. Quanto maior a quantidade de caulinita, maior a retração. O efeito negativo está no processo desuniforme da propriedade.

Quanto à absorção e liberação de calor, entre 20 e 150°C, a argila perde a água de capilaridade e de amassamento. De 150 a 600°C, ela perde a água absorvida (a argila vai enrijecendo). A partir de 600°C, começam as alterações químicas:

- desidratação química - perdendo a água de constituição e queima de matéria orgânica;
- oxidação - os carbonetos transformam-se em óxidos;
- vitrificação - ocorre a recristalização.

### 2.2. Produtos Cerâmicos

Os primeiros produtos cerâmicos surgiram na antiguidade, em países onde faltava a pedra e havia abundância de argila. Os tijolos eram feitos à base de uma pasta de argila com elevado teor de areia e palha. No Brasil, a cerâmica foi trazida pelos portugueses na época do Império.

É considerado material cerâmico toda pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e queima de argilas ou misturas contendo argilas. A palavra cerâmica é de origem grega e é derivada de "Keramus", que significa coisa queimada.

### 2.3. Fabricação

MASSAÚ (1992) classifica a produção de cerâmica estrutural envolvendo as seguintes fases: extração de argila, mistura e homogeneização das matérias-primas, moldagem, secagem e cozimento.

#### 2.3.1. Extração de Argila

A extração econômica da argila depende de um completo levantamento da situação do jazimento, profundidade em que é encontrado, espessura da camada, extensão, existência de camadas de materiais indesejáveis. Na fase da prospecção, o método mais usual é o de perfuração com trado manual, trado



mecânico ou sonda mecânica, dependendo da profundidade da câmara estéril (superficial), da camada de argila e, principalmente, da dureza do material. O material recuperado em cada furo é coletado, formando uma ou mais amostras, separadas segundo um critério de observação visual ou pelo tato, em função de sua granulometria, cor, plasticidade. As amostras identificadas pelo furo e nível encontrado são enviadas ao laboratório para análise. Na fase da extração, a maioria das argilas, principalmente as usadas na produção de cerâmica vermelha, são encontradas em jazidas passíveis de exploração a céu aberto. Em nosso meio são, normalmente, cobertas de estéril que varia de 0,5 a 3,0 m e a camada de argila aproveitável varia de 3 a 10 m. O método de extração manual não encontra mais condições de ser aplicado. O tipo de máquinas a ser adotado e o sistema de extração depende de uma série de fatores, entre eles citamos: volume de produção, espessura de camada do estéril e da camada de argila, existência de camadas de estéril contaminando a argila, dureza do material, presença de água. Localizada uma ocorrência de argila, aparentemente aproveitável, e verificada a espessura da camada por meio de uma perfuração, recomenda-se fazer uma série completa de ensaios para caracterizar o material e definir seu comportamento à moldagem, secagem e ao cozimento, bem como prever quais os tipos de produtos poderão ser obtidos. Os principais ensaios são:

- Granulometria por peneira e sedimentação
- Difrátograma de Raio-X
- Análise Química Quantitativa
- Plasticidade
- Moldagem de corpos de prova

### 2.3.2. Mistura e Homogeneização

Os vários tipos de argila vindos da mina são colocados no silo horizontal ou, para pequenas indústrias, em montes ao abrigo da chuva, em camadas horizontais de pequena espessura, umedecendo o suficiente para obter aproximadamente o teor de água necessário à moldagem. É aconselhável ter um depósito suficientemente grande para armazenar o volume correspondente à produção de cerca de trinta dias e retirar o material, de maneira que a argila fique estocada durante esse tempo. Esta espécie de maceração, em presença de água e ar, provoca, nas argilas compactadas e secas, tais como retiradas do subsolo, inchamento e expansão por absorção de água, fermentação e oxidação da matéria orgânica e o conseqüente desenvolvimento integral das propriedades plásticas. Se

o material é extraído diretamente para a moldagem, o inchamento se processa na própria peça, após a moldagem, geralmente durante o período de secagem, causando deformações, trincas e fissuras. A operação de homogeneização deve ser bem executada e com equipamento apropriado e dimensionado, pois é determinante para o sucesso de todas as fases seguintes da produção e da qualidade do produto. A exigência de homogeneidade é tanto maior quanto maior for o tamanho da peça e quanto mais finas forem as paredes da mesma.

### 2.3.3. Moldagem

Do laminador refinador, o material cai diretamente na máquina de moldagem. A extrusora é composta por um parafuso sem fim, que força o material a passar por uma chapa perfurada. Picado por facas rotativas, cai na câmara de vácuo, onde é eliminado o ar incorporado na massa. Outro parafuso sem fim força o material, através de uma boquilha, que confere à peça o formato de duas dimensões. Frente à boquilha, uma cortadora automática, cuja frequência é regulada pela velocidade de saída do filão, confere à peça a terceira dimensão. A importância da operação de moldagem reside no fato de que a peça não sofre mais, nas fases seguintes, nenhuma modificação de formato e de acabamento de superfície. Todos os defeitos apresentados nesta fase vão ser acentuados, cada vez mais, nas fases seguintes e conferidos à peça pronta.

### 2.3.4. Secagem

Ao sair dos moldadores, os produtos cerâmicos contêm de 7% a 30% de umidade, e necessitam passar por uma fase de secagem, independente do sistema de moldagem, se em marombas (com ou sem) câmara de vácuo; se em moldadores de prensa. Parte desta umidade é removida na secagem e a restante, durante o processo de cozimento (Petrucci, 1973).

A secagem dos produtos cerâmicos pode ser natural ou artificial. A secagem natural é feita simplesmente deixando que as peças sequem em locais arejados e abrigados do sol. É um processo pouco utilizado, principalmente em grandes indústrias, onde o tempo é um fator considerável no processo de produção.

A secagem artificial é a única forma admissível em uma instalação moderna e pode ser obtida de duas formas: (1) aquecimento conseguido pelos gases de combustão de um forno, ou ar quente de calorífero ligado a tubulações irradiadoras de calor. O ar quente



tem a vantagem de não manter o vapor de água da combustão; e (2) ventilação para renovação do ar saturado, que pode ser obtida pela tiragem de uma chaminé ou por meio de ventilador, cuja capacidade é graduável e conhecida. Nesse caso, existem dois sistemas: os secadores de câmaras, cuja secagem é intermitente, para entrada e saída do material, e a secagem contínua, feita nos secadores túnel.

De acordo com Ioshimoto & Thomaz (1993), atualmente as indústrias cerâmicas utilizam quase que exclusivamente a secagem forçada dos componentes, sendo os secadores (contínuos ou semicontínuos) dimensionados e regulados em função das propriedades da matéria-prima, do tipo de componentes produzidos e das características do processo produtivo. Tais secadores são, normalmente, providos de tetos falsos e grelhas inferiores (para melhor recirculação do ar) e ventiladores estáticos ou "viajantes".

O ar quente utilizado nos secadores é proveniente do aproveitamento do calor residual dos fornos de queima dos produtos cerâmicos, que chegam a atingir 1200 °C. Este ar é canalizado através de dutos subterrâneos que chegam ao secador, atingindo temperaturas ao redor de 100 °C.

Durante o processo de secagem desaparece a água adicionada na moldagem. A argila endurece, conservando a forma que tem, adquirindo uma cor mais clara, mas, ao mesmo tempo, se torna frágil. Com a evaporação da água, se fecham os poros da massa esponjosa da argila, e a massa se encolhe. A contração é máxima nas argilas gordas, e mínima nas magras.

Gradualmente os poros ficam vazios e se enchem de ar. No entanto, a argila pode secar ainda mais, ao evaporar a água absorvida pelos componentes coloidais. A duração desta secagem depende da temperatura e grau de umidade do local. Num ambiente úmido, como a argila é higroscópica, pode, de novo, absorver a umidade do ar. Se se aquece a argila a 125°, evaporar-se toda a água absorvida.

Se a argila se tem secado no ar e com calor suave, a massa pode umedecer-se de novo e moldar-se, tantas vezes quantas se queira. Em troca, a plasticidade se perde, se a argila se "cozinha".

Para os objetos pesados, que requerem muito tempo para secagem, é possível reduzir este tempo com um método especial. Inicia-se a secagem, fazendo subir a temperatura a 60-70°C, em uma câmara com ar quase saturado (90% de umidade). Com isso, os objetos se aquecem sem secar. Reduz-se logo, lentamente, o grau de umidade do ar, de modo que a evaporação da superfície corresponda à umidade que sai do interior. Assim, a secagem não causa tensões entre as partes interiores e exteriores, e pode, sem riscos, realizar-se num tempo muito mais curto.

Segundo Van Vlack (1973), a secagem é a etapa principal nos processos de conformação hidroplástica e colagem. Sendo a secagem um processo de engenharia, deve ser rápida para se tornar econômica. Ao mesmo tempo, ela não deve ser tão rápida a ponto de danificar o produto com trincas ou empenamento, decorrentes das variações de volume.

Ioshimoto & Thomaz (1993) e López (1931)

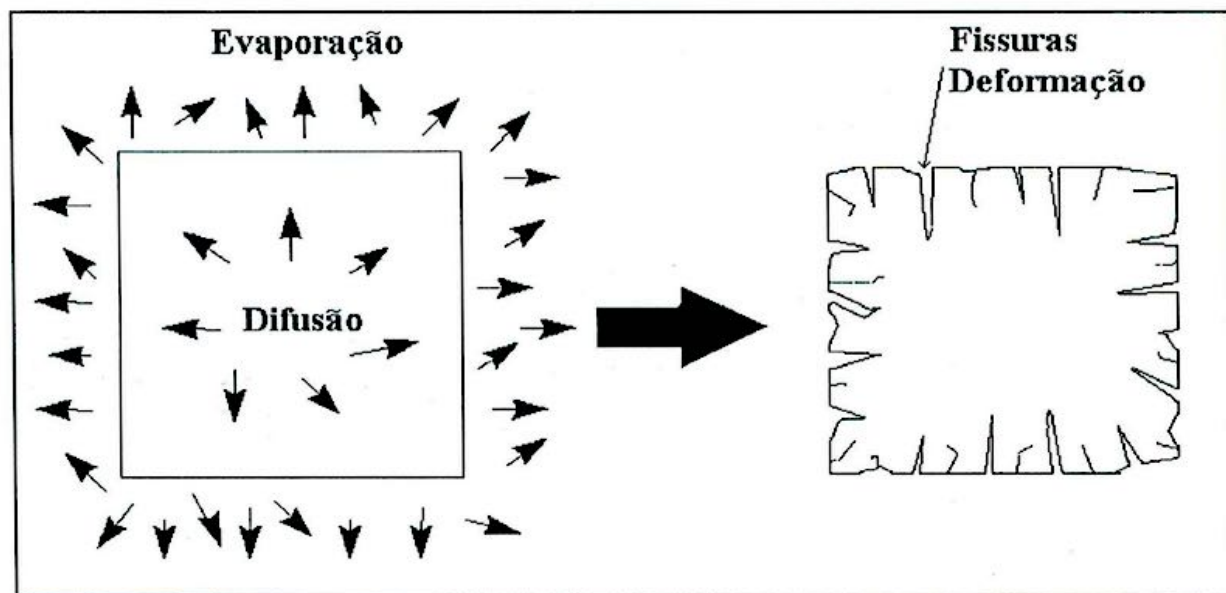


Figura 1 - Deformações e fissuras provocadas por secagem imprópria (velocidade de evaporação mais acentuada que a difusão d'água.)



afirmam que, se tentássemos queimar um produto cerâmico com umidade elevada, por exemplo, acima de 10%, a passagem da água do estado líquido para o estado de vapor redundaria em elevadíssimas pressões (no interior da massa cerâmica) que destruiriam o componente. Para que essas pressões não sejam introduzidas, mesmo na fase de secagem, esta deverá ser realizada de maneira controlada, a fim de compatibilizar-se ao máximo a velocidade de difusão da água no interior da massa (função do tipo de argilominerais, da granulometria da argila, do formato do componente recém-moldado etc.) com sua velocidade de evaporação (função da ventilação do ambiente, da temperatura e da umidade relativa do ar, da área exposta do componente etc.).

No caso de a velocidade de evaporação sobrepujar significativamente a velocidade de difusão, ocorrerá maior retração na superfície do produto (já que o seu núcleo permanece úmido), originando-se tensões de tração nessa superfície (na interface região úmida/região seca) que poderão provocar deformações e fissurações (Fig. 1).

Secagens naturais desbalanceadas, como por exemplo, incidência de sol ou de vento numa única face do componente ou componentes que apresentem simultaneamente paredes espessas (secagem mais lenta) e paredes delgadas (secagem mais rápida), também podem provocar o mesmo tipo de problema.

O processo eficiente de secagem exige o conhecimento da distribuição do líquido no interior do produto e, também, da cinética que rege a movimentação dos líquidos. A água é o líquido mais utilizado nos processos de fabricação dos produtos cerâmicos. Pode ser considerada um veículo fugitivo, pois é utilizada para conferir plasticidade ou como meio de suspensão, e é eliminável por evaporação, devido à sua alta pressão de vapor. A água pode ser dividida

em vários tipos: (1) água de suspensão, (2) água interpartículas ou intercadas, (3) água dos poros, (4) água adsorvida e (5) água do reticulado. A água de suspensão não é citada porque ela deve ser removida, durante ou antes da conformação do produto cerâmico.

A Fig. 2(a) mostra a água interpartículas (ou intercadas) nos produtos fabricados com materiais que apresentam características semelhantes à das argilas. Após a remoção da água de suspensão, por filtração, decantação ou absorção pelo molde, uma quantidade considerável de água em estado relativamente livre pode permanecer entre as partículas. Esse filme intercadas pode ter uma espessura de cerca de 500 Ångstrons, que é comparável às dimensões coloidais de muitas matérias-primas cerâmicas. Quando a água é removida, as partículas entrecadas movem-se, uma para próximo da outra (provavelmente por ação capilar), e a contração se torna realmente notória no produto formado. Durante a etapa da secagem, a contração volumétrica é diretamente proporcional ao volume da água interpartículas que foi removida [Fig. 3(a) e (b)].

A água dos poros está mostrada na Fig. 2(b) e é a água que fica nos interstícios entre as partículas após as mesmas entrarem em contato com as outras. A remoção dessa água provoca uma pequena ou quase nenhuma contração [Fig. 3(b) e (c)]. De fato, em casos especiais, ainda há evidências de que ocorre leve expansão, devido ao desaparecimento das forças capilares do líquido.

Os produtos conformados plasticamente geralmente apresentam, tanto água interpartículas como água de poros, pois normalmente são constituídos por argilas ou outras matérias-primas bidimensionais. Isso é sempre verdade para as barbotinas.

Os produtos cerâmicos fabricados por prensagem apresentam pouca ou nenhuma água

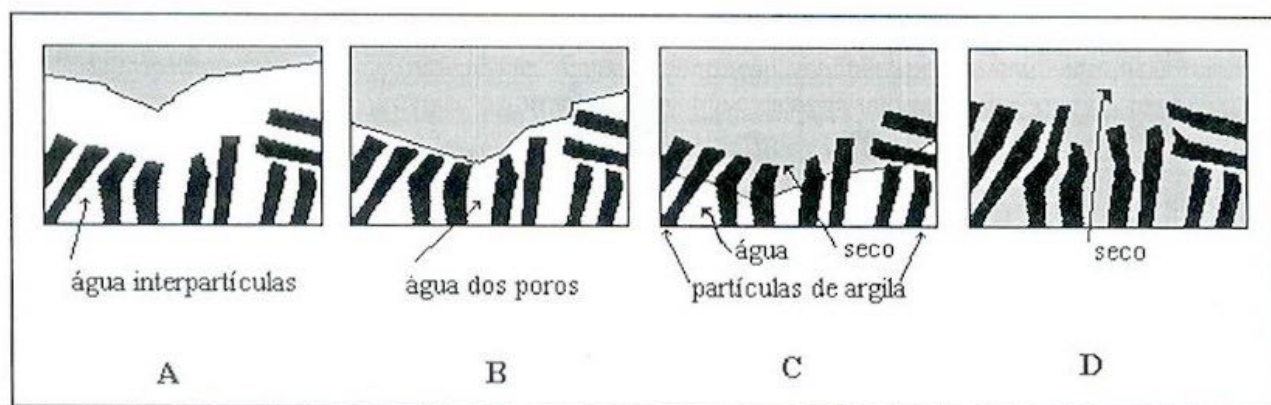


Figura 2 - Esquema da água nos produtos cerâmicos



interpartículas e, portanto, não exibem as grandes contrações descritas na Fig. 3. Tal fator constitui uma vantagem para o processo de prensagem, pois compensa, parcialmente, os outros inconvenientes por ele apresentados.

Outras fases apresentam uma contração muito menor, devido, mais à fase de secagem final, do que à remoção da água interpartículas (Fig. 3); porém, em muitos casos, as alterações volumétricas, provocadas pela remoção da água adsorvida ou do reticulado, são importantes, pois elas explicam o crescimento lento ou a contração; por exemplo o caso dos cimentos.

Em geral, os requisitos necessários, que limitam as variáveis do processo de fabricação são: (1) controle da viscosidade da água (através da temperatura) e (2) o controle da umidade do ar de secagem.

Quanto ao controle da umidade do ar de secagem, os gráficos da Fig. 4 demonstram três condições de secagem, comparando teores de umidade superficial e no centro das peças, durante o processo de secagem e em função do tempo necessário para tal. O gráfico (a) da Fig. 4 indica a secagem sob baixa temperatura e alta umidade, o gráfico (b) mostra a secagem sob baixa temperatura e baixa umidade, e o gráfico (c) ilustra a secagem sob alta temperatura e alta umidade.

Segundo Van Vlack (1973), a contração máxima durante a secagem ocorre quando está sendo removida

a água interpartículas ou intercamadas. Então, é desejável que a quantidade de água no interior do produto seja tão uniforme quanto possível, durante a etapa inicial de secagem. A uniformidade pode ser mantida melhor e o trincamento pode ser evitado pelo aquecimento inicial do produto em uma atmosfera saturada, antes que ocorra a remoção da água. Então, como a água é removida pela superfície, um gradiente de umidade na saturação não é estabelecido, pois a água remanescente, de baixa viscosidade, imediatamente se move para fora. Uma vez cessada a contração, a água dos poros pode ser removida por meio de uma corrente de ar seco. Finalmente, pelo emprego de temperaturas superiores a 100°C, podemos remover a água do reticulado e a água adsorvida.

Quanto às alterações dimensionais, Van Vlack (1973) considera que as alterações lineares e volumétricas durante a secagem são importantes na conformação dos produtos. Se a contração é uniforme,

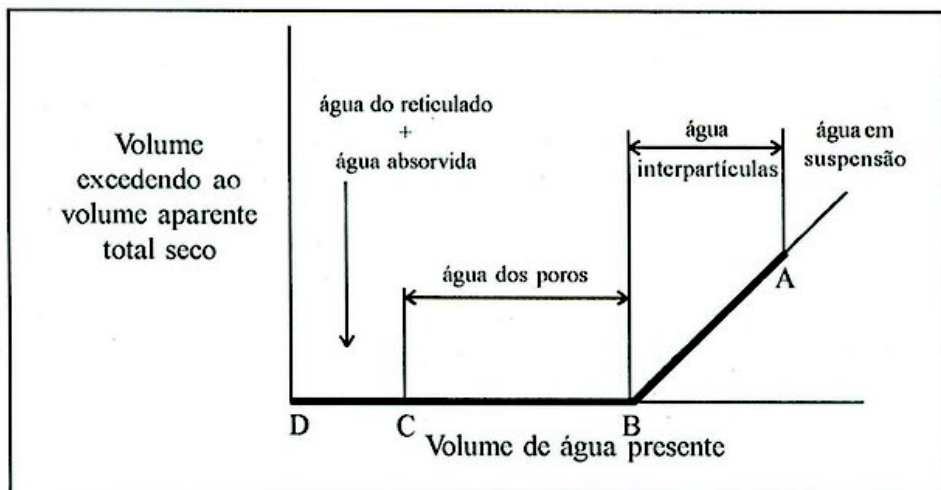


Figura 3 - Esquema da contração versus teor de água  
Obs: As letras referem-se à Figura 2

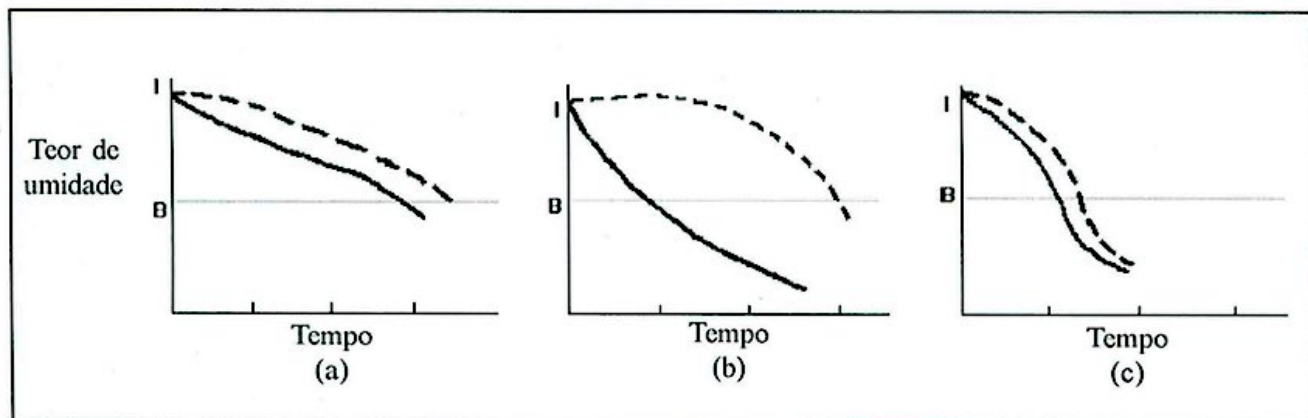


Figura 4 - Secagem dos produtos cerâmicos

As linhas cheias indicam a umidade superficial, as linhas tracejadas indicam a umidade no centro.  
I=teor inicial de água B=teor final de água



o cuidado principal é estabelecer uma tolerância de contração que permitirá ao produto tomar as formas finais desejadas. Entretanto, a contração não se processa uniformemente; a superfície pode contrair-se mais rapidamente que as camadas internas, o que representa um perigo potencial de trincamento. As tensões de tração aparecem nas zonas secadas mais rapidamente e as tensões de compressão, nas zonas de maior umidade. Se tais tensões aparecem, enquanto o produto ainda está plástico, pode ocorrer empenamento; também, as resistências mecânicas nunca são excepcionalmente elevadas nas “peças cruas ou verdes”, o que é potencialmente outra causa de ruptura. Como as trincas, devido à secagem, se formam na direção do gradiente mais saturado de umidade, são normalmente perpendiculares às superfícies externas; entretanto, suas direções podem variar algumas vezes, com secções transversais variáveis.

A contração é anisotrópica, quando há anisotropia na microestrutura do produto. Como consequência, há uma contração diferencial nos cantos e ângulos reentrantes, onde ocorrem mudanças de orientação.

A contração pode ser reduzida pela adição de matérias-primas não-coloidais. O melhor exemplo disso é a adição de chamota (argila previamente queimada), finamente moída a uma argila não queimada. As partículas de chamota reduzem a quantidade de água interpartículas ou intercadas que está retida no produto úmido, pois a estrutura da chamota não é

bidimensional e é de dimensões grosseiras, se comparada com a argila coloidal, aumentando o fator de empacotamento da mistura.

O limite para as adições de materiais não-plásticos, tais como quartzo, feldspato etc. é, normalmente, a trabalhabilidade da matéria-prima nas operações de conformação.

Segundo Ioshimoto e Thomaz (1993), as contrações de secagem são bastante acentuadas, no início da secagem, reduzindo-se acentuadamente, a partir de um determinado ponto ( $h$  crítica), conforme ilustrado na Fig. 5; abaixo da umidade crítica, o produto poderá ser queimado sem maiores riscos de ocorrências de problemas.

### 2.3.5. Queima

Para Ioshimoto & Thomaz (1993), após o processo de secagem, estando a massa cerâmica com umidade aproximadamente igual à umidade crítica, os componentes cerâmicos são encaminhados para queima, que pode ser realizada em diferentes tipos de fornos: os fornos contínuos (ou fornos túnel), os fornos semicontínuos (os fornos tipo Hoffmann são exemplos típicos) e os fornos intermitentes de chama invertida (também chamados fornos “caipira”).

Os fornos intermitentes de chama invertida são típicos das pequenas e médias indústrias de cerâmica vermelha, operando com lenha. Após a enforma do material, a lenha é queimada em fornalhas laterais: os gases quentes concentram-se, inicialmente, no topo do forno, sendo conduzidos, por convecção, para sua base;

a partir daí, fluem através do crivo, que são uma espécie de furos no piso dos fornos, sendo retirados através de dutos de exaustão e de chaminés, que podem ser no topo da câmara, constituindo os fornos do tipo “garrafão” ou pode ser uma chaminé única que recebe os gases de diversas câmaras.

Van Vlack (1973) considera a finalidade desta etapa de produção dos produtos cerâmicos como a de aglomerar as partículas, formando uma massa coerente pela sinterização. As operações

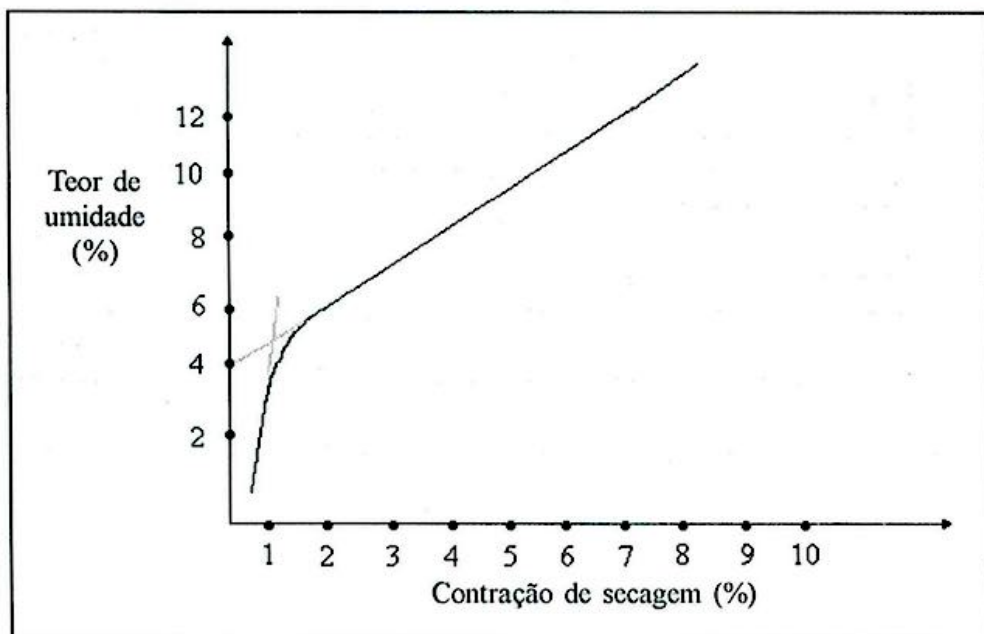


Figura 5 - Curva típica de secagem de uma argila



de sinterização trazem alterações bastante significativas ao produto cerâmico: (1) redução na área específica total, (2) redução no volume aparente total e (3) aumento na resistência mecânica.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1. Local

A coleta de dados de campo, para o presente trabalho, foi realizada na indústria Cerâmica São Bernardo, situada na BR 392, Km 73,5, no município de Pelotas, estado do Rio Grande do Sul. Esta indústria fabrica telhas do tipo "romana", ou seja, com capa e canal interligados, com acabamentos natural e vitrificado, incolores ou coloridas. É uma das únicas empresas do ramo na região e possui uma produção anual de 4.500.000 telhas, ou o equivalente a 265.000 m<sup>2</sup>.

#### 3.2. Argila

A argila utilizada pela indústria é proveniente do município de Santaninha e é considerada uma argila de ótima qualidade. Estudos feitos em laboratório da própria indústria comprovam que a argila é constituída de aproximadamente 60% de argilo-minerais, 13 % de silte, 13% de areia fina, 13% de areia média e 1% de outras substâncias, o que confere com a descrição feita por Petrucci (1973).

#### 3.3. Equipamentos

Como o objeto desta pesquisa é a avaliação das perdas na etapa de secagem, vamos nos deter nas instalações da indústria no setor de Secagem. O Secador é do tipo contínuo e possui 11,00 m de largura por 53,70 m de comprimento, ao longo do qual são dispostos 6 pares de trilhos por onde correm vagonetas que carregam os lotes de telhas a secar. Possui um pé direito, de 2,80 m, e uma capacidade nominal diária, de secagem, em torno de 30.000 telhas.

Possui uma chaminé com 60 cm de largura e comprimento igual à largura do Secador, situada logo na entrada, e serve para regular a tiragem do ar, cujo método de controle é somente baseado na experiência dos operadores.

Recebe o ar quente residual dos fornos, que são do tipo "garrafão". Este ar quente é obtido pela queima de eucalipto ou de casca de arroz. A madeira de eucalipto é um recurso renovável, largamente plantado na região, também com o objetivo de abastecer as indústrias alimentícias, que atualmente estão em recessão econômica. Alguns fornos estão equipados para

utilizarem como combustível a casca de arroz - resíduo da indústria de beneficiamento de arroz, que se constitui uma das principais atividades econômicas da região. Este tipo de combustível é responsável pela redução dos custos de produção da indústria, uma vez que não possui custos de aquisição.

Ventiladores estáticos, ao longo do eixo central do Secador, são responsáveis pela distribuição do ar quente que provém dos fornos por tubulações subterrâneas e encontram aberturas no piso do Secador.

#### 3.4. Controles

As telhas entram no Secador com um peso úmido médio de 3.350 g e saem com um peso seco médio de 2.900 g, ou seja, o índice de umidade que elas perdem, desde a saída dos moldadores até o fim do Secador, é de 15,5%.

O método de avaliação da situação de secagem das telhas é visual e de tato, ocorrendo, muitas vezes, o atraso na seqüência do processo de fabricação, sendo que não existe um controle mais apurado do número de horas necessárias para que ocorra a secagem. Principalmente as linhas laterais do Secador necessitam mais tempo de secagem, por estarem mais afastadas dos ventiladores, atrasando, algumas vezes, a ida para os fornos.

Não existia, também, um controle de temperatura e umidade, o que não permitia uma avaliação sobre estes enfoques, apenas os dados de perdas eram tabulados diariamente.

#### 3.5. Métodos

Para avaliar as perdas de material, ocorridas durante a etapa de secagem, no processo de fabricação de telhas cerâmicas, foram coletados os dados diários de material retirado do Secador e material perdido (quebra de produção) devido a trincas e fissuras.

Foram propostos controles de temperaturas e umidade ao longo do Secador. No mesmo período, foram coletados os dados das perdas de material seco.

Termômetros de máximas foram dispostos em três locais, um no início, outro no final e outro na saída do Secador. O termômetro de saída serve para verificar a redução necessária no final do processo, para que não ocorram trincas e fissuras pelo choque térmico ao entrar em contato com a temperatura ambiente. Já havia dois termômetros na porta de entrada do Secador, que também forneceram dados. Os intervalos de tempo de medição foram distribuídos, desde a madrugada, manhã,



tarde e noite.

Dois tipos de higrômetros, (1) tipo espiral e (2) tipo coluna, de medição com bulbo seco e bulbo úmido, também foram colocados no início e na saída, para medir a umidade relativa do ar no interior do Secador.

### 3.6. Avaliação das perdas

Segundo informações da própria empresa, o índice de perdas na fase de secagem, em Março de 1994, chegava a atingir 20%, o que era considerado um grande desperdício, num momento como o atual brasileiro, onde devemos buscar qualidade com produtividade para vencer a forte concorrência entre o mercado interno. O crescimento da produtividade também é interesse da indústria, em virtude da expectativa de desenvolvimento das relações entre os países membros do Mercosul.

### 3.7. Avaliação da Umidade Relativa

Segundo Van Vlack (1973), a eficiência da etapa de secagem é obtida quando são mínimas as perdas de telhas e quando o tempo de secagem é o mais curto possível. Com a redução de tempo, é aproveitado melhor o ar quente, e, conseqüentemente, é possível reduzir custos com a aceleração da produção. Uma das metas da empresa é a ampliação do número de fornos, o que só será possível com este aumento na produção de secagem.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Avaliação das Perdas, na Etapa de Secagem, no Processo de Fabricação das Telhas Cerâmicas

Preliminarmente, a empresa possuía um controle de suas perdas, que eram na ordem de 20 %. Dado muito elevado, o que nos levou a pesquisar e avaliar o tema.

Com o início dos estudos, foram repassadas à indústria uma série de informações, procurando promover a melhoria da matéria prima e um maior controle de qualidade nas etapas de produção das telhas.

A Tabela I nos mostra os dados colhidos na etapa intermediária do projeto, quando ainda não era realizado qualquer tipo de controle de umidade, apenas eram controladas as temperaturas na entrada do Secador. Estes dados foram colhidos de 02 a 29 de agosto de 1994. Observa-se que o índice médio das perdas neste período era de 15,5%, dado ainda muito elevado, mas

já mostrando alguma melhoria, em virtude dos controles adotados.

Com relação ao desempenho diário, verifica-se, na Tabela I, que os percentuais de perdas são muito oscilantes, chegando a um índice de apenas 3,3% de perdas no dia 10 de agosto, e de 34,29%, no dia 05 de agosto, porém, na grande maioria dos dias, os índices atingidos não se afastaram da média.

Na Tabela II, observa-se uma significativa diminuição no índice médio de perdas, inclusive, esta média é menor que o menor valor obtido na Tabela I, isto se deve a quatro fatores:

- a. melhora considerável na argila, por ser esta mais estável, na sua constituição físico-química;
- b. implantação de um controle de qualidade, que procurou incentivar os responsáveis pelo setor a buscarem melhores resultados;
- c. controle das temperaturas;
- d. controle da umidade relativa.

### 4.1.1. Influência dos Controles de Temperaturas e Umidades Relativas nas Perdas, durante a etapa de Secagem das Telhas Cerâmicas

Após serem implantados os métodos de controle de Temperaturas e Umidades Relativas do Interior do Secador, verificamos que houve uma diferença significativa entre as Tabelas I e II. O índice médio das perdas, que era de 15,5%, baixou consideravelmente, atingindo patamares na ordem de 2,89%. Isto, provavelmente, deva-se ao fato de que as temperaturas adotadas seguem aproximadamente as idéias dos trabalhos de Van Vlack (1973) e Ioshimoto & Thomaz (1993), que sugerem temperaturas baixas e umidades relativas altas, no início, bem como temperaturas altas e umidades relativas baixas, no fim da etapa de secagem.

Observa-se que os dados obtidos na Tabela IV, confirmam o exposto acima, uma vez que a média de umidades na entrada do Secador foi de 92,7% e a média de umidades na saída do Secador foi de 47,5%.

Observa-se, também, que os dados obtidos na Tabela III confirmam, igualmente, as idéias de Van Vlack (1973) e Ioshimoto & Thomaz (1993), com as temperaturas médias, no início da secagem, de 30 °C e, no final da secagem, de 81 °C.

### 4.2. Discussão Geral

Fazendo um estudo comparativo mais



aprofundado entre a Tabela II, a Tabela III e a Tabela IV, que analisam, respectivamente, as Perdas de Telhas Cerâmicas na Etapa de Secagem, Temperaturas e Umidades Relativas do Ar de Secagem, podemos concluir que a velocidade de evaporação foi lenta no início da secagem e maior no final, enquanto que a velocidade de difusão foi maior no início da secagem e menor no final. O fato propiciou menores tensões de tração na superfície das telhas e, conseqüentemente, menores deformações e fissuras.

Com a adoção dos controles de temperaturas e umidades relativas do ar de secagem, foram obtidas consideráveis reduções nas perdas dos materiais. Porém, esses controles exigiram uma diminuição da velocidade de secagem, fazendo com que a produção média diária, de 17.803 telhas, no período de agosto de 1994, baixasse para 14.996 telhas, no período de 04 a 13 de novembro de 1994, conforme Tabelas I e II.

Embora apresente esta diminuição aparente de produção, os ganhos relativos com a diminuição das perdas são apreciáveis, permitindo que a Cerâmica São Bernardo estude a possibilidade de aumento do número de fornos.

Para efeitos práticos, recomenda-se que seja feito um estudo de recolocação dos ventiladores para melhorar a distribuição do ar quente, evitando que as telhas que estão nas vagonetas dos trilhos próximos às

paredes laterais demorem a secar, retardando todo o processo de secagem.

Para que seja possível o aumento na produção da indústria, sugere-se uma continuação dos estudos, com a finalidade de determinar as temperaturas e umidades relativas ideais, reduzindo o tempo de secagem e otimizando a ocupação do Secador.

## 5. Conclusões

O conjunto de informações do presente trabalho permite concluir que:

- a eficiência da etapa de secagem nas telhas cerâmicas é fortemente influenciada pelos controles adequados de temperatura e umidade relativa do ar do Secador;
- o controle de temperaturas e umidades relativas do ar de secagem de Telhas Cerâmicas proporciona uma redução considerável nas perdas de material;
- é possível otimizar a ocupação do Secador, gerando um aumento na produção da indústria, com a continuação dos estudos de combinações adequadas de temperaturas e umidades relativas do ar de secagem.

ANEXO NA PÁGINA 64



## Anexo

**TABELA I - Produção e Perdas de Telhas Cerâmicas na Etapa de Secagem, no Mês de Agosto de 1994**

Data	Material Seco (un)	Perda (un)	Perda (%)
02/08	15840	3063	19,34
03/08	18480	2735	14,80
04/08	18480	5864	31,70
05/08	21600	7407	34,29
06/08	15120	1958	12,94
08/08	19200	1553	9,50
09/08	24240	3331	13,74
10/08	16800	553	3,30
11/08	9600	714	7,43
12/08	25680	6861	26,71
13/08	10560	1245	26,71
15/08	13680	1004	7,34
16/08	23760	3930	18,49
17/08	15360	2099	13,66
18/08	21360	3930	18,40
19/08	17280	3101	17,94
20/08	8640	560	6,48
21/08	18480	1238	23,70
22/08	21840	1748	8,00
23/08	23280	5479	23,53
24/08	15600	5239	33,58
25/08	18240	2308	12,66
26/08	19920	2496	12,53
27/08	18000	1214	6,74
29/08	14400	737	5,12
<b>MÉDIA</b>	<b>17803</b>	<b>2815</b>	<b>15,80</b>

**TABELA II - Produção e Perdas de Telhas Cerâmicas na Etapa de Secagem, no Período de 04 a 13 de Novembro de 1994**

Data	Material Seco(un)	Perda(un)	Perdas(%)
04/11	16560	325	1,96
05/11	13800	312	2,26
06/11	13800	305	2,21
07/11	15180	427	2,81
08/11	15410	392	2,54
09/11	12190	418	3,43
10/11	17480	501	2,86
11/11	13110	280	2,13
12/11	13800	659	4,77
13/11	18630	719	3,86
<b>MÉDIA</b>	<b>14996</b>	<b>434</b>	<b>2,89</b>



**TABELA III -** Temperaturas na Etapa de Secagem das Telhas Cerâmicas, no Período de 04 a 13 de Novembro de 1994

Data	T1	T2	T3	T4	T5
madrugada	100	90	28	82	58
manhã	105	90	32	81	58
tarde	104	92	34	75	62
noite	98	89	33	79	58
MÉDIA 04/11	102	90	32	79	59
madrugada	98	90	29	75	59
manhã	90	94	28	74	60
tarde	92	88	30	75	56
noite	87	81	32	74	54
MÉDIA 05/11	92	88	30	75	57
madrugada	74	55	28	75	49
manhã	69	50	27	74	44
tarde	68	48	27	70	42
noite	72	90	26	74	42
MÉDIA 06/11	71	61	27	73	44
madrugada	99	90	28	85	54
manhã	96	90	29	86	46
tarde	91	90	30	88	58
noite	96	96	31	92	57
MÉDIA 07/11	102	92	30	88	54
madrugada	96	94	33	94	57
manhã	88	94	34	94	60
tarde	95	75	34	78	56
noite	95	78	32	80	56
MÉDIA 08/11	98	85	33	87	44
madrugada	105	78	29	82	48
manhã	104	76	25	76	55
tarde	108	80	29	73	60
noite	104	86	28	76	60
MÉDIA 09/11	108	80	28	77	56
madrugada	102	90	27	81	50
manhã	98	86	30	78	50
tarde	98	91	31	73	56
noite	102	90.5	32	78	56
MÉDIA 10/11	104	89	30	78	53
madrugada	102	92	32	82	49
manhã	100	91	32	79	61
tarde	104	91	32	75	62
noite	103	96	30	82	61
MÉDIA 11/11	104	93	32	80	58
madrugada	110	94	30	88	50
manhã	118	96	32	86	60
tarde	118	96	32	87	59
noite	118	85	31	79	56
MÉDIA 12/11	109	93	31	85	56
madrugada	84	62	30	84	47
manhã	94	68	30	86	52
tarde	86	66	30	87	55
noite	92	83	30	88	54
MÉDIA 13/11	89	70	30	86	53
<b>MÉDIA GERAL</b>	<b>96</b>	<b>84</b>	<b>30</b>	<b>81</b>	<b>53</b>

T1 - Temperatura do Injetor de Calor-Na Porta do Secador (°C)

T2 - Temperatura do Injetor de Calor-Na Porta do Secador (°C)

T3 - Temperatura no Início do Secador (°C)

T4 - Temperatura no Final do Secador (°C)

T5 - Temperatura na Saída do Secador (°C)



**Tabela IV - Umidade Relativa do Ar de Secagem de Telhas Cerâmicas**

Data	Entrada Higrôm. 1	Saída Higrôm. 1	Entrada Higrôm. 2	Saída Higrôm. 2	Média Entrada	Média Saída
04/11	97,5%	48,5%	86,0%	51,0%	91,8%	49,8%
05/11	99,0%	42,0%	89,0%	45,0%	94,0%	43,5%
06/11	97,0%	43,5%	87,5%	46,0%	92,3%	44,8%
07/11	98,0%	46,5%	88,0%	47,5%	93,0%	47,0%
08/11	99,0%	48,5%	88,5%	48,0%	93,8%	48,3%
09/11	91,0%	46,0%	86,5%	53,0%	88,8%	49,5%
10/11	96,0%	44,0%	87,0%	46,5%	91,5%	45,3%
11/11	100,0%	49,0%	85,0%	52,0%	92,5%	52,5%
12/11	99,0%	41,0%	93,0%	52,0%	96,0%	46,5%
13/11	98,5%	44,5%	88,0%	51,5%	93,3%	48,0%
<b>MÉDIA</b>					<b>92.7%</b>	<b>47.5%</b>

Higrômetro Tipo 1 - Espiral

Higrômetro Tipo 2 - Bulbo Seco e Úmido

## Referências Bibliográficas

IOSHIMOTO & THOMAZ. **Materiais Cerâmicos para Construção Civil**. Minas Gerais: AEPEX, CEFET-MG, 1993

LÓPEZ, M. G. **Manual Completo de Cerâmica**. Madrid: Editor Libreria de Luis Santos, 1931, Tomo

MASSAU, E. **Pólo Cerâmico da Zona Sul -**

**Viabilidade Técnica e Mercadológica. Pelotas:** PROSUL, SEBRAE/RS, ITEPA/UCPEL, 1992

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de Construção**. São Paulo: PINI, 1985

VAN VLACK, L. H. **Propriedades dos Materiais Cerâmicos**. São Paulo: Ed. E. Blucher Ltda./ USP, 1973

VERÇOSA, E. J. **Materiais de Construção**. Porto Alegre: PUC, EMMA, 1975, 1º. vol.



# Escolas do Povo

Vilson Antônio Rodrigues Bilhalva  
Juiz Presidente da 6ª Turma do TRT da 4ª Região  
Academia Nacional de Direito do Trabalho

A situação da educação no Brasil há muito tempo é caótica e, aliada à explosão demográfica, é apontada, por integrantes dos mais variados segmentos da sociedade, como um dos grandes fatores causadores das crises sócio-econômicas que o Brasil vem enfrentando ao longo de décadas.

A questão preocupa governantes, legisladores, educadores, pais e alunos, mas a realidade demonstra que nada de muito concreto vem sendo feito para reverter esse quadro.

A educação no Brasil atinge, hoje, apenas os fins a que foi instituída, ou seja, alcança as elites, o que significa impedir a desmarginalização das camadas mais pobres da sociedade, de grande massa. Mas quem são os integrantes dessa massa? São os operários - metalúrgicos, pedreiros, carpinteiros, hidráulicos, domésticos, rurais etc - as donas-de-casa, os aposentados e os idosos.

Dados estatísticos revelam que o problema não se centraliza no acesso à escola - haja vista que, no Brasil, 90% das crianças são matriculadas na escola primária - mas na evasão escolar. Cumpre, portanto, questionar: qual a origem desse

problema? O que provoca este alto índice de evasão escolar? A qualidade do ensino? O despreparo dos educadores? A situação de miséria em que vivem milhares de famílias brasileiras? Ou a inadequação do ensino?

As pesquisas vêm demonstrando que a evasão escolar decorre, na maioria dos casos, dos elevados níveis de repetência, fruto de um sistema educacional deficiente, a começar pelo desprestígio ou despreparo da carreira docente. Porém, não tocam no problema básico: a necessidade de um ensino técnico profissionalizante condizente com o mercado de trabalho e a realidade nacional.

**" O problema no Brasil não é o acesso à escola mas a evasão escolar. "**

Prevaleceu, nos últimos anos, uma política educacional quantitativa, que configurou

um sistema escolar impróprio ao momento histórico recente e ao futuro do país, em detrimento da qualidade do ensino e da profissionalização dos trabalhadores e da grande massa da população. Um quadro totalmente inadequado à nossa realidade sócio-econômico-cultural.

É indispensável, portanto, introduzir um novo modelo de ensino profissionalizante em nosso país. Pesquisas realizadas demonstram que grande parte dos trabalhadores



Vilson Antônio Bilhalva



engajados no mercado de trabalho denota surpreendente desqualificação para o desempenho de suas atividades, a ponto de podermos dizer que nossa força de trabalho está num gradativo processo de sucateamento.

Sem dúvida, o desenvolvimento econômico requer, além da formação de uma elite profissional e intelectual, a preparação de uma mão-de-obra capaz de absorver conhecimentos profissionais práticos, para exercer as diferentes atividades produtivas nos vários segmentos da economia e da prestação de serviços.

Impõe-se, pois, urgente, a reformulação do plano de ensino profissionalizante no país, capaz de oferecer a adequada preparação de nossos trabalhadores, a fim de acompanhar o avanço tecnológico dos meios de produção, com a efe-

tiva participação das entidades sindicais na formação continuada da classe obreira, aliada à cooperação de instituições voltadas ao ensino profissional.

**"Impõe-se a reformulação do plano de ensino profissionalizante no país..."**

É necessária a reconstrução da base da pirâmide, formada, evidentemente, pela parte hipossuficiente, na relação capital-trabalho, ou seja, os trabalhadores. De ressaltar que essa reconstrução não se fará, obviamente, pelo ensino teórico, elitizado, acadêmico, mas sim pelo ensino técnico profissionalizante, "direito do povo para o povo", "do trabalhador para o trabalhador": torneiro-mecânico formando torneiro-mecânico, pedreiro

treinando servente, hidráulico educando hidráulico e, assim, sucessivamente. Para tanto, é indispensável que o sindicalismo encampe essa bandeira, exigindo que sejam facilitadas às federações de trabalhadores meios de possuírem suas próprias escolas, adequadas a cada categoria profissional, atendendo, precipuamente, às necessidades respectivas e peculiares de cada uma dessas categorias, com o mínimo de ensino teórico, ou seja, que a teoria sirva, unicamente, para melhorar a qualidade e a profissionalização da grande massa da população, aumentando a percepção da realidade nacional e, principalmente, contribuindo para o crescimento e aprimoramento profissional do trabalhador e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade da produção.



# Escolas Técnicas Federais: no Meio da Crise, a Nova Perspectiva Institucional

Ceres Mari da Silva Meireles  
Procuradora da ETFPEL

Coordenadora da Comissão de Cefetização da ETFPEL

As Escolas Técnicas Federais vivenciam, em nosso país, um momento ímpar. Não que, outrora, tivessem ficado imunes às diversas crises que, normalmente, acompanham a mudança de legislação no setor de ensino. Exemplos diversos poderiam ser buscados para tentar mostrar a similitude da situação com outros períodos da nossa história. Não é, porém, o objetivo deste modesto trabalho, embora, ressalvamos, para fugir das críticas, não se possa falar do presente e, muito menos do futuro, sem paradigmas do passado. Trata-se, apenas, de uma opção metodológica e finalística. Buscaremos, assim, sintetizar o presente e pensar o futuro de nossas instituições federais de ensino, procurando analisar a legislação até agora vigente e a grande reforma que começa a ser implementada no nosso sistema educacional.



Ceres Mari da Silva Meireles

O Sistema Educacional Brasileiro, até a edição da Lei nº 9.424, de 20.12.96, que estabeleceu novas bases e diretrizes para a educação nacional, encontrava-se organizado em três níveis: ensino fundamental (1º grau), ensino médio e tecnológico (2º grau) e ensino superior (3º grau). A este

escalonamento hierárquico podemos acrescentar, na base, a educação infantil, desenvolvida em creches e pré-escolas, e, no vértice, a pós-graduação, sem esquecer da existência da educação especial e do ensino supletivo.

Neste contexto, o Ensino Técnico de 2º grau, destinado a preparar profissionais para os diversos setores da economia (primário, secundário e terciário) era concebido, conforme se pode observar pela análise das propostas curriculares vigentes, como de formação plena, isto é, oferecido de forma simultânea e integrada ao ensino médio. Este ensino compreendia estudos de disciplinas de educação geral ao lado das disciplinas específicas de cada habilitação profissional. Além disso, a concepção filosófica e metodológica, impregnada no seio das comunidades escolares, apregoava a integração também no desenvolvimento dos conteúdos das diversas disciplinas, associando à formação geral a denominada formação especial. Assim, ao término do Curso, o estudante estava habilitado ao prosseguimento de estudos no nível superior de ensino e também ao exercício de



uma profissão técnica.

As Escolas Técnicas Federais não estavam familiarizadas, até a recente proposta de reforma da educação profissional do Ministério da Educação e do Desporto, com a, hoje, tão propalada **educação propedêutica**, terminologia que, equivocadamente, segundo nosso leigo entendimento, tem sido usada para caracterizar a parte diversificada do currículo. Ocorre que essas instituições **nunca desenvolveram este tipo de ensino**. Etimologicamente, propedêutica se relaciona à ciência preparatória, preliminar, que serve de introdução, que habilita a receber ensino mais completo. As Escolas Técnicas sempre defenderam um ensino de 2º grau com terminalidade, habilitando o estudante ao pleno exercício profissional, sendo as disciplinas de educação geral interligadas às de formação especial e desenvolvidas simultaneamente, desde a fase inicial até a final de cada curso, como condição basilar para a formação de um profissional devidamente preparado para os desafios da modernidade.

Além disso, as convicções arraigadas da maioria dos profissionais de ensino, que fizeram e fazem a história do ensino técnico federal, mostram que o modelo de ensino, hoje vigente, é mais consentâneo com o perfil de técnico de nível médio exigido pelo mercado atual - polivalente, readaptável, comunicativo. Afirmam que o currículo integrado proporciona ao estudante trabalhador maiores oportunidades e facilidades de estudo, pelo fato de ser desenvolvido na mesma escola e no mesmo horário, evitando, assim, a necessidade de suplementação de estudos aos alunos oriundos de outros sistemas, os quais,

normalmente, possuem deficiências insuperáveis para o adequado acompanhamento das disciplinas técnicas.

A partir da antiga LDB - Lei 5.692, de 11.08.71, foi cometido um erro histórico em nosso país. Todo o 2º grau foi transformado em profissionalizante. Desconheceu-se a realidade fática existente e a impossibilidade de aplicação dessa proposta pela absoluta falta de condições básicas nas Escolas para esse fim. Corrigido o equívoco, depois de uma década de vigência legal, a profissionalização universal e compulsória deixa de existir, com

**"As Escolas Técnicas sempre defenderam um ensino de 2º grau com terminalidade, habilitando o estudante ao pleno exercício profissional."**

a edição da Lei nº 7.044, de 18.10.82.

A mal-sucedida experiência serviu para mostrar que necessitamos de um tipo de escola destinado à profissionalização do estudante, já no nível médio de ensino. Às demais, atribuir-se-á apenas a tarefa de consolidar estudos e aprofundar conhecimentos adquiridos no 1º grau, visando ao ingresso no 3º grau.

As Escolas Técnicas Federais sempre tiveram consciência do seu papel fundamental: habilitar profissionalmente o estudante para o exercício pleno de uma profissão técnica. Ao lado dessa missão, as Escolas procuravam atender demandas específicas de qualificação e requalificação profissional, embora nunca tivesse sido cogitado ser este um dos seus objetivos institucionais prioritários.

Ocorre que esse tipo de preparação de mão-de-obra, extremamente necessário, por óbvio, era missão de outras agências de formação, custeadas com recursos de contribuições compulsórias ou outras dotações públicas e particulares, mas desvinculadas do sistema regular de ensino.

As instituições federais de educação tecnológica são, em número extremamente reduzido, localizadas em pontos determinados de cada estado da federação e, jamais, conseguiriam ou conseguirão atender plenamente essa demanda. Este fato, porém, nunca ficou claro para a comunidade em geral, que, neste ou naquele momento, sempre confundiu a missão básica das Escolas. Talvez tenhamos parte de culpa neste contexto, porque, acostumados ao fazer, à prática, à oficina, ao laboratório, esquecemos de desenvolver uma cultura de divulgação, de **marketing** institucional. Então, diante da evidente necessidade, principalmente em época de desemprego, de programas de qualificação e requalificação de trabalhadores, parece não haver distinção entre os objetivos de uma e outra instituição, que, obviamente, não podem ser os mesmos. As Escolas Técnicas deveriam ter o compromisso principal com a adequada preparação, para o trabalho futuro, do jovem estudante do sistema regular de ensino. O atendimento às necessidades de estudos da população economicamente ativa, de desempregados, ou pessoas que não tiveram a oportunidade de acompanhar o ensino regular deveria ser atribuído a um conjunto maior de agências formadoras, face à elevada demanda e às especificidades da formação.



Com a nova LDB, passamos a nos deparar com novos conceitos e métodos. Sem dúvida, mesmo diante de todas as críticas que temos ouvido a respeito do novo instrumento legal, não podemos deixar de admitir, usando as palavras do próprio senador Darcy Ribeiro, seu relator, **que a mesma incentiva transformações nos vários níveis de ensino, não se preocupando com o ordenamento rígido de normas estatutárias.** Suas premissas abrem o imaginário e estimulam propostas inovadoras. Na verdade, talvez seja esta sua maior virtude.

Quanto aos níveis de ensino, a Lei 9394/96 apresenta uma inovação. Não existem, como anteriormente, 03 (três) níveis distintos. Agora, temos a **Educação Básica**, compreendendo a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, e a **Educação Superior**. A educação profissional é concebida como modalidade de ensino, integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia.

Tão logo editada a nova Lei, o Poder Executivo começou a tarefa de regulamentá-la, através de Decretos e Portarias Ministeriais, retirando, inclusive, projeto de lei que tramitava no Congresso Nacional, dispendo sobre a Educação Profissional. Surgem, então, no nosso universo, o Decreto nº 2.208, de 17.04.97, e a Portaria 646, de 14.05.97, motivos principais da denominada crise, de que falamos no início deste trabalho.

A Reforma da Educação Profissional, proposta pelo MEC, partiu de diagnósticos, prognósticos e estereótipos, capitaneados por consultores contratados, despontando, dentre eles, Cláudio de Moura Castro, ligado a Bancos Internacionais, que atingiram, em

cheio, as convicções e a cultura das comunidades. Por quê? Talvez por ser mais fácil - número pequeno de instituições, sujeitas integralmente ao controle ministerial - as mesmas começaram a ser analisadas negativamente, sendo escolhidas como referenciais para justificar as propostas de mudanças.

**Partiu-se do exame de conseqüências, sem buscar as verdadeiras causas.** Confundiuse a opinião pública, diagnosticando-se a elitização e o custo dessa formação, sem qualquer estudo comparativo, em nível internacional ou, até mesmo, com exemplos similares nacionais, esquecendo-se, também, da análise dos demais sistemas envolvidos, que sempre foram poupados. Prognosticaram-se soluções revolucionárias, ouvindo-se segmentos mais representativos, sob o ponto de

**"A atitude correta frente à Reforma não deve ser a do costumeiro "sou contra" ou, no outro extremo, do mero conformismo com o inevitável."**

vista político ou econômico, sem o atendimento de pedidos contundentes das escolas federais no sentido de que aceitariam a reforma, desde que preservada a experiência de ensino integrado, para formação de técnicos de nível médio. Os estereótipos evidenciaram-se nos reiterados "clichês" usados em livros, artigos e ensaios, do citado consultor, como o publicado recentemente pela revista Veja, de 05 de novembro de 1997, na página 142. Estranhamente, ao que antes propunha um divórcio amigável, neste último ensaio publicado nessa conceituada revista de circulação nacional, o

citado consultor, hoje, afirma que "a separação da educação geral da técnica, prevista na reforma, assemelha-se à proverbial piada do marido traído: **a solução aqui é também tirar o sofá**". Sem comentários....

Mas a legislação aí está e necessita ser interpretada e cumprida. Somos uma instituição pública, vinculada ao Ministério da Educação e do Desporto, sujeita, portanto, à coordenação, ao controle e à supervisão ministeriais. Do ponto de vista legal, já é público meu entendimento no sentido de que a LDB não eliminou a possibilidade da existência da educação profissional integrada ao ensino médio. Ao contrário, o exame contextualizado do texto legal leva à inequívoca conclusão de que na Seção IV, do Capítulo II, do Título V, que trata do Ensino Médio, nos artigos 36, parágrafos 2º e 4º, bem como no próprio caput do art. 39 e também no art. 42, o legislador previu, expressamente, a possibilidade de a educação profissional ser desenvolvida integradamente no Ensino Médio.

Por isso, tão logo expedido o Decreto nº 2.208/97, exaramos parecer, encaminhado ao MEC e às demais co-irmãs, no sentido de que o mesmo teria, na ementa, uma impropriedade, pois não estava regulamentando o § 2º do art. 36, como previa. Tal constatação, de ordem interpretativa legal, porém, não deve levar à conclusão de que a reforma não deva ser promovida. Ao contrário, conforme já afirmamos, somos vinculados ao MEC e este pode optar, como já o fez, no sentido de que, em seus estabelecimentos de ensino, a Educação Profissional, de nível técnico, seja desenvolvida de forma concomitante ou seqüencial ao Ensino Médio. Estamos sujeitos,



mesmo que não concordemos com o mérito, por expressa disposição legal, à coordenação, à supervisão e ao controle ministerial e este é um fato inquestionável.

Sendo assim, acreditamos que a atitude correta frente à Reforma não deva ser a do costumeiro "sou contra" ou, no outro extremo, do mero conformismo com o inevitável. É bem verdade que as mudanças vieram em época extremamente difícil: congelamento de salários, desvalorização do servidor e do serviço público, política de contenção de gastos etc. Também entendemos que, para a adequada implantação de tão revolucionária proposta, as autoridades ministeriais, estrategicamente, poderiam ter partido do reforço do positivo, pois teriam fatos e atos muito significativos para relatar, conseguindo, assim, meio mais favorável às mudanças. Adotaram, porém, posição inversa, procurando apontar defeitos, ao invés de ressaltar virtudes. Eram perfeitamente previsíveis, portanto, as reações existentes, bem como o clima de insatisfação e de pessimismo reinante.

As Escolas Técnicas Federais, porém, têm condições plenas de, passada esta fase inicial, muito compreensível em momentos de mudanças, responder positivamente ao contexto, ajustando-se à legislação vigente, sem perda da identidade institucional. Neste sentido e em termos de perspectivas, no campo da legislação, acreditamos que a regulamentação da Lei nº 8.948, de 08.12.94, que as transformou em Centros Federais de Educação Tecnológica, trará um novo alento

e descortinará um horizonte ainda não totalmente visível a muitos, pelas circunstâncias do momento.

Serão características desses Centros: oferta de educação profissional, levando em conta o avanço do conhecimento tecnológico e a incorporação crescente de novos métodos e processos de produção e distribuição de bens e serviços; atuação prioritária na área tecnológica; conjugação, no ensino, da teoria com a prática; integração efetiva da educação profissional aos diferentes níveis e modalidades de ensino, ao trabalho, à ciência e à tecnologia; utilização compartilhada de laboratórios e recursos humanos pelos diferentes níveis e modalidades de ensino; oferta de

**"É impossível deixar de acreditar num futuro promissor para nossas Escolas Técnicas Federais."**

ensino superior tecnológico diferenciado das demais formas de ensino superior; oferta de formação especializada, levando em consideração as tendências do setor produtivo e o desenvolvimento tecnológico; realização de pesquisas aplicadas e prestação de serviços; desenvolvimento da atividade docente estruturada, integrando os diferentes níveis e modalidades de ensino; desenvolvimento do processo educacional, buscando favorecer, permanentemente, a transformação do conhecimento em bens e serviços, em benefício da sociedade; estrutura organizacional flexível, racional e adequada às suas peculiaridades e objetivos; integração

das ações educacionais com as expectativas da sociedade e as tendências do setor produtivo.

Observadas as características referidas no parágrafo anterior, os Centros Federais de Educação Tecnológica terão como objetivo:

I - ministrar cursos de qualificação, requalificação, e reprofissionalização e outros do nível básico da educação profissional;

II - ministrar ensino técnico, destinado a proporcionar habilitação profissional aos diferentes setores da economia;

III - ministrar ensino médio;

IV - ministrar ensino superior, visando à formação de profissionais e especialistas na área tecnológica;

V - oferecer educação continuada, por diferentes mecanismos, visando à atualização, ao aperfeiçoamento e à especialização de profissionais na área tecnológica;

VI - ministrar cursos de formação de professores e especialistas, bem como programas especiais de formação pedagógica para as disciplinas de educação científica e tecnológica;

VII - realizar pesquisa aplicada, estimulando o desenvolvimento de soluções tecnológicas, de forma criativa, e estendendo seus benefícios à comunidade.

Diante dessas características e objetivos e, na expectativa de que, no momento em que escrevemos este artigo, estas estejam saindo do plano das idéias para se tornarem concretas, com a edição do decreto regulamentador da Lei nº 8.948/94, é impossível deixar de acreditar num futuro promissor para nossas Escolas Técnicas Federais. Que assim seja!



# Normas para a Apresentação de Artigos

Se você quiser colaborar com **thema - homens e máquinas** e publicar artigos de cunho científico, técnico ou humanístico, atente para as instruções abaixo.

1 - A formatação do trabalho deve obedecer ao padrão a seguir:

\* texto em fonte Times New Roman, corpo 12, com linhas de 70 toques e espaçamento duplo, sem margem de parágrafo

\* editor de textos compatível com o Page Maker

2 - O **título** do artigo deve ser claro e objetivo, de forma que expresse nitidamente seu conteúdo. Se for preciso, devem ser usados subtítulos.

3 - Após o título, deve ser colocado o **nome completo** do autor, bem como sua **qualificação acadêmica e profissional**.

4 - Antes do corpo do texto, deve ser apresentado um **resumo** (com até 250 palavras), seguido pelos **unitermos** (palavras-chave para recuperação de informações contidas no artigo).

5 - O autor pode destacar **palavras ou expressões** consideradas importantes para melhor compreensão do texto. Isso facilitará o trabalho de diagramação.

6 - O artigo deve conter, no máximo, 10 laudas.

7 - As **ilustrações** (em preto e branco) devem ser numeradas seqüencialmente, de acordo com sua localização no texto. Podem ser inseridas no texto ou gravadas em disquete à parte.

8 - O(s) **disquete(s)**, acompanhado(s) de uma **via impressa** do trabalho, bem como de uma **foto 3x4** (em preto e branco) do autor, deve(m) ser enviado(s) à Coordenação de Comunicação Social. Também devem ser fornecidos o **endereço completo** e o **telefone** do autor, para futuros contatos.

Obs.: A decisão sobre a conveniência da publicação dos trabalhos fica a cargo do Conselho Editorial. Os artigos não publicados podem ser devolvidos, desde que haja solicitação do autor. O conteúdo dos artigos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores.





Escola Técnica Federal de Pelotas  
Praça 20 de Setembro, 455 - Fone (0532) 29 1000  
Pelotas RS - CEP 96015-360  
<http://www.etfpel.tche.br>