

ISSN 2177-451X

# SINERGIA

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo 

Volume 06, nº 1- Janeiro/Junho de 2005





# SINERGIA

**"associação de vários fatores  
para uma ação coordenada"**

**REVISTA DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO PAULO**



**v. 6 n. 1 janeiro/junho 2005**

**São Paulo**

ISSN 2177-451X

<i>Sinergia</i>	<i>São Paulo</i>	<i>v. 6</i>	<i>n. 1</i>	<i>p. 01- 80</i>	<i>jan./jun. 2005</i>
-----------------	------------------	-------------	-------------	------------------	-----------------------

# SINERGIA

"associação de vários fatores  
para uma ação coordenada"

ISSN 2177-451X

**PRESIDENTE DA REPÚBLICA**  
Luiz Inácio Lula da Silva

**MINISTRO DA EDUCAÇÃO**  
Fernando Haddad

**SECRETÁRIO DE EDUCAÇÃO  
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
Eliezer Moreira Pacheco

**DIRETOR GERAL DO CENTRO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE SÃO PAULO**  
Garabed Kenchian

**DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO  
E PLANEJAMENTO**  
Paulo Fernandes Júnior

**DIRETORA DE ENSINO**  
Carlos Frajuca

**DIRETOR DE RELAÇÕES  
EMPRESARIAIS E COMUNITÁRIAS**  
Arnaldo Augusto Ciquieli Borges

**DIRETOR DA UNIDADE DE ENSINO SEDE**  
Célia Moschiar Pontes

**DIRETOR DA UNIDADE DE ENSINO  
DE CUBATÃO**  
Márcia Helena Rabelo

**DIRETOR DA UNIDADE DE ENSINO  
DE SERTÃOZINHO**  
Carmem Monteiro Fernandes



**CENTRO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO  
TECNOLÓGICA  
DE SÃO PAULO**



A Revista **SINERGIA** é uma publicação semestral do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo e tem por objetivo a divulgação de todo o conhecimento técnico, científico e cultural que efetivamente se alinhe ao perfil institucional do CEFET-SP.

Os artigos publicados nesta Revista são de inteira responsabilidade de seus autores.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos sem a prévia autorização dos autores.

**CONTATO:**

**NÚCLEO EDITORIAL DA REVISTA SINERGIA**  
A/C: *MARIA TERESA MARTINS FURTADO*

*Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé  
São Paulo – SP – CEP 01109-010*

## EDITOR

Raul de Souza Püschel

**COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO**  
Augusto Massashi Horiguti  
Maria Teresa Martins Furtado

**JORNALISTA RESPONSÁVEL**  
Maria Teresa Martins Furtado / Mtb. 20227

**DIAGRAMAÇÃO E ARTE FINAL**  
Augusto Massashi Horiguti

**REVISÃO**  
Cynthia Regina Fisher (Inglês)  
Maria Teresa Martins Furtado (Português)

**APOIO TÉCNICO**  
Elise Silva do Nascimento - IBICT

**DIGITALIZAÇÃO E PUBLICAÇÃO ELETRÔNICA**  
Ademir Silva

**SINERGIA** (Centro Federal de Educação  
Tecnológica de São Paulo).  
São Paulo, v.6 n.1, jan./jun.,  
2005

Semestral

ISSN 2177-451X

1. Centro Federal de Educação Tecnológica  
de São Paulo - Periódicos.

CDU 001(05)"540.6":(81)





## **Índice**

<i>EDITORIAL</i>	<b>05</b>
<i>Raul de Souza Püschel</i>	
<i>Educação ao longo da vida e EAD</i>	<b>09</b>
<i>Siony da Silva</i>	
<i>Entre o bem e o mal, o estranho</i>	<b>14</b>
<i>André Luis Gomes</i>	
<i>Os caminhos da ciência brasileira: os sanitaristas</i>	<b>20</b>
<i>Diamantino Fernandes Trindade/ Lais dos Santos Pinto Trindade</i>	
<i>O valor de O valor da Ciência de Poincaré, cem anos depois de sua publicação</i>	<b>27</b>
<i>Ricardo Roberto Plaza Teixeira/ Alessandra Cristiane Matias</i>	
<i>Perfil dos alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP</i>	<b>36</b>
<i>Ricardo Roberto Plaza Teixeira/ Modesto Pantaléo Jr / Margareth Yuri Takeuchi</i>	
<i>Lazer nos parques públicos do município de São Paulo</i>	<b>44</b>
<i>Glauber Eduardo de Oliveira Santos</i>	
<i>Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento</i>	<b>53</b>
<i>Maria Augusta Pisani</i>	
<i>Sistema didático de sensores digitais agro-ambientais para treinamento em suporte à tomada de decisão</i>	<b>60</b>
<i>José L. Azzolino / Paulo E. Cruvinel / Giorgio G. A. Giacaglia</i>	
<i>Uma breve introdução à acústica veicular</i>	<b>64</b>
<i>Whisner Fraga Mamede</i>	
<i>Trinca a frio na soldagem</i>	<b>71</b>
<i>Alexandre Bezerra</i>	



---

## EDITORIAL

Raul de Souza Püschel

Doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP  
Professor da Área de Códigos e Linguagens do CEFET-SP

Neste número da revista *Sinergia*, primeiramente aparece um artigo de Siony da Silva, que mostra a importância da educação continuada, da educação a distância e das novas tecnologias, como formas auxiliares para o desenvolvimento de competências necessárias para os cidadãos no século XXI.

O texto seguinte, de autoria de André Luís Gomes é um estudo do conto “A benfazeja”, de Guimarães Rosa, à luz da Estética da Recepção e da Psicanálise.

Na seqüência, Diamantino e Lais Trindade falam do papel de Adolpho Lutz, Vital Brazil, Emílio Ribas, Carlos Chagas e Oswaldo Cruz para o desenvolvimento da saúde pública no Brasil.

Em verdadeiro trabalho de iniciação científica, Ricardo Plaza e a aluna Alessandra Matias comentam a atualidade da obra centenária de Poincaré *O valor da ciência*. De novo Plaza e outros dois educandos, Modesto Pantaléo Júnior e Margareth Takeuchi, apresentam um perfil dos alunos que têm ingressado no CEFET-SP para estudar Física, a partir de uma série de questões que permitem saber vários aspectos da realidade de tal aluno.

Das áreas consideradas técnicas surgem os últimos textos. Da unidade-sede, inicialmente, tem-se o artigo de Glauber Santos, em que se estuda uma série de variáveis que determinariam a visitação aos parques públicos. Ao final, o autor propõe sugestões para uma gestão eficiente dos parques da cidade.

Maria Augusta Pisani, por seu turno, discute o baixo impacto ambiental do tijolo de solo-cimento. Tem a autora, no trabalho, o cuidado de discutir especificações; de apresentar um fluxograma para a fabricação e a utilização de tais tijolos; de levantar minuciosamente as etapas de todo o processo, entre outras coisas.

Fechando este bloco, José Azzolino, professor deste CEFET, juntamente com Paulo Cruvinel e Giorgio Giacaglia, apresenta um trabalho, de certo modo interdisciplinar e pedagógico, que permite tomada de decisões agro-ambientais, levando em conta sensores digitais.

Por último, da unidade de Sertãozinho, há o trabalho de Whisner Mamede que discute questões de acústica veicular e o de Alexandre Bezerra sobre formas de se evitar ou minimizar a trinca a frio na soldagem.



---

---

# ARTIGOS





---

# EDUCAÇÃO AO LONGO DA VIDA E EAD

Siony da Silva

Mestre em Educação - Docente do CEFET-SP

*O objetivo deste artigo é demonstrar que a educação a distância, empregando as novas tecnologias da informação e comunicação, pode ser uma aliada no aprendizado ao longo da vida ou aprendizado permanente, colaborando para a educação global do indivíduo.*

*Palavras-chave: educação a distância; novas tecnologias da informação e comunicação; educação ao longo da vida; educação permanente.*

*The objective of this article is to demonstrate that the online learning, using the new technologies of the information and communication can be an ally in the learning to long of the life or the permanent learning, collaborating for the global education of the individual.*

*Key-words: online learning; new technologies of the information and communication; learning to long of the life; permanent learning.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os notáveis avanços tecnológicos na área da informação e comunicação estão promovendo a quebra de barreiras geográficas e temporais, favorecendo o contato das pessoas com outras culturas, com novos ensinamentos e aprendizados.

Este espaço tecnológico, enquanto espaço social representado pela internet e seus recursos, não possui fronteiras, depende apenas da interconexão dos computadores através das redes, e pode propiciar mudanças na forma de comunicação e também mudanças na forma de as pessoas se relacionarem. Tal fato colabora para profundas alterações nos processos de aprender e ensinar.

Neste contexto, a educação pode ocorrer a qualquer momento e em qualquer local, conforme as necessidades pessoais. Convém ressaltar que as novas tecnologias da informação e comunicação possibilitam o acesso à educação em várias fases da vida, e os motivos podem ser, entre outros, melhoria da qualificação profissional, entretenimento, vontade de adquirir novos conhecimentos. Desta forma, a educação terá de se adequar, para responder às necessidades impostas pela sociedade atual, pois não basta ensinar como se usam os recursos tecnológicos, mas também

deve ser desenvolvida uma cultura que integre processos de aprendizado de forma crítica, reflexiva e consciente.

*A educação do século XXI estará atrelada ao desenvolvimento da capacidade intelectual dos estudantes e a princípios éticos, de compreensão e de solidariedade humana. A educação visará a prepará-los para lidar com mudanças e diversidades tecnológicas, econômicas e culturais, equipando-os com qualidades como iniciativa, atitude e adaptabilidade (SILVA & CUNHA, 2002).*

Area (2001) destaca a importância das NTIC (Novas Tecnologias da Informação e Comunicação) em um processo educacional, como elemento de formação global do indivíduo, pois permite

*a qualquer pessoa aprender a aprender (adquirir habilidades para o auto-aprendizado de modo permanente ao longo da vida); saber utilizar a informação (ou seja, buscar, relacionar, elaborar e difundir a informação); saber utilizar os recursos da tecnologia da informação e comunicação; se qualificar profissionalmente e tomar consciência das implicações econômicas, ideológicas, políticas e culturais da tecnologia em nossa sociedade. (tradução livre do espanhol).*

Convém lembrar que as conquistas de bem-estar, alcançadas pela sociedade, aumentaram a expectativa de vida das pessoas, possibilitando o desenvolvimento de diversas dimensões do ser humano, tais como a procura da melhor utilização do tempo livre e também a participação familiar e social, elementos que estimulam a educação permanente.

Delors (1999) ressalta a importância de o conhecimento ser adquirido ao longo da vida, pois

*não basta de fato que cada um acumule no começo da vida uma determinada quantidade de conhecimentos de que possa abastecer-se indefinidamente. É antes necessário estar à altura, para aproveitar e explorar, do começo ao fim da vida, todas as ocasiões de atualizar, aprofundar e enriquecer estes primeiros conteúdos e de se adaptar a um mundo de mudanças.*

Solis (2004) reforça a importância da educação em todas as fases da vida das pessoas, independente do estímulo quer pessoal ou profissional:

*Atualmente, quando se fala em educação, estamos nos referindo a um processo que abarca a vida de uma pessoa desde seu nascimento até sua morte, e compreende, portanto, a escolarização básica, a “pós-obrigatória”, a preparação e a atualização constante para o exercício de uma profissão, assim como qualquer iniciativa formativa que a pessoa aprenda de maneira voluntária ou não e que suponha uma experiência de aprendizagem de qualquer aspecto relacionado com conceitos, formas de fazer ou com atitudes e valores (tradução livre do espanhol).*

Area (2002) destaca a importância do desenvolvimento de ações para a educação não formal para atender às necessidades de pessoas que se encontram à margem da tecnologia (idosos, jovens em idade extra-escolar, mulheres, minorias, etc). Assim, a meta seria “potencializar o acesso e a participação democráticos nas novas redes de comunicação de grupos e comunidades que de alguma forma estão à margem da evolução tecnológica” (tradução livre do espanhol).

Segundo Delors (1999), a educação para o século XXI baseia-se em quatro pilares: aprender a ser, aprender a conhecer, aprender a fazer e aprender a conviver.

Marqués (2000), a partir da classificação de Jacques Delors, em seu informe “A educação encerra um tesouro”, apresenta a tabela 1 das habilidades, que deve ser cultivada para fazer frente à sociedade em que vivemos atualmente.

Dessa forma, a educação para o século XXI contempla a educação ao longo da vida e sinaliza para a possibilidade de as pessoas utilizarem seus conhecimentos, habilidades e curiosidades para seu aprendizado, aprendizado este que pode ocorrer de forma plena, criativa e com consciência da participação de cada um na formação da sociedade em que vivemos.

A educação permanente, ou a educação ao longo da vida, pode responder aos desafios impostos pela sociedade dinâmica e em transformações constantes em que vivemos, e as NTIC podem ser ferramentas para que esse objetivo seja atingido.

A utilização das NTICs na educação, em especial na EaD (Educação a Distância), vem consolidar a possibilidade de educação permanente, pois permite ao indivíduo ter acesso ao aprendizado em qualquer etapa de sua vida, quebrando as barreiras temporais e geográficas, além de atender às necessidades pessoais e profissionais.

O século XX foi caracterizado pela ampliação progressiva da educação básica gratuita e obrigatória, mas o século XXI se caracterizará pela universalidade da educação permanente. Mas a educação permanente não pode ser conseguida unicamente com o ensino presencial, escolarizando toda a população durante uma vida, pois o sistema convencional de educação formal é hoje claramente insuficiente para atender a uma população numerosa e heterogênea que possui necessidades de formação e cultura progressivamente diversificadas (ARETIO, 2001, p.160; tradução livre do espanhol).

A EaD pode facilitar o aprendizado contínuo, pois:

<b>Competências necessárias para os cidadãos do século XXI</b>	
<b>SER</b>	<p><b>Autoconhecimento:</b> buscar o equilíbrio, cultivar a intencionalidade.</p> <p><b>Auto-estima:</b> aprender a ser feliz, aceitar-se...</p> <p><b>Adaptação:</b> às circunstâncias. Disposição de aprender e desaprender. Aceitar o que fez como uma forma de realização, viver com humor.</p> <p><b>Controle</b> da emoção e do estresse.</p> <p><b>Curiosidade:</b> atitude curiosa, observadora e crítica ante o que nos rodeia. Fazer perguntas, investigar.</p>
<b>CONHECER</b>	<p><b>Cultura:</b> conhecimentos, visões do mundo, idéia, instrumentos, formas de comunicação, valores...</p> <p><b>Informação:</b> observar, ler, buscar informação relevante para julgar com base.</p> <p><b>Interpretação e avaliação</b> com pensamento aberto e crítico. Analisar dados.</p> <p><b>Construção</b> do conhecimento.</p> <p><b>Auto-aprendizagem:</b> técnicas de estudo. Reflexão, auto-reflexão. Aprendizagem a partir dos erros. Aprendizagem contínua.</p> <p><b>Idiomas</b></p>
<b>FAZER</b>	<p><b>Iniciativa</b> na tomada de decisões.</p> <p><b>Perseverança:</b> persistir nas atividades ainda que com dificuldades.</p> <p><b>Atitude criativa:</b> maneira de perceber o meio, uma maneira original de realizar as tarefas cotidianas, assumir riscos...</p> <p><b>Motivação:</b> estar disposto a assumir riscos e enfrentar os fracassos ou frustrações.</p> <p><b>Responsabilidade</b> e flexibilidade nas atuações.</p> <p><b>Resolução de problemas:</b> identificar problemas, analisando-os e atuando para solucioná-los; planejar; organizar; aplicar e avaliar.</p> <p><b>Uso eficiente dos recursos:</b> informação, matemática, TIC, tempo...</p> <p><b>Utilização</b> com confiança das técnicas e dos conhecimentos. Possuir bons hábitos de trabalho.</p>
<b>CONVIVER</b>	<p><b>Expressão:</b> falar, escrever, desenhar, apresentar trabalhos e conclusões com eficácia...</p> <p><b>Comunicação:</b> escutar, compreender, afirmar-se, negociar, relacionar-se e revelar empatia. Possuir um bom nível de comunicação interpessoal, com capacidade de gerenciar conflitos, discutir, persuadir e negociar.</p> <p><b>Respeito</b> às pessoas e à diversidade</p> <p><b>Sociabilidade</b></p> <p><b>Cooperação:</b> saber trabalhar cooperativamente em equipe.</p> <p><b>Solidariedade</b></p>

Tabela 1 – Marqués (2000)

- Os cursos podem disponibilizar recursos de comunicação (e-mail, fórum, “chat”) que estimulam o contato entre professor-aluno e aluno-aluno. Tais recursos podem ser utilizados para envio de trabalhos, comentários de conteúdos, respostas a indagações ou dúvidas dos envolvidos no curso, além de criar um ambiente que propicie o conhecimento pessoal de cada participante. Essa interação favorece o aprendizado, a análise e a avaliação do conteúdo ministrado e do conteúdo discutido em grupo, além de estimular o respeito ao outro e o autoconhecimento;

- As formas midiáticas utilizadas no curso podem permitir que cada aluno crie seu próprio caminho de aprendizado. Nesse ambiente, o aluno se torna independente, aprende a ter iniciativa, aprende a aprender, identifica problemas, analisa soluções e toma decisões, baseando-se nos conhecimentos adquiridos em sua cultura e em seu interesse. Desta forma, o professor age como facilitador, conhecendo seu aluno e orientando-o para que o aprendizado ocorra;

- O contato entre os participantes do curso pode ser contínuo, e o professor pode estimular com críticas construtivas, fortalecendo a auto-estima do aluno;

- O aluno torna-se responsável pelo planejamento do seu estudo, criando rotinas de administração de tempo, organização e disciplina que podem ser incorporadas na sua vida pessoal e profissional;

- O acesso à internet facilita a busca de novos conhecimentos e interações com pessoas das mais diferentes culturas e idiomas, estimulando a independência, a autonomia e a autogestão na busca do saber.

O emprego das NTIC na EaD facilita o acesso ao aprendizado a qualquer momento, em qualquer fase da vida das pessoas e pode responder a qualquer motivação do aluno, em relação à atualização profissional, à aquisição de novos conhecimentos, à complementação de estudos, aos conhecimentos de novas culturas, etc. Vale destacar que um curso a

distância pode desenvolver a autonomia, a capacidade de elaborar um planejamento de estudo, a visão reflexiva e a crítica dos conteúdos, além de estimular a criatividade e a busca pelo saber. Mas devemos ressaltar que a EaD não irá resolver os problemas educacionais existentes, pois infelizmente ainda está restrita a uma pequena porcentagem da população que tem acesso aos meios tecnológicos.

Para que a distância entre as pessoas que têm acesso a tais recursos e aquelas que não têm acesso às novas tecnologias não se amplie, são necessárias mudanças institucionais no sistema educativo que contemplem a alfabetização digital, além de políticas que facilitem a aquisição, utilização e incorporação da tecnologia no dia-a-dia, pois dessa forma a educação ao longo da vida gradativamente poderá começar a ocorrer para todos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AREA, M. M. *Sociedad de la información y analfabetismo tecnológico. Nuevos retos para la educación de adultos*. 2001. Em: <http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/documento10.htm> . Data de acesso: 06/2005.

\_\_\_\_\_. *Problemas y retos educativos ante las tecnologías digitales en la sociedad de la información*. 2002. Em: <http://webpages.ull.es/users/manarea/documento15.htm>. Data de acesso: 11/2002.

ARETIO, G. L. Educación a distancia: ayer y hoy. In: ENTONADO, F. B. *Sociedad de la información y educación*. 2001. Em: [http://www.quadernsdigitals.net/datos\\_web/biblioteca/l\\_1400/enLinea/10.pdf](http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/biblioteca/l_1400/enLinea/10.pdf). Data de acesso: 05/2004

DELORS, J. *Um tesouro a descobrir*, 1999, São Paulo: Cortez. Em: <http://4pilares.net>. Data de acesso: 07/2005.

MARQUÉS, P. G. Sociedad de la información. Nueva cultura. Habilidades clave para los ciudadanos del siglo XXI. Nuevas competencias para el profesorado. *Revista Quaderns digitals*, n.º. 22, 2000. Em: <http://www.quadernsdigital.net>. Data de acesso em: 09/2001.

SILVA, E. L. da; CUNHA, M. V. da. A formação profissional no século XXI: desafios e dilemas. *Ciência da informação*, vol. 31, n.º 3, p. 77-82, set./dez. 2002. Em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Data de acesso: 07/2005.

SOLÍS, L. L. Valores democráticos para uma proposta de educación permanente. In: *@gora Digit@l - Revista científica eletrônica*. Primeiro semestre, 2004. Em: [http://www2.uhu.es/agora/digital/numeros/numeros\\_ppal.htm](http://www2.uhu.es/agora/digital/numeros/numeros_ppal.htm). Data de acesso: 02/2005.

**Para contato com a autora:**

Siony da Silva  
[siony.silva@gmail.com](mailto:siony.silva@gmail.com)



## ENTRE O BEM E O MAL, O ESTRANHO

André Luis Gomes

Doutor em Literatura Brasileira pela FFLCH-USP  
Professor de Literatura Brasileira e Literatura Portuguesa na UNICID  
Professor do CEFET-SP

*Tomando como ponto de partida as concepções sobre o leitor implícito e o leitor real, este ensaio consiste, a partir das teorias freudianas, na análise do conto “A Benfazeja”, de Guimarães Rosa, cotejando-o com a tragédia Édipo rei, de Sófocles.*

*Palavras-chave: literatura brasileira; Guimarães Rosa; Freud, estranho.*

*Taking as a starting point the conceptions of the implicit reader and the real one, this essay consists of the analysis, based on Freud’s theories, of “A Benfazeja”, by Guimarães Rosa, comparing it to the greek tragedy King Edipo, by Sófocles.*

*Key-words: brasilian literature; Guimarães Rosa; Freud; strange.*

*“Ler com os óculos de Freud é ler uma obra literária como atividade de um ser humano e como resultado desta atividade aquilo que ela diz sem o revelar, porque o ignora; ler o que ela cala através do que mostra e por que o mostra por este discurso mais do que por outro” (BELLEMIN-NOËL, 1978, p. 12).*

Em “A Benfazeja” – conto integrante de *Primeiras estórias*, de Guimarães Rosa –, o narrador, em terceira pessoa, inicia a narrativa afirmando “Sei que não atentaram na mulher; nem fosse possível”. A assertiva sustenta o fato de que o narrador detém o saber, e o verbo “atentar” no plural inclui o leitor entre os personagens que, segundo ele, não observaram atentamente uma mulher – de início há de se crer que ele se refere àquela que o título já apresenta como uma benfazeja.

O recurso da inclusão do leitor amplia-se com o uso de “vocês” – “Vocês todos nunca suspeitaram que ela pudesse arcar-se no mais fechado extremo, nos domínios do demasiado?” – e, ao longo do desenvolvimento da narrativa, o leitor é colocado numa rede de estruturas, como descreve Iser, “que pedem uma resposta, que obrigam o leitor a captar o texto”<sup>1</sup>. Nessa rede de estruturas, a captação do texto se dá

via leitor implícito para se chegar ao leitor real. Sobre o leitor implícito e o leitor real, escreve Compagnon:

*O leitor implícito propõe um modelo ao leitor real; define um ponto de vista que permite ao leitor real compor o sentido do texto. Guiado pelo leitor implícito, o papel do leitor real é ao mesmo tempo ativo e passivo. Assim, o leitor é percebido simultaneamente como estrutura textual (o leitor implícito) e como ato estruturado (a leitura real).<sup>2</sup>*

Na estrutura textual, o contato entre o narrador e os moradores é estabelecido através de interrogações que se dirigem conseqüentemente também ao leitor: “Acham ainda que não valia a pena? (...) E nem desconfiaram, hem, de que poderiam estar em tudo e por tudo enganados?” (ROSA, 1985, 113)<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Antoine Compagnon. *O demônio da teoria*, p. 151.

<sup>3</sup> A partir dessa citação, quando nos referirmos ao conto, indicaremos apenas o número de página.

<sup>1</sup> Wolfgang Iser. *Der Akt des Lesens*, p. IX. Cf. Antoine Compagnon. *O demônio da teoria*, p. 151.



No conto de Guimarães, o leitor real, além de ser guiado pelo leitor implícito, é, de fato, colocado numa posição passiva na medida em que é também analisado como se fosse um dos moradores do vilarejo. A distância, o narrador tudo observa e, detentor do poder de onisciência, sabe o que os personagens pensam e desejam, afinal “vive-se num lugarejo”. Enquanto os outros ficam desatentos, o narrador mantém-se como observador e passa a analisar o comportamento e os desejos daqueles que ali vivem. Segundo a descrição, o lugarejo tem pequena dimensão, o que propiciaria certa familiaridade, mas “a gente não revê os que não valem a pena”.

Enquanto o leitor é tratado como um dos moradores do lugarejo, o narrador heterodiegético coloca-se distante: “Sou de fora” (p. 115), questionando e, principalmente, provocando um constante desenterrar de significações para que todos, aos quais se dirige, tomem consciência de seus atos, assenhem-se de seus desejos, tencionando o distanciamento necessário para a reflexão: “e, nunca se esqueçam, tomem na lembrança, narrem aos seus filhos, havidos ou vindouros, o que vocês viram com seus olhos terrorosos, e não souberam impedir, nem compreender, nem agraciar” (p. 121-122).

O narrador pede que se passe adiante a sina terrível de Mula-Marmela, que se casa com Mumbungo, homem que é considerado a encarnação do Demo e que, apesar de cometer as mais terríveis atrocidades, teme sua mulher. Os habitantes do lugarejo desejam a morte daquele facínora e sabem que só Mula-Marmela pode executá-la. O desejo da comunidade é logo satisfeito, afinal Mula-Marmela comete o crime desejado por todos: mata Mumbungo. Mas resta Retrupé, o cego, o filho do cão, enteado de Mula-Marmela, que dele se torna guia. Porém, pouco tardará para que a cidade se veja livre daquela presença nefasta: Mula-Marmela o estrangula e abandona aquele lugar. Antes de partir, contudo, recolhe um cachorro morto, “para livrar o logradouro de sua pestilência perigosa,

para piedade de dar-lhe cova em terra, ou para com ele ter com quem ou com quê se abraçar, na hora de sua grande morte solitária” (p. 122).

Na tentativa de provocar associações, o narrador olha, relata e interroga. As indagações são freqüentes e não são textualmente respondidas. Afinal, respostas objetivas não interessam, visto que a intenção é desencadear reflexões naqueles que vivem tão perto no pequeno lugar.

Todavia, a familiaridade inicial não se consoma, uma vez que o logradouro não é merecedor de um nome próprio que o torne lugar situado geograficamente; ao contrário, o lugarejo é um lugar qualquer onde “vive-se perto demais, às sombras frouxas, a gente se afaz ao devagar das pessoas” (p. 113). Além disso, as pequenas dimensões do local levam-nos a pressupor uma exaustiva aproximação entre as pessoas e, por conseguinte, uma convivência rotineira, cotidiana. A familiaridade seria, portanto, o sentimento que permearia toda a narrativa, conseqüência esperada deste lugarejo de reduzidas dimensões, de um lugar-comum com uma escassa população. Entretanto esta familiaridade vai, paradoxalmente, deslocando o considerado conhecido para a posição do desconhecido: os habitantes, por exemplo, nada sabem sobre a mulher que eles tanto temem: “Soubessem-lhe ao menos o nome. Não, pergunto, e ninguém o inteira” (p. 113).

Ver o lugarejo na sua totalidade cotidiana justifica o fato de mais não o voltar a ver. Esse foco que, na posição de amplidão máxima, ilumina todo o lugarejo, causando “sombras frouxas”, se reduz a ponto de total escuridão, provocando indiferenças entre as personagens-habitantes que desconhecem, inclusive, o nome daquela mulher “malandraja, a malacafar, suja de si, misericordiada tão em velha e feia, feita tonta, no crime não arrependida” (p. 113). Guia de seu enteado cego, Mula-Marmela é pormenorizadamente descrita, mas, ao mesmo tempo, é misteriosa e desconhecida na sua completude devido ao desinteresse dos habitantes do lugarejo para

o aparentemente desprezível, visto que todos “não se interessam nulo por ela, não reparam como essa mulher anda, e sente, e vive, e faz” (p. 117).

O cego que pede esmolas, rudemente guiado por Mula-Marmela, é conhecido apenas por Retrupé. Ambas as personagens, pobres de apelido, são costumeiramente vistas nas ruas, porém não são tratadas pelo nome de batismo, pois assim “negando-lhe o de cristão, comunicavam, à rebelde indigência de um e outra, estranha eficácia de ser” (p. 114). Mula-Marmela passa a conduzir seu enteado pelo lugarejo depois de assassinar Mumbungo.

Com esse triângulo formado pela mulher, pelo jovem cego e pelo homem assassinado, João Guimarães Rosa resgata, de certa forma, a tríade de elementos que compõe a tragédia de Sófocles, apresentando a personagem principal ligada a um destino imutável: “a mulher tinha de matar, tinha de cumprir por suas mãos o necessário bem de todos” (p. 115), cometendo assassinatos, causando terror. Sendo, todavia, pelos próprios atos cometidos, digna de piedade, gerando o alívio para aqueles que almejam e assistem aos seus trágicos atos. Articulam-se, assim, duas conflituosas relações nas quais a personagem protagonista está intrinsecamente envolvida: com Mumbungo e com Retrupé, ambos de responsabilidade de Mula-Marmela.

Por meio de elos sutis, podemos cotejar este conto rosiano com *Édipo rei*, de Sófocles. O fato de Retrupé ficar cego remete iminentemente à imagem do herói trágico Édipo confessando, diferentemente daquele, que “(...) foi o deus Apolo que me quis submeter a esta amargura! Porém a mão que golpeou meus olhos não foi a de ninguém, senão a minha: que mais pudera eu desejar ver, se a vista me dava desprazer?” (SÓFOCLES, 1976, p. 82). Porém, em relação à cegueira de Retrupé não temos uma declaração explícita sobre o causador de tal atrocidade, temos apenas suposições e insinuações. Ao tornar-se cego, Retrupé também poderia utilizar as palavras de Édipo, questionando o porquê de ver se não há mais

nada que fosse agradável a seus olhos.

Por outro lado, no nome “Retrupé”, formado por *retro*, que significa movimento para trás, e pelo substantivo *pé*, podemos ver sugestão semelhante ao que se faz com o nome do herói trágico Édipo, cujo significado é *pés inchados*. Significativos traços comuns entre o conto e a tragédia grega são, na verdade, meios de chegarmos “ao conjunto organizado de desejos amorosos e hostis que a criança experimenta relativamente aos pais” (LAPLANCHE, 1967, p. 77), descrição do que Freud considera como complexo de Édipo.

Devemos salientar ainda que há um pai – Mumbungo – que é assassinado, além de seu filho Retrupé e daquela que “desde que morreu o homem-marido, passou a cuidar dele como um filho” (p. 118). Há, entre Mula-Marmela e Retrupé, uma relação que gera comentários e suspeitas de recíproco desejo: “entre eles teria havido alguma concubinagem” (p. 119). Entretanto, através da própria narrativa, tomamos conhecimento de que “ela o conduz, paciente, às mulheres, e espera-o cá fora, zela para que não o maltratem” (p. 120). Explicita-se no conto que o prazer sexual de Retrupé não se dá com o contato físico entre ele e sua madrasta, porém, é através dela, graças à paciência em levá-lo às outras mulheres, é que Mula-Marmela pode realizar o prazer sexual daquele que em determinado momento é tratado como filho. Retrupé, cego, é guiado por Mula-Marmela, e esta exerce sobre ele autoridade e, segundo o narrador, há entre eles “afogados desejos”, pois “o que ele percebe à sua frente é a essência vivaz da mulher, sua sombra-da-alma, fareja-lhe o odor, o lobum?” (p. 117)

Para além dessa possível relação edipiana, em que os desejos e atitudes envolvem as personagens Mula-Marmela e Retrupé, e motivados por ela, há os desejos dos habitantes do lugarejo, e neles e no que sentem há algo de estranho.

Freud, dedicando-se ao estudo do estranho, reconhece que o tema está

relacionado indubitavelmente com o que é assustador, com o que provoca medo e terror. Utilizando-se do termo *unheimlich*, o contrário, de *heimlich* – oposto do que é familiar –, Freud conclui que “aquilo que é estranho é assustador precisamente porque não é conhecido e familiar”, mas inviabiliza esta conclusão ao chamar atenção para o fato de que “nem tudo que é novo e não familiar é assustador”, ou seja, “algo tem que ser acrescentado ao que é novo e não familiar para torná-lo estranho” (FREUD, 1976, p.12). Obviamente Freud apresenta fatores que transformam algo assustador em algo estranho – o animismo, a magia e a bruxaria, a onipotência dos pensamentos, a atitude do homem para com a morte, a repetição involuntária e o complexo de castração. Ao analisarmos o conto, interessam-nos as atrocidades cometidas por Mula-Marmela, atendendo aos desejos dos habitantes, e o fato de Freud acrescentar que “também podemos falar de uma pessoa viva como estranha, e o fazemos quando lhe atribuímos intenções maldosas” (Idem, p. 14).

São, justamente, motivados pela onipotência do pensamento e pelas intenções maldosas, levadas a cabo com o auxílio de poderes especiais, que temos, em “A Benfazeja”, a morte do marido e do enteado da personagem a que se refere o título do conto. Estes dois fatos são marcadamente cruéis e maldosos.

O primeiro não é descrito com detalhes, mas ocorre envolto em um delírio alucinante da executora: ela “matou o marido, e, depois, própria temeu, forte demais, o pavor que se refluiu, caída, dado ataque, quase fria de assombro de estupefaziamento, com o cachorro a uivar. E ela, então não riu” (p. 116). Acrescenta o narrador, para enfatizar este estado alucinatório da personagem, sua própria conclusão, trazendo à memória dos moradores que “os que não a ouviram rir, nem suportam se lembrar direito do delírio daquela risada” (ROSA, 1985, p. 116).

Este ato de maldade deveria e teria de ser executado, e só Mula Marmela poderia

fazê-lo, pois “tinha de cumprir por suas mãos o necessário bem de todos” (p. 116). Portanto, a maldade não estava nela, mas além dela. O sentimento cruel vinha de todos, e ela, enviada, “colocava-se à mercê da justiça (...) sentia mais que todos, talvez e, sem o saber, sentia por todos” (p.116). A personagem é possuidora de poderes secretos, atitudes homicidas, comportamento sinistro e assustador – características estas textualmente destacadas – que a remetem a um mundo teratológico. O narrador chama a atenção para o esticado esqueleto, o sumir de sangue de sanguessuga, os fugidios olhos, “os lobunos” cabelos e o andar em ponta, em sestro de égua solitária, e a selvagem compostura de Mula-Marmela, chegando a considerá-la uma loba e o seu sempre acompanhante enteado, também inserido neste mundo horribilíssimo, um cão.

Ente Mula-Marmela e Retrupé – loba e cão – há uma “incomunhão” e uma relação de ódio e subserviência. Os poderes secretos de Mula Marmela ficam mais sinistros quando analisamos as atitudes dominadoras desta para com o enteado, sempre submisso. Apesar de rezarem ódio, de serem “lé e cré”, há um “acordo de incomunhão” que desloca todo o sentimento de ódio para transformá-lo em fantoche, metaforicamente guiado pelos cordões de “sua dianteira presença”, “pelo jeito”, “pelo odor”. Levado pelas cordas que o guiam, Retrupé é dependente daquela que, insinua o narrador, teria sido a responsável por sua cegueira, que o torna “um ser quase inócuo, um renunciado” (p.114). O fato de Retrupé ser movido pela presença onipotente de Mula-Marmela nos traz, novamente, sensação de estranheza, uma vez que o agir desta personagem ora segue os mandos de sua dominadora, pois “temia-a, a ela, a mulher que o guiava”, obedecendo aos chamados dela – “simples sílaba, entre os dentes, quase esguichado um ‘ei’ ou ‘hã’” (p.114); ora, na ausência desta, é rude, prepotente, cínico e exerce “de obscuro, um mando de alma, qualidade de poder” (p.115). Retrupé, graças a estas qualidades, é também digno de respeito e temor, sendo considerado pelos habitantes



do lugarejo um ser maligno, com uma voz de cão.

A partir desta dualidade comportamental chega-se ao segundo assassinato cometido também por Mula-Marmela. O temor do enteado cego tinha, de fato, motivos para existir, e a cumplicidade entre ambos levaria, incondicionalmente, a este fim trágico, previamente anunciado pelo narrador: “é de crer que, breve, estaremos livres do que não amamos, do que danadamente nos enoja, pasma”. Entretanto, para reforçar o poder exercido pela mulher sobre o enteado, temos o delírio de Retrupé – tal quais os sonhos premonitórios de Édipo – no qual ele tenciona matá-la:

*Tido que já se estava maltreito, quando adoeceu mal, de febre acesa. Sentara-se à beira da rua, para arquejar. De repente, levantou-se, sem bordão, estorvinhado, gritou, bramou: exaltado como um cão que é acordado de repente. Sacou o facão, tacava-o, avançava às doidas, às mesmo cegas, tentando golpeá-la, em seu desatinado furor [mas ela] erguida como estava, permaneceu, não se moveu, não se intimidava? Olhava na direção do não (p.120).*

Guimarães Rosa opta pela negação do agir, o não enfrentamento, para deixar bem clara a superioridade da mulher dominadora, aumentando ainda mais o sentimento de inferioridade do cego Retrupé. Mula-Marmela executa, segundo o que dizem os moradores, o fato final, o estrangulamento do “pobre-diabo”, deixando-lhe marcas de suas unhas e dedos cravados em seu corpo.

O narrador está procurando os porquês de tais atrocidades e insinua que os desejos inconscientes daqueles que moram naquele lugarejo são responsáveis pelos atos cometidos. A realização concreta desses atos vem consolidar, portanto, o desejo de todos de uma comunidade. Como indica Freud, temos o estranho ligado à onipotência de pensamentos, à pronta realização de desejos, aos maléficos poderes secretos que, no conto, redundaram no assassinato daqueles a quem

os habitantes consideravam a encarnação do Demo.

Este sentimento (*unheimlich*), ligado à onipotência do pensamento, representa-se, no conto, por meio do desejo ocultado pela comunidade, pois “é verdade que se pode matar uma pessoa com o mero desejo da sua morte” (FREUD, 1976, p.19). O próprio narrador adverte-nos que

*o assassinado por ela era um hediondo, o cão de homem, calamidade horribilíssima, perigo e castigo para os habitantes deste lugar. Do que ouvi, a vocês mesmos, entendo que, por aquilo, todos lhe estariam em grande dívida, se bem que de tanto não tomando tento, nem essa gratidão externassem (p. 114).*

A situação não se altera quando a morte de Retrupé ocorre e o narrador ironicamente interroga os moradores: “Vocês, distantemente, ainda a odiavam?” (p.121), numa direta insinuação de que, novamente, eles deveriam, ao invés de odiar Mula-Marmela, externar gratidão. Soma-se a esses dois fatos outro desejo que, quando realizado, completa a satisfação de todos: a própria Mula-Marmela abandona o logradouro. Os moradores, que sabem das atrocidades por ela cometidas, permitem a fuga “porque maior era o alívio de a ver partir, para nunca (...)” (p. 121).

João Guimarães Rosa retoma, com as devidas peculiaridades e distâncias, elementos da tragédia grega para discutir o bem e o mal, mostrando, via ficção, que o critério aparentemente rigoroso que os separa se fragiliza. As fronteiras ficam ainda menos rígidas quando, apoiados nas teorias freudianas, salientamos que tudo passa a depender de uma natureza humana inconstante, movida a desejos e tudo pode ser (para) o bem ou (para) o mal. Assim, mesmo persuadidos pelo título do conto, se pode indagar: levando em consideração os atos atroz, a protagonista é uma Benfazeja?

**REFERÊNCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

Para contatos com o autor:

candidogomes@uol.com.br

ARISTÓTELES, *Poética*. Porto Alegre: Globo, 1966.

BELLEMIN-NOËL, Jean. *Psicanálise e literatura*. São Paulo: Cultrix, 1978.

COMPAGNON, Antoine. *O demônio da teoria*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

FREUD, S. *Uma criança é espancada: sobre o ensino da psicanálise nas universidades e outros trabalhos*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

\_\_\_\_\_. *A interpretação dos sonhos*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

\_\_\_\_\_. *Totem e tabu*. Rio de Janeiro, Imago, 1974.

GUIMARÃES ROSA, João. *Primeiras histórias*. 13. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1985.

LAPLANCHE, J.B; PONTALIZ, J. *Vocabulário da psicanálise*. 8. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1967.

MEZAN, Renato. A medusa e o telescópio ou Verggasse 19. In: NOVAES, Adauto et alii. *O olhar*. São Paulo: Companhia das Letras, 1988, pp. 445-477.

SÓFOCLES. *Édipo rei*. Ed. Tecnoprint, s/d.

---

## OS CAMINHOS DA CIÊNCIA BRASILEIRA: OS SANITARISTAS

Diamantino Fernandes Trindade

Professor de História da Ciência do ISE Oswaldo Cruz  
Professor de Ensino e Divulgação da Ciência do CEFET-SP  
Doutorando em Educação – PUCSP

Lais dos Santos Pinto Trindade

Professora de Metodologia das Ciências das Faculdades Integradas de Boituva  
Professora de Psicologia da Aprendizagem das Faculdades Integradas de Boituva  
Mestre em Educação – UNICID

*O objetivo deste trabalho é mostrar o desenvolvimento da saúde pública no Brasil, bem como o brilhante trabalho dos principais médicos sanitaristas brasileiros que, no final do século XIX e início do século XX, com suas ações e dedicação, contribuíram para que milhões de brasileiros não fossem dizimados por várias epidemias.*

*Palavras-chave: saúde pública; ciência; cientistas.*

*The purpose of this work is to show the development of the public health in Brazil, as well as the brilliant of the main Brazilian sanitary physicians, at the end of the 19<sup>th</sup> century and the beginning of the 20<sup>th</sup> century who, with their actions and dedication, contributed so that millions of Brazilian not decimated by several epidemics.*

*Key-words: public health; science; brazilian scientists.*

### INTRODUÇÃO

Mestre João exercia as funções de astrólogo e físico na expedição de Pedro Álvares Cabral e foi o primeiro europeu a exercer funções médicas no Brasil. Em sua carta, datada de 1º de março de 1500, enviada ao rei D. Manuel, fala dos bons ares e do clima ameno da nova terra, bem como da ausência de várias doenças comuns na Europa. Poucas enfermidades acometiam os índios e, quando isso ocorria, eram tratadas pelos pajés, que associavam “práticas mágicas” ao uso de ervas nativas com propriedades curadoras.

Os europeus trouxeram com eles uma trágica herança para os nativos da terra: doenças aqui desconhecidas, como a varíola e o sarampo, que mataram milhares deles. Vieram de lá também a tuberculose, a lepra, as doenças venéreas, entre muitas outras formas de doenças. Com os escravos chegaram outras, entre elas a febre amarela e diversas verminoses.

Essas doenças adaptaram-se e

acabaram por tornar-se endêmicas e epidêmicas. A nova terra, antes sadia, tornou-se, segundo o professor Miguel da Silva Pereira, *um “imenso hospital” nos albores do século XIX*. Como não eram conhecidas as etiologias, tratavam-se apenas os sintomas. Contribuiu significativamente, para esse estado de coisas, a vinda da Família Real, com mais de quinze mil pessoas, que ajudaram a proliferar tais doenças.

O saneamento era quase inexistente, em função do descaso das autoridades públicas pelo tratamento de esgotos. A distribuição de água potável se dava em chafarizes de onde os escravos a transportavam para as residências. O processo de construção de aquedutos era muito lento. O da Carioca, no Rio de Janeiro, demorou cerca de 150 anos para ficar pronto. As condições dos esgotos eram deploráveis. Conforme Katinsky (1994): *os dejetos eram deixados em grandes barris (tigres) e um escravo, à noite, de preferência, despejava-o no ponto mais próximo do rio, ou eram acumulados em “casinhas”, dentro*



*de um buraco no terreno dos fundos das casas (fossas negras).*

No verão a situação tornava-se ainda pior e, no Rio de Janeiro, os escravos tinham a desagradável tarefa de levar os dejetos das residências até as praias. Recebiam então a denominação de “tigres”, talvez pela cor tigrada com que os dejetos fecais sujavam as suas peles. Como havia grande facilidade de recrutar “tigres”, a construção de rede de esgotos foi protelada por muito tempo.

Na segunda metade do século XIX, em decorrência dos estudos feitos na área da saúde sobre as relações entre os microorganismos presentes na água potável, hábitos higiênicos, serviços de tratamento de esgotos e a proliferação de doenças, alguns médicos e engenheiros iniciaram certas ações no sentido de fornecer melhores condições de vida à população. Só então as redes de esgoto foram construídas.

Uma grande contribuição foi dada por Louis Pasteur, responsável por descobertas que possibilitaram o desenvolvimento de soros e vacinas, além da demonstração experimental da teoria dos micróbios causadores de doenças, que originou um interessante processo social denominado de “revolução pasteuriana”, modificando substancialmente as práticas científicas, os hábitos cotidianos e a medicina a partir do final do século XIX.

D. Pedro II mantinha estreitas relações com Pasteur e teve o seu primeiro contato com o cientista numa das sessões da Academia de Ciências da França. Em 1873, visitou-o em seu laboratório e expôs-lhe o problema do surto de febre amarela em algumas cidades brasileiras. A troca de correspondências entre eles tornou-se rotineira, e Pasteur colaborou para o desenvolvimento da ciência brasileira enviando vários trabalhos de pesquisa dos seus laboratórios e recebendo dez jovens médicos brasileiros para participarem de cursos no Instituto Pasteur em Paris.

Iniciou-se, assim, a fase científica da medicina brasileira. Em 1892, o governo do estado de São Paulo criou o Serviço Sanitário,

responsável pela instalação do Instituto Vacinogênico (1892), do Instituto Bacteriológico (1893) – onde começou a pesquisa microbiológica no Brasil – e do Instituto Butantan (1899). O Instituto Butantan e o Instituto Soroterápico Federal, em Manguinhos, no Rio de Janeiro, foram criados com a finalidade de produzir soros e vacinas para combater a peste bubônica, cuja primeira manifestação ocorreu em 1899. Anteriormente (1888) fora criado o Instituto Pasteur, no Rio de Janeiro, com o intuito de produzir uma vacina para o combate da hidrofobia. O Instituto Pasteur de São Paulo foi criado em 1903.

Alguns médicos sanitaristas obtiveram destaque no controle de epidemias no Brasil. Em 1893, Adolpho Lutz passou a dirigir o Instituto Bacteriológico, iniciando em São Paulo a pesquisa médica. Juntamente com Vital Brasil, trabalhou no controle da manifestação de peste bubônica em Santos. O surto de febre amarela na região de Campinas foi combatido pelo diretor do Serviço Sanitário, Emílio Ribas. O médico e sanitarista Oswaldo Cruz, de Manguinhos, foi convocado pelo governo federal para combater epidemias que matavam milhares de pessoas na região, como a febre amarela, a varíola e a peste bubônica. Carlos Chagas teve um papel importante na história da investigação médica, com a descoberta do parasita e do inseto transmissor da enfermidade que ficou conhecida como “doença de Chagas”. Vejamos então um pouco do trabalho destes trabalhadores incansáveis pela saúde do povo brasileiro.

## ADOLPHO LUTZ

O médico, sanitarista e pesquisador Adolpho Lutz nasceu em 18 de dezembro de 1855 no Rio de Janeiro. Aos dois anos de idade foi levado para a Suíça, terra natal de seus pais. Formou-se em medicina pela Universidade de Berna, em 1880. Em 1881 retornou ao Brasil, instalando seu consultório

na cidade de Limeira, interior de São Paulo. Ali atendeu a população carente entre 1881 e 1886. Ia freqüentemente à Europa para atualizar-se em centros científicos mais avançados como Paris, Viena e Londres, trazendo esse conhecimento para o Brasil. Foi em Hamburgo, na Alemanha, que realizou pesquisas sobre a causa da lepra (hanseníase), com o professor Unna. Esta doença matou uma parte significativa da população do Havaí. Lutz, prontamente, viajou para lá, instalando-se em Honolulu no ano de 1889. Assumiu o cargo de diretor do hospital de Kalihi, na ilha Molocai. Após árduo trabalho, contribuiu significativamente para a erradicação da doença. Retornou ao Brasil em 1892, desta vez fixando-se em São Paulo.

Muitas doenças assolavam a cidade, como a varíola, a febre tífica, a febre tifóide, a cólera, a malária e a tuberculose. Em 1893 uma epidemia de cólera, doença pouco conhecida na época, mobilizou os pesquisadores e técnicos do Instituto Bacteriológico. Adolpho Lutz, já como diretor desse instituto, utilizou um método eficiente para a época, no sentido de diagnosticar a doença. Alguns médicos mais conservadores contestavam o diagnóstico da cólera pelos sintomas (grave disenteria). Adolpho enviou, então, para algumas clínicas européias, amostras de fezes de várias pessoas contaminadas, e os resultados confirmaram o seu diagnóstico. Pesquisou e demonstrou também a presença, em São Paulo, da disenteria amebiana, da escarlatina e do mosquito transmissor da malária.

Outro marco importante de sua pesquisa foi a identificação do mosquito *Aedes aegypti* como veículo do vírus causador da febre amarela. Em 1902, juntamente com Emilio Ribas, serviu de cobaia numa arriscada experiência que viria a comprovar o mecanismo da transmissão dessa doença. Adotou, então, algumas medidas para erradicá-lo, como o uso de vapor de enxofre e de pó de piretro, além de exterminar as larvas com o uso de querosene e essência de terebintina nas águas paradas.

Em 1908, deixou o Instituto

Bacteriológico e aceitou o convite de Oswaldo Cruz para trabalhar no Instituto Manguinhos, onde ficou até a sua morte, em 6 de outubro de 1940. A partir de então, o Instituto Bacteriológico recebeu o nome de Instituto Adolpho Lutz, em homenagem a este brilhante cientista brasileiro.

## VITAL BRAZIL

O célebre médico brasileiro nasceu em 28 de abril de 1865, na cidade mineira de Campanha, no dia de São Vital. Recebeu então o nome de Vital Brazil. Mineiro de Campanha, ingressou na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro aos 21 anos. Com poucos recursos financeiros, fazia plantões como escrivão nas delegacias de polícia, para custear seus estudos. Graduou-se em 1891. Depois de formado, participou do combate a epidemias como cólera, varíola e febre amarela no interior de São Paulo.

Em 1896 foi para a cidade paulista de Botucatu. Ali constatou um significativo aumento dos acidentes com cobras, decorrentes dos desmatamentos. Passou então a se dedicar à pesquisa ofídica, montando, em 1899, um laboratório na fazenda Butantan, em São Paulo, que depois se transformaria no Instituto Butantan. Na sua administração, entre 1901 e 1919, este instituto tornou-se conhecido no mundo inteiro pela produção de soros antiofídicos e pelos seus serpentários. Ainda em 1899, surgiu, no porto de Santos, uma gravíssima epidemia que se propagou até o Rio de Janeiro e a outras cidades brasileiras. A suspeita recaiu sobre a febre amarela. Sob a orientação de Adolpho Lutz, conseguiu culturas positivas do microorganismo da peste. Oswaldo Cruz prosseguiu nas pesquisas de Vital, que contraíra a doença em caráter benigno, e constatou que era a peste bubônica.

Passou depois a estudar os trabalhos do médico francês Albert Calmette, que havia produzido um antídoto para o veneno das cobras najas. Vital aprofundou essas pesquisas

e desenvolveu o soro antiofídico para as cascavéis e jararacas, as espécies que mais causavam mortes no Brasil. Com esse soro, as mortes pelas picadas destas cobras reduziram-se em 50%.

Em 1916, numa conferência nos Estados Unidos, apresentou os trabalhos do Instituto Butantan. Suas pesquisas tiveram pouca repercussão, já que os americanos consideravam baixo o risco de picadas entre os trabalhadores rurais, já que estes trabalhavam calçados. Enquanto aguardava o navio que o traria de volta ao Brasil, foi chamado às pressas para atender um funcionário do zoológico do Bronx que havia sido picado por uma cobra e corria risco de morte. Vital utilizou algumas ampolas do soro antiofídico que trouxera do Brasil, e aplicou no paciente. Depois de doze horas, o funcionário do zoológico já estava fora de perigo. O fato tornou-se manchete no jornal *The New York Times* e teve repercussão mundial.

Depois de vinte anos de incansável trabalho no Instituto Butantan, mudou-se para Niterói, onde fundou o Instituto Vital Brazil. Morou o resto da vida nessa cidade, onde faleceu no dia 8 de maio de 1950.

## EMÍLIO RIBAS

Emílio Marcondes Ribas nasceu no dia 11 de abril de 1862, em Pindamonhangaba, no estado de São Paulo. Desde pequeno sonhava em ser médico. O sonho se concretizou em 1887, quando se formou na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. Logo após, retornou ao interior de São Paulo para exercer a sua profissão. Tinha fortes ideologias políticas e fundou um clube republicano para fazer frente ao Império decadente. Foi nomeado, pelo governo de São Paulo, inspetor sanitário e participou no combate a várias epidemias que assolavam algumas cidades paulistas.

Nessa função participou da higienização de Jaú e Campinas, orientando a

canalização de córregos e a remoção do lixo das ruas. O sucesso das suas ações conduziram-no à direção do Serviço Sanitário, em 1895, cargo que ocupou por quase 20 anos. Combateu o surto de febre amarela, exterminando seis mil viveiros de mosquitos *Aedes aegypti*. Em pouco tempo, a mortalidade causada pela febre amarela foi reduzida a apenas dois casos no estado de São Paulo. Foi por sua iniciativa que o governo paulista adquiriu a fazenda Butantan, onde se instalou o instituto com o mesmo nome.

Outro problema grave de saúde pública que mereceu a atenção de Emílio Ribas foi a lepra (hanseníase). Em 1913 foi comissionado pelo governo de São Paulo para estudar a questão dessa doença. Dedicou-se intensamente à melhoria das condições de tratamento dos leprosos. Em várias publicações orientou cientificamente, de acordo com as mais modernas aquisições, as diretrizes para o tratamento da doença. Considerava uma falta de humanidade o isolamento dos portadores. Construiu então, para eles, um asilo nas proximidades da cidade de São Paulo, que visitava três vezes por semana.

Durante a sua administração foram completamente debeladas as periódicas epidemias de varíola no estado de São Paulo, graças à disseminação interna da vacina. Estudou e pesquisou intensamente a forma epidêmica paravariólica conhecida popularmente como alastrim, apresentando os resultados em vários centros científicos, onde foram bem aceitos.

Todos os assuntos sanitários eram abordados por Emílio Ribas. Criou frentes de combate à tuberculose, à difteria, ao paludismo, ao tracoma e a outras doenças. Além do Instituto Butantan, fundou também a Seção de Proteção à Primeira Infância, a Inspetoria Sanitária Escolar, o Serviço de Profilaxia e Tratamento do Tracoma. Reorganizou o Serviço Sanitário, o Desinfectório Central, o Hospital de Isolamento, o Laboratório de Análises Químicas e Bromatológicas e o Laboratório



Farmacêutico.

Ribas estudou a febre amarela em Cuba e mostrou aos médicos brasileiros que em nosso país a doença era combatida de forma errada. Em 1902 fez uma investida pioneira e histórica, isolando-se numa sala, juntamente com Adolpho Lutz e outros voluntários, com um mosquito transmissor da febre amarela (*Aedes aegypti*) que havia picado um doente. Foram contaminados e internados para tratamento. Simultaneamente, outros voluntários ficaram dez dias dormindo com camisas sujas de vômito e urina dos doentes, saindo ilesos do experimento. Ribas comprovou, então, que não havia contágio direto, sendo inútil a manutenção dos doentes no Hospital de Isolamento. Nesse hospital, que em 1932 recebeu o nome de Hospital Emilio Ribas e hoje é o mais importante instituto de infectologia da América Latina, o ilustre filho de Pindamonhangaba morou durante 30 anos, tendo falecido no dia 19 de fevereiro de 1925.

## CARLOS CHAGAS

Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas nasceu na cidade mineira de Oliveira em 9 de julho de 1878. Aos 16 anos ingressou na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. Formou-se em 1903. Em 1905 participou de uma bem-sucedida campanha de combate e erradicação da malária no interior do Estado de São Paulo. Sua ação eficaz, que se baseava na desinfecção familiar, tornou-o conhecido como autoridade científica em todo o mundo. Em 1906 passou a integrar a equipe do Instituto Oswaldo Cruz, para mais tarde assumir o cargo de diretor de Saúde Pública.

Chagas viajava constantemente pelo interior do Brasil para trabalhar no combate a epidemias. Montou seu laboratório num vagão de trem, vizinho ao seu quarto de dormir. Fazia muitas visitas familiares para desinfecção e, numa dessas visitas, a um casebre na cidade baiana de Lassance, notou que nas paredes existiam vários espécimes do inseto chamado, popularmente, de barbeiro. Recolheu alguns

deles e os levou para estudos em seu laboratório. Nessa pesquisa conseguiu identificar o parasita do barbeiro, que ele denominou de *Trypanossoma cruzi*, em homenagem a Oswaldo Cruz. Descobriu também a existência desse inseto em animais domésticos e, informado de que vários moradores do local padeciam de doenças estranhas, dedicou-se a estudar a relação entre essas doenças e o parasita. A sua ampla pesquisa possibilitou, além da descoberta do parasita, determinar a sua anatomia patológica, a epidemiologia, as formas clínicas, os meios de transmissão, a profilaxia e a sintomatologia da doença. Em 1909, anunciou a descoberta do parasita no sangue de uma menina de três anos, chamada Berenice, que ele curou, e só morreu aos oitenta e dois anos. A repercussão da sua pesquisa foi tão grande que o mal ficou conhecido em todo o mundo como doença de Chagas, e ele foi indicado para o Prêmio Nobel em 1913, 1920 e 1921.

Segundo Tiner (2004), Chagas participou efetivamente no levantamento das condições sanitárias dos habitantes da Amazônia, liderou a campanha contra a epidemia de gripe espanhola no Rio de Janeiro e publicou vários trabalhos de grande valor científico. Em 1912, recebeu o prêmio Schaudinn, conferido pelo Instituto de Doenças Tropicais de Hamburgo, na Alemanha, pelos seus estudos em protozoologia e microbiologia. Após a morte de Oswaldo Cruz, em 1917, foi nomeado diretor do Instituto Oswaldo Cruz. A partir de 1920, passou a exercer o cargo de diretor do Departamento de Saúde Pública. Em 1921 tornou-se o primeiro brasileiro a receber o título de doutor *honoris causa* pela Universidade de Harvard. Em 1925, recebeu Albert Einstein quando da sua visita ao Instituto de Manguinhos.

Faltou ao trabalho, no Instituto Oswaldo Cruz, apenas no dia de sua morte, em 9 de novembro de 1934. Carlos Chagas Filho declarou à revista *Isto é* que, poucos dias antes de morrer, seu pai tinha manifestado

os sintomas da doença que havia descoberto. “Ele sabia que estava contaminado e escondeu.”

## OSWALDO CRUZ

Oswaldo Gonçalves Cruz nasceu em São Luís do Paraitinga, no interior do estado de São Paulo, no dia 5 de agosto de 1872. Ingressou na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro aos quinze anos e formou-se em 1892. Em 1896 foi para Paris e se especializou em bacteriologia no famoso Instituto Pasteur, onde deixou um grande número de admiradores pela sua inteligência e dedicação aos estudos. Especializou-se também em urologia, pois sabia que as doenças venéreas eram um problema grave, principalmente a gonorréia, que contaminava muitos brasileiros.

A peste bubônica assolava o Rio de Janeiro, e o diretor do recém-criado Instituto Soroterápico de Manguinhos, barão de Pedro Afonso, solicitou à direção do Instituto Pasteur que enviassem um técnico para auxiliar no combate à epidemia. A indicação recaiu sobre Oswaldo Cruz, que se tornou diretor-técnico, em 1900, e diretor-geral em 1902. Sob a supervisão de Oswaldo, o Instituto Soroterápico preparou os soros e as vacinas necessários para o combate à doença. Sob sua direção, o Instituto de Manguinhos passou a exercer atividades de pesquisa e formação, além da produção de soros. Conforme Santos Filho (1979), Oswaldo Cruz *construiu para sede do Instituto um verdadeiro palácio em estilo mourisco, contratou auxiliares e ensinou-lhes a investigação científica ordenada, enviou-os à Europa para especialização, orientou-os nas pesquisas, criou um curso de Medicina Experimental e fundou a revista intitulada Memórias do Instituto Oswaldo Cruz (1909). O Instituto tomara seu nome e foi por ele dirigido até a sua morte em 1917. O pesquisador da Fiocruz, Paulo Gadelha, declarou à revista Isto é que ele queria construir um Templo da Ciência, um símbolo.*

*Por isso tanto luxo e ornamentos.*

Aos candidatos às vagas de pesquisador no Instituto Manguinhos fazia a seguinte pergunta: *o que o senhor sabe sobre bacteriologia?* Se a resposta fosse “muita coisa” ou “tudo”, o candidato era imediatamente reprovado. Se dissesse “nada, mas quero aprender”, era imediatamente aceito. Quando assumiu a direção do Instituto tinha a intenção de preparar novos pesquisadores, ensinando-lhes o que havia aprendido na Europa.

Em 1904 o Rio de Janeiro, então com cerca de 800 mil habitantes, era uma cidade perigosa em função do grande número de doenças como tuberculose, febre amarela, peste bubônica, varíola, tifo, cólera e outras enfermidades contagiosas. A capital da República era uma vergonha nacional. O presidente Rodrigues Alves resolveu agir para acabar com elas, convocando para isso Oswaldo Cruz. Suas políticas de saneamento mexeram com a vida dos cariocas, principalmente com a dos pobres. Em outubro de 1904, entrou em vigor a Lei da Vacina Obrigatória para conter o surto de varíola que dizimava milhares de pessoas, o que gerou petições contrárias assinadas por cerca de quinze mil pessoas. Oswaldo Cruz propôs uma arrojada regulamentação que exigia comprovantes de vacinação para matrículas em escolas, empregos, viagens, hospedagens e casamento. Além disso, os agentes sanitários invadiam as casas e os cortiços para eliminar focos do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da febre amarela, e para limpar caixas d’água e calhas. A polícia sanitária multava donos de imóveis insalubres. Os doentes deveriam ficar isolados em suas casas.

Todas estas ações geraram muitos protestos da população e da imprensa, em parte pela falta de informação, e estabeleceu-se a chamada “Revolta da Vacina” com muitas greves e tiroteios. O governo levou seis dias para conter o motim, após o que suspendeu a obrigatoriedade da vacina. Em 1908, uma grande epidemia de varíola acabou por levar a população em busca de ajuda aos postos de

vacinação, atestando, então, a validade dos métodos de Oswaldo Cruz. De acordo com Tiner (2004), *um ano antes fora declarada a erradicação da febre amarela. Ainda em 1907, ele recebeu a medalha de ouro no XIV Congresso Internacional de Higiene e Demografia de Berlim.*

Em 1913, foi eleito para a Academia Brasileira de Letras e, em 1916, assumiu o cargo de prefeito da cidade de Petrópolis, onde morava desde 1915. Faleceu, aos 54 anos, em 11 de fevereiro de 1917.

Estes cinco brilhantes médicos tinham uma íntima relação de trabalho e pesquisa. Nunca tiveram a preocupação de conquistar cargos a qualquer preço ou de publicar centenas de artigos em revistas internacionais. Eram simples e dedicaram suas vidas à saúde pública e ao povo. Por isso foram grandes homens e grandes cientistas. Por isso sempre estarão vivos no coração da humanidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCASTRO, Luiz Felipe (org.). *História da vida privada no Brasil*. Vol.2. São Paulo: Companhia das Letras, 1977.

CARVALHO, José Murilo. Abaixo a vacina! In: *Nova História*, nº.13. Rio de Janeiro: Biblioteca Nacional, 2004.

KATINSKY, Julio Roberto. Sistemas construtivos coloniais. In: VARGAS, Milton. *História da Técnica e da Tecnologia no Brasil*. São Paulo: Unesp/CEETEPS, 1994.

MOTOYAMA, Shozo. *História das ciências no Brasil*. São Paulo: EPU/Edusp, 1979.

MOTOYAMA, Shozo. *História das ciências no Brasil*. São Paulo: EPU/Edusp, 1979.

MOTOYAMA, Shozo (org.). *Prelúdio para uma história: Ciência e Tecnologia no Brasil*. São Paulo: Edusp/FAPESP, 2004.

RAEDERS, Georges. *Dom Pedro II e os sábios franceses*. Rio de Janeiro: Atlântica, 1944.

RIBAS, Emilio. *Archivos de hygiene e saúde pública*. Vol.1, nº1, p.7-12. São Paulo, 1936.

REIS, João José. O cotidiano da morte no Brasil oitocentista. In: ALENCASTRO, Luiz Felipe (org.). *História da vida privada no Brasil*. Vol.2. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

SANTOS FILHO, Lycurgo de Castro. A medicina no Brasil. In: FERRI, Mário Guimarães.

TINER, John Hudson. *100 cientistas que mudaram a história do mundo*. Rio de Janeiro: Prestígio Editorial, 2004.

## OUTRAS REFERÊNCIAS

[http://ctjjovem.mct.gov.br/index.php?action=content/view&cod\\_objeto=1990](http://ctjjovem.mct.gov.br/index.php?action=content/view&cod_objeto=1990). Data de acesso: 22/05/2005.

<http://www.terra.com.br/istoé/biblioteca/brasileiro/ciencia>. Data de acesso: 22/05/2005.



---

## O VALOR DE *O VALOR DA CIÊNCIA*, DE POINCARÉ, CEM ANOS DEPOIS DE SUA PUBLICAÇÃO

Ricardo Roberto Plaza Teixeira

Doutor em Física  
Professor da Licenciatura em Física CEFET-SP  
Professor da da PUC-SP

Alessandra Cristiane Matias

Estudante do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP

*O livro O valor da ciência, escrito por Henri Poincaré, está completando cem anos em 2005. Ele apresenta discussões históricas, filosóficas, científicas e educacionais importantes para aqueles que querem compreender a ciência do século XX. Apresentamos neste artigo uma análise das três partes do livro, bem como reflexões a respeito do trabalho de Poincaré e da sua importância nos dias de hoje.*

*Palavras-chave: física; história da ciência; matemática; relatividade; relativismo.*

*The book The value of science written by Henri Poincaré is making hundred years in 2005. It presents historical, philosophical, scientific and educational discussions that are important to those who want to understand the science of the 20<sup>th</sup> century. We present in this article a analysis of the three parts of the book, and also reflections about the work of Poincaré and its importance nowadays.*

*Key-words: physics; history of science; mathematics; relativity; relativism.*

### INTRODUÇÃO

O ano de 1905 tem para a história da ciência imensa importância: este é o ano das grandes “descobertas” de Albert Einstein e desta forma é considerado como sendo o ano miraculoso ou ano *mirabilis* de Einstein. Em 2005, completamos 100 anos de tão grandiosas descobertas, sobretudo da sua Teoria da Relatividade Especial. Por isto, este ano de 2005 foi declarado pela UNESCO como sendo o Ano Mundial da Física e, pelo mundo, diversos eventos comemoraram a sua importância.

Tais comemorações fazem pensar na importância de uma outra obra que também “comemora” neste ano de 2005 o seu centenário: *O valor da ciência* (*La valeur de la science*, seu título original em francês), de Henri Poincaré. Quem foi Henri Poincaré?

Qual a importância de tal obra para a ciência daquela época? Quais as contribuições dos estudos de Poincaré para os trabalhos de Einstein e de outros cientistas da época? Estas são algumas perguntas que pretendemos responder neste artigo.

### UMA BREVE BIOGRAFIA DE POINCARÉ

Poincaré foi um grande popularizador da ciência, por meio de obras como *Ciência e hipótese*, *Ciência e método* e *O valor da ciência*. Estes livros se preocupam com a fundamentação filosófica, matemática e empírica da ciência. Poincaré foi também um matemático de destaque e trouxe à ciência de sua época inúmeras contribuições.

Jules Henri Poincaré nasceu em 29 de abril de 1854, em Nancy, na França. Filho do médico e professor universitário Leon Poincaré e de Eugénie Launois, estudou no Liceu de Nancy de 1862 a 1872, onde se destacou como estudante, vencendo inclusive uma competição nacional de matemática. Proveniente de uma família influente, Henri Poincaré teve um primo, Raymond Poincaré, que foi presidente da França durante a Primeira Guerra Mundial. Desde jovem, Poincaré mostrou-se um admirador da música e um leitor ávido. Também era dotado de grandes habilidades matemáticas e de uma memória invejável. Seu professor certa vez o descreveu como um “monstro da matemática”. Em 1873 foi aceito na Escola Politécnica de Paris, onde se graduou em 1875 e, em seguida, continuou seus estudos na Escola Nacional Superior de Minas. Defendendo tese sobre equações diferenciais, doutorou-se em 1879 na Universidade de Paris. Iniciou em 1879 sua carreira como professor, lecionando na Universidade de Caen, e no ano de 1881 tornou-se professor da Universidade de Paris. Nesse ano, Poincaré casou-se com Pullain d’Andecy, com quem teve três filhas e um filho. Este último revelou-se um extraordinário aluno da Escola Politécnica. Em 1886 assumiu a presidência da Sociedade Matemática da França e no ano seguinte – com apenas 32 anos de idade – foi eleito membro da Academia de Ciências.

Em 1887, no aniversário do rei Oscar II, da Suécia, foi proposto um grande prêmio ao vencedor de uma competição que consistia na resolução de alguns enigmas. Um deles era a verificação da possibilidade em se demonstrar matematicamente se o sistema solar era ou não estável. Ninguém conseguiu responder a essa questão, mas Poincaré ganhou o prêmio por ter contribuído de maneira significativa para a matemática da época. A esse respeito ele afirmou que “as pequenas diferenças nas condições iniciais de qualquer fenômeno produzem grandes efeitos finais”; isto é, influências pequenas em corpos como cometas ou asteróides entrando no

sistema solar poderiam, num certo prazo, desestabilizá-lo completamente. A base dessa idéia relaciona-se com o que hoje conhecemos por Teoria do Caos. Assim, ao trabalhar com o problema de três corpos – Sol, Terra e Lua – Poincaré assentou as bases para o estudo dos denominados sistemas determinísticos caóticos.

Dado seu envolvimento com a astronomia, publicou os três volumes de sua obra *Novos métodos da mecânica celeste* entre 1892 e 1899, e em 1901 foi eleito presidente da Sociedade Astronômica da França. Tornou-se professor de eletricidade teórica na Escola Superior dos Correios e Telégrafos em 1902.

Neste mesmo ano de 1902 assumiu a presidência da Sociedade Francesa de Física e publicou *A ciência e a hipótese*, obra de cunho filosófico e científico que causou forte impressão em Albert Einstein e seus amigos da “Academia Olímpia” (Akademie Olympia). Nas palavras de Solovine (aluno de Einstein e um dos três membros da Akademie, juntamente com o próprio Einstein e seu amigo Habicht): “este livro (*A ciência e a hipótese*) nos impressionou profundamente e manteve nosso interesse por semanas”. Segundo Rothman (2005), já em *A ciência e a hipótese*, de 1902, Poincaré escreveu com ousadia – que repetiria em *O valor da ciência*, de 1905 – considerações que seriam fundamentais para a Teoria da Relatividade Restrita de Einstein:

- 1- Não há espaço absoluto, e concebemos apenas o movimento relativo. Ainda assim, na maioria dos casos, fatos mecânicos são enunciados como se houvesse um espaço absoluto ao qual podem ser dirigidos.
- 2- Não há tempo absoluto. Quando dizemos que dois períodos [de tempo] são iguais, a declaração não tem significado, e podemos atribuir um significado apenas pela convenção.
- 3- Não apenas não temos uma intuição direta sobre a igualdade de dois períodos, como não temos sequer uma intuição direta sobre a simultaneidade de dois eventos que ocorrem em dois locais diferentes.
- 4- Finalmente, nossa própria geometria euclidiana não é uma espécie de convenção de linguagem?

Poincaré tornou-se professor de astronomia geral da Escola Politécnica em 1904. Em 1905, como se disse, publicou *O valor da ciência*, sua segunda obra de caráter filosófico. Em 1908 publicou *Ciência e método*, fechando sua trilogia de obras cujo interesse principal está centrado na fundamentação filosófica e na matemática da ciência. No ano de 1911 publicou *As ciências e as humanidades*, obra na qual defende a cultura literária e a educação clássica.

Em 17 de julho de 1912, com apenas 58 anos, depois de uma operação, faleceu Poincaré, que juntamente com Hilbert foi considerado um dos últimos grandes matemáticos universalistas, pois dominava toda a matemática de seu tempo. Com o estereótipo do matemático “sonhador distraído”, foi um teórico, como Einstein, mesmo estando bem informado de todas as experiências dos físicos experimentais.

## O LIVRO O VALOR DA CIÊNCIA

O livro *O valor da ciência* é dividido em três partes e trata de assuntos referentes à matemática, à física e à filosofia. Na primeira parte, intitulada “As ciências matemáticas”, Poincaré trata de alguns assuntos que dizem respeito à intuição e à lógica na matemática, e às noções de tempo, de espaço e de suas três dimensões. Na segunda parte (“as ciências físicas”), são discutidas as inter-relações da análise matemática e da física, a importância da astronomia e suas contribuições para as outras ciências, e a história da física-matemática e suas perspectivas para o futuro; aqui o autor parece “prever” as revoluções científicas que iriam acontecer com o surgimento da Teoria da Relatividade e da Física Quântica. Na terceira e última parte, Poincaré procura refletir sobre “O valor objetivo da ciência”, remetendo-se ao título de seu livro; para isso trabalha as questões referentes à ciência e à realidade, e sobre como a ciência pode ou não ser artificial.

Muitas questões importantes são

abordadas e discutidas em *O valor da ciência*. Cada parte do livro, a seu modo, contribui de maneira significativa para vários esclarecimentos sobre a ciência feita naquela época. É um livro que, apesar de centenário, tem um caráter atual, pois se preocupa em “olhar para o futuro”, antecipando-o. Poincaré claramente antecipa alguns aspectos da “nova física”, a física do século XX. Duas importantes novidades ele julgava que seriam muito necessárias: a substituição das leis diferenciais por leis estatísticas e o surgimento de uma nova mecânica – ambas em perfeito acordo com as duas teorias revolucionárias citadas anteriormente. De certa forma, seguia o pensamento do poeta Fernando Pessoa, que afirmou certa vez: “Sinto-me nascido a cada momento para a eterna novidade do mundo”.

A introdução do livro já orienta o leitor a respeito da linha de raciocínio de Poincaré. Para ele, se a ciência tem como finalidade maior a busca da verdade, disto decorre uma obrigação ética: a busca pelo alívio dos sofrimentos humanos. Isso nos remete a Bertolt Brecht, que em uma passagem de Galileu Galilei afirma que o papel da ciência é “diminuir a cansaça humana”. Estes dois objetivos apresentam-se, entretanto, em uma tensão dialética: para buscar a verdade é necessário ser independente, enquanto para agir precisamos estar unidos. A atividade intelectual é bastante solitária, ao contrário das ações práticas que dela decorrem: “Eis por que”, segundo Poincaré, “muitos de nós se amedrontam com a verdade; consideram-na como uma causa de fraqueza”. Este é o caráter complementar que apresentam a verdade científica e a verdade moral: “aqueles que amam uma não podem deixar de amar a outra”, e também “aqueles que têm medo de uma também terão medo da outra”.

## A MATEMÁTICA SEGUNDO O VALOR DA CIÊNCIA

Poincaré foi um dos maiores matemáticos de seu tempo. Uma de suas preocupações, em *O valor da ciência*, é sobre



o papel da matemática na construção do conhecimento científico sobre a natureza e o universo em que vivemos. Na primeira parte do livro, que tem justamente este foco – as ciências matemáticas –, Poincaré constantemente se remete a sua obra anterior, *A ciência e a hipótese*, na qual já realizara reflexões sobre este tema.

Em primeiro lugar – pergunta-se Poincaré – por que a matemática? Retomando Galileu – que afirmara que a matemática é a linguagem da natureza –, Poincaré completa que esta linguagem permite a compreensão das analogias íntimas das coisas que de outra forma ficariam incompreensíveis para nós. Mas há dois tipos de matemáticos: aqueles que seguem a lógica (os analistas) e aqueles que seguem a intuição (os geômetras), e ambos tiveram um papel fundamental na história da ciência. Por um lado, “a intuição não nos pode dar o rigor, nem mesmo a certeza” – sendo até mesmo enganosa, como acontece no caso das funções contínuas desprovidas de derivadas, exemplo este do próprio Poincaré. Mas, por outro lado, “a lógica inteiramente pura só nos levaria sempre a tautologias”, não podendo criar coisas novas e não originando qualquer ciência, idéia esta que está de certa forma em oposição ao programa de Russell e Whitehead, que visava a deduzir toda a matemática a partir da lógica; segundo afirma o próprio Bertrand Russell, em *The principles of mathematics*, esta sua tese era “muito recente entre os matemáticos e quase universalmente negada pelos filósofos”. Para atingir as duas verdades buscadas pelos cientistas – a verdade matemática e a verdade experimental – “a lógica não basta [...] e a intuição deve conservar seu papel como complemento”. Para Poincaré, não somente no trabalho de construção/invenção do conhecimento matemático, mas também no ensino das ciências matemáticas, a intuição tem um papel fundamental para viabilizar que os jovens espíritos possam iniciar-se na inteligência da matemática, da mesma forma que, para compreender uma partida de xadrez, não basta saber a lógica das regras das marchas

das peças para entender cada opção dentre inúmeros outros caminhos. Com ele concorda Piaget, que na fase pré-operatória considera que a intuição está em pleno desenvolvimento levado pela imaginação da criança, sem o controle da lógica. A lógica se realiza pela análise e como análise pressupõe divisão. Ela por si só não permite uma visão de conjunto necessária para produzir e para aprender matemática. Portanto se a lógica – que vai do geral para o particular – é a única que pode dar a certeza, a intuição – tanto a intuição do número puro quanto a intuição sensível – é o instrumento da invenção, pois permite por meio de analogias o caminho inverso. Segundo Arnheim, estes dois estilos – racional e intuitivo – dependendo da época foram ora colaboradores, ora rivais. Portanto a sua complementaridade caracterizava um confronto que estava além das ciências matemáticas e físicas, e não apenas dentro destas. Para Eloísa Fagali: “No século XIX, a divisão romântica entre a intuição e o intelecto gerou um conflito entre devotos da intuição que encaravam com desdém as disciplinas intelectuais dos cientistas, com os adeptos da razão, que condenavam, como irracional, a natureza da intuição”. Segundo Poincaré, essas duas estratégias para o conhecimento seriam também complementares dentro da matemática.

Nos capítulos II, III e IV de *O valor da ciência*, Poincaré discute o tempo, o espaço e as três dimensões espaciais. A discussão em muitos momentos é bastante matematizada, e a sua leitura não flui tão facilmente como no restante do livro.

Quanto ao tempo, o autor começa por tentar definir o conceito de simultaneidade – quando é que dois fatos são simultâneos? –, exatamente o caminho que será feito por Einstein na argumentação a respeito de sua Teoria da Relatividade: “Dois fatos devem ser considerados simultâneos quando a ordem de sua sucessão pode ser invertida à vontade”. Um dos exemplos para esta discussão utiliza-se da queda de dois raios em pontos diferentes do espaço – um dos exemplos da predileção

de Einstein também. Então o problema da simultaneidade se reduz ao problema da anterioridade, que não é trivial quando os dois eventos acontecem a grandes distâncias um do outro. E como se define a anterioridade? Poincaré responde: “é pela causa que se define o tempo”. Da relatividade da simultaneidade – um problema qualitativo – para a relatividade da duração – um problema quantitativo – o caminho de Poincaré continua sendo o mesmo de Einstein: “Quando digo que de meio-dia à uma hora passou o mesmo tempo que de duas horas às três horas, que sentido tem esta afirmação?” Como Einstein, Poincaré chega à conclusão de que “a luz tem uma velocidade constante, e, em particular, que sua velocidade é a mesma em todas as direções”.

Poincaré, assim sendo, também se questionava sobre “coisas com que só as crianças se preocupavam”, nas palavras de Einstein, e pôde concluir sobre o tempo: “Não temos a intuição direta da simultaneidade, nem a da igualdade de duas durações. Se cremos ter essa intuição, é uma ilusão. Nós a compensamos com o auxílio de algumas regras que aplicamos quase sempre sem perceber [...] e poderíamos resumi-las dizendo: ‘A simultaneidade de dois eventos, ou a ordem de sua sucessão e a igualdade de duas durações, devem ser definidas de tal modo que o enunciado das leis naturais seja tão simples quanto possível’”.

No que diz respeito ao espaço, o foco da argumentação de Poincaré está na discussão sobre o seu caráter euclidiano ou não-euclidiano: “Assim, perguntar que geometria convém adotar é perguntar a que linha convém dar o nome de reta”. Poincaré já se preocupava com questões – como a geometria existente nas proximidades de corpos dotados de grande massa – que só seriam esclarecidas com a Teoria da Relatividade Geral, dez anos depois: “Podemos nós imaginar um mundo onde houvesse objetos notáveis que adotassem mais ou menos a forma das retas não-euclidianas, e corpos naturais notáveis que sofressem freqüentemente movimentos mais ou menos

semelhantes aos movimentos não-euclidianos?”

Quanto ao número de dimensões do espaço, com o desenvolvimento da pesquisa matemática acerca de “geometrias alternativas”, muitos já se preocupavam no final do século XIX com possíveis dimensões que ultrapassassem as três do espaço euclidiano usual. O livro de ficção científica, mas também de crítica social *Planolândia: um romance de muitas dimensões*, escrito por Edwin Abbott e publicado pela primeira vez em 1884, permite compreender como essa questão era uma preocupação disseminada na época. Segundo Poincaré, “não podemos admitir, ao mesmo tempo, que é impossível imaginar o espaço de quatro dimensões e que a experiência nos demonstra que o espaço tem três dimensões”, visto que “tudo o que podemos dizer é que a experiência nos informou que é cômodo atribuir ao espaço três dimensões”.

Sobre a importância do sistema de referência para a determinação do movimento há uma passagem belíssima de Poincaré que também remete a Einstein: “Estou sentado em meu quarto, um objeto está em repouso sobre minha mesa; não me movo durante um segundo, ninguém toca o objeto; sou tentado a dizer que o ponto A que esse objeto ocupava no início daquele segundo é idêntico ao ponto B que ele ocupa no fim; de modo algum: do ponto A ao ponto B há 30 quilômetros, pois o objeto foi arrastado pelo movimento da Terra”.

Enfim, para Poincaré o tempo e o espaço são conceitos construídos conjuntamente e sem precedência de um em relação ao outro. É com fina ironia que afirma: “não posso compreender que se diga que a idéia de tempo é posterior logicamente à de espaço, porque só podemos imaginá-lo sob a forma de uma reta; é o mesmo que dizer que o tempo é posterior logicamente à agricultura, porque é representado geralmente armado de uma foíce”.

## **A ASTRONOMIA E A FÍSICA SEGUNDO O VALOR DA CIÊNCIA**

Poincaré inicia a segunda parte de seu livro salientando a importância das inter-relações entre a análise matemática e a física. Inicia com a repetição da pergunta: para que serve a matemática? Poincaré rechaça inicialmente aquelas pessoas “práticas”, para as quais esta pergunta significaria “como ganhar dinheiro com a matemática”. E responde a estas pessoas primeiro com uma outra pergunta – “para que serve acumular tantas riquezas?” – e em seguida com uma provocação – “e por causa da vida perdem-se as razões para viver”.

A matemática é a única língua com a qual o físico pode falar. Tudo que pode ser medido pode ser compreendido: “todas as leis provêm da experiência, mas para enunciá-las é preciso uma língua especial (a matemática)”. Mas, além de permitir o estudo da natureza, ela tem outros dois objetivos: um objetivo filosófico – “ajudar o filósofo a aprofundar as noções de número, espaço e tempo” – e um objetivo estético – já que nela se encontram “fruições análogas às proporcionadas pela pintura e pela música”.

Para Poincaré, a matemática não deve ser uma simples fornecedora de fórmulas para a física, e isso permite-nos pensar na realidade de hoje do ensino de física e na forma desarticulada e descontextualizada como a matemática é apresentada aos alunos. Mas a matemática merece ser cultivada nela mesma – inclusive nas teorias que ainda não têm uma aplicação direta na física. Aqui é apresentado o prazer que a matemática pode provocar em quem a estuda – fato este desconhecido por mais da metade dos brasileiros, que associa matemática a sofrimento, de acordo com as pesquisas sobre educação matemática existentes.

O capítulo VI, sobre astronomia, é um dos mais bonitos do livro. É também importante, pois permite refletirmos sobre o papel fundamental do estudo e do ensino da astronomia. Poincaré aborda a questão por

que se deve estudar astronomia e a importância desta ciência para as demais ciências: “a astronomia é útil porque nos eleva acima de nós mesmos; é útil porque é grande; é útil porque é bela” e não somente pela sua aplicabilidade. No Brasil, o ensino de astronomia na educação básica é em muitos casos inexistente e em outros casos apenas optativo, sendo mais freqüentemente trabalhado na disciplina de geografia do que na de física, denunciando a timidez com que os professores de física ainda encaram este desafio de ensinar astronomia de forma orgânica em seus cursos.

Historicamente foi a astronomia que nos ensinou que há leis científicas que são inelutáveis, foi ela que permitiu a construção de espíritos capazes de compreender de fato a natureza: “Foi Newton que nos mostrou que uma lei é apenas uma relação necessária entre o estado presente do mundo e seu estado imediatamente posterior. Todas as outras leis descobertas depois não são outra coisa: em suma são equações diferenciais; mas foi a astronomia que nos forneceu primeiro o modelo”. Conhecendo as leis e os segredos da natureza, podemos comandá-la, e não, como na antiguidade, solicitá-la: “Não se domina a natureza senão [lhe] obedecendo”. A astronomia também nos ensinou a não nos assustarmos com os grandes números e, ao contemplar o infinitamente grande, tornamo-nos aptos a compreender o infinitamente pequeno. Como a astronomia nasceu da astrologia, que era o ganha-pão de Kepler, Ticho Brahe e outros, a humanidade e a ciência em geral paradoxalmente devem muito à astrologia!

A mecânica celeste permitiu também que desconfiássemos das aparências, mas de uma forma superior à proposta por Platão: “No dia em que Copérnico provou que o que se pensava ser mais estável estava em movimento, que o que se pensava ser móvel era fixo, mostrou-nos quão enganadores podiam ser os raciocínios infantis que provêm diretamente dos dados imediatos de nossos sentidos; é verdade que suas idéias não



triumfaram sem dificuldade, mas, depois desse triunfo, não há mais preconceito inveterado que não sejamos capazes de abalar”. Como nas palavras de Carlos Drummond de Andrade, em seu poema “Eclipse”: “Pra quem sabe ver, a noite é clara”. De forma também poética, Poincaré divaga que, se vivêssemos em um planeta com um céu sempre nebuloso e privado de astros, este próprio planeta seria para nós ininteligível! Para alguns a ciência deve sempre se preocupar com as aplicações práticas. Para Poincaré esta é uma meia-verdade, já que estas aplicações práticas – as máquinas e a indústria –, ao nos livrarem das preocupações materiais, nos dão prazer para contemplar a natureza, e a astronomia está evitada desse espírito de contemplação.

Poincaré, neste sentido, criticou Augusto Comte, que haveria dito que seria inútil procurar conhecer a composição do Sol, pois, ao conhecermos as substâncias de outros astros que não a Terra, concluímos que as leis da nossa química são universais, ou seja, são leis gerais da natureza, e não caprichos casuais contingentes ao nosso planeta.

Os capítulos VII, VIII e IX nos dão uma visão geral dos caminhos e descaminhos da física: sua história e seu passado, a crise vivida na época e as perspectivas a respeito do que permaneceria ainda de pé em meio às ruínas, seu futuro e sua utilidade. Poincaré antevê a revolução que estava por vir e que resultaria no aparecimento da mecânica quântica e da Teoria da Relatividade. No primeiro caso, ressaltando a importância de uma visão probabilística sobre o mundo microscópico, no qual a lei física não seria dada apenas por uma equação diferencial, mas também assumiria o caráter de uma lei estatística. Quanto à relatividade, Poincaré afirma que “talvez também devamos construir toda uma mecânica nova que apenas entrevemos, onde, crescendo a inércia com a velocidade, a velocidade da luz se tornaria um limite intransponível” (sic).

Poincaré observa que as crises e as revoluções na ciência não significam uma negação simples do trabalho de nossos

antepassados, mas sim a sua superação; segundo ele, os quadros não se quebram, pois são elásticos, mas se ampliam. Desta forma Poincaré reflete e conjectura sobre o futuro de alguns dos princípios da física: a conservação da energia (princípio de Mayer); a conservação da massa (princípio de Lavoisier); a segunda lei da termodinâmica (princípio de Carnot); o princípio da relatividade; a terceira lei de Newton (a lei da ação e da reação); o princípio da mínima ação.

## O VALOR OBJETIVO DA CIÊNCIA

Nesta terceira e última parte do livro, Poincaré preocupa-se com questionamentos de cunho filosófico que se iniciam com a pergunta que é o título do capítulo X: a ciência é artificial? E ainda: como a ciência nos é apresentada? O que ela verdadeiramente é? Ela não seria apenas um conjunto de regras formais? Ela está em busca de verdades? Qual sua proximidade com a realidade?

Seu interlocutor – ao qual se contrapõe – é o senhor Le Roy, um filósofo e escritor importante da época, autor de uma doutrina filosófica denominada de “nominalismo” e que hoje poderíamos chamar de “relativismo”. Para Le Roy “não há realidade senão em nossas impressões fugidias e mutantes, e mesmo essa realidade se esvai assim que a tocamos”. Segundo sua filosofia “antiintelectualista”: “a ciência é feita de convenções, e é unicamente a essa circunstância que deve sua aparente certeza; os fatos científicos e, *a fortiori*, as leis são obra artificial do cientista; a ciência, portanto, nada pode nos ensinar sobre a verdade, só pode nos servir como regra de ação”. Assim sendo, a inteligência automaticamente deformaria tudo que tocasse com o seu instrumento fundamental, o discurso, e os fatos na verdade seriam criados pelos cientistas!

Poincaré se contrapõe, afirmando que ou a ciência será intelectualista ou não existirá! Assim sendo, o cientista não cria o fato bruto



(que está fora da ciência), mas sim o fato científico: “Qual a diferença entre o enunciado de um fato bruto e o enunciado de um fato científico? [...] O fato científico é apenas o fato bruto traduzido para uma linguagem mais cômoda. [...] Não pode haver nem ciência sem fato científico, nem fato científico sem fato bruto, já que o primeiro é apenas a tradução do segundo. [...] Tudo o que o cientista cria num fato é a linguagem na qual ele o enuncia. [...] Os fatos são fatos, e se acontece serem conformes a uma predição, não é por efeito de nossa livre atividade”. A ciência, diferentemente de um jogo como o gamão, não é feita de convenções arbitrárias, mas de regras que funcionam, ao passo que as leis contrárias não teriam funcionado: “A ciência prevê, e é porque prevê que pode ser útil, e servir de regra de ação [...] O cientista se engana com menos frequência do que um profeta que fizesse predições ao acaso”.

A ciência nos faz conhecer a verdadeira natureza das coisas? Para Poincaré, a ciência avança por aproximações sucessivas: “toda lei particular será sempre apenas aproximada e provável [...] e] poderá ser substituída por uma outra, mais aproximada e mais provável”. Há, para ele, um caráter universal na ciência: “só pela ciência e pela arte as civilizações têm valor”. Deste ponto de vista, “a ciência pela ciência” é uma fórmula tão válida quanto “a vida pela vida” e “a felicidade pela felicidade”. O que viabiliza a busca pela verdade é a existência de uma “objetividade”, visto que o mundo no qual vivemos é comum a nós e a outros seres pensantes, e o que há de objetivo, idêntico e comum neste mundo, para todos os espíritos, pode ser transmitido por meio de um discurso em comum sem o qual não haveria objetividade.

## CONCLUSÕES

Poincaré destaca em seu livro a importância epistemológica da astronomia e a relevância de seu ensino. A mecânica celeste

permitiu tirar o homem do centro do universo e ir, além disso, na refutação ao fundamentalismo religioso daqueles que tentam fazer uma leitura literal de textos religiosos como a Bíblia: “Os antigos acreditavam que tudo era feito para o homem, e é preciso crer que esta ilusão é bem tenaz, já que é preciso combatê-la incessantemente. Contudo, precisamos desvencilharmo-nos dela; caso contrário, seremos apenas eternos míopes, incapazes de ver a verdade”. À antiga afirmação de que “Deus criou o homem a sua semelhança”, não seria melhor perguntar se não teria sido o homem quem criou Deus a sua semelhança? A revolução, propiciada pela mecânica celeste de Kepler, Bruno, Galileu e Newton, permitiu com certeza que posteriormente outras revoluções científicas pudessem aparecer: a evolução de Darwin, a relatividade de Einstein, a física quântica de Bohr e Heisenberg, a cosmologia de Hubble e Gamow.

Poincaré parece também, neste livro publicado em 1905 (assim como anteriormente em *A ciência e a hipótese*, publicado em 1902), antecipar os dois postulados da Teoria da Relatividade – a generalização do princípio da relatividade e também o princípio da constância da velocidade da luz e prever inclusive as suas consequências: a relatividade da simultaneidade, do tempo, do espaço e da inércia, bem como a importância de geometrias não-euclidianas para a descrição do universo relativístico. Poincaré de certa forma merece ser tratado como um co-descobridor da relatividade ou, pelo menos, um dos ombros de gigantes (juntamente com Lorentz) que permitiriam a Einstein enxergar mais longe.

Finalmente, Poincaré se contrapõe ao relativismo como filosofia da ciência, relativismo este que neste início do século XXI volta a ficar em moda por meio de correntes de pensamento vinculadas direta ou indiretamente ao pós-modernismo. Portanto é bastante atual e pedagógico ler Poincaré.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, Edwin. *Planolândia: um romance de muitas dimensões*. Rio de Janeiro: Conrad do Brasil, 2002.

ARNHEIM, R. *Intuição e intelecto na arte*. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

FAGALI, Eloísa Q.; VALE, Zélia del Rio. *Psicopedagogia institucional aplicada*. Petrópolis, Vozes, 2002.

POINCARÉ, Henri. *A ciência e a hipótese*. Brasília: Editora da UnB, 1988.

\_\_\_\_\_. *O valor da ciência*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

ROTHMAN, Tony. *Tudo é relativo e outras fábulas da ciência e tecnologia*. Rio de Janeiro, DIFEL, 2005.

RUSSELL, Bertrand. *The principles of mathematics*. W. W. Norton, 1996.

STRATHER, Paul. *Einstein e a relatividade em 90 minutos* (Coleção Cientistas em 90 minutos). Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

## OUTRAS REFERÊNCIAS

<http://users.hotlink.com.br/marielli/matematica/geniomat/poincare.html>  
Data de acesso: 13/01/2005

<http://www.folha.com.br>  
Banco de dados Folha: publicação Folha da Manhã (08/08/1954) - O centenário de Poincaré. Data de acesso: 19/01/2005

<http://www.scientificamerican.com>  
Edição nº. 29 (Outubro de 2004). Legado da Relatividade. Data de acesso: 15/02/2005

<http://editora.globo.com/galileu/edic/144/>  
Edição nº. 144 - O enigma de US\$ 1 milhão: Matemático russo propõe solução para a conjectura de Poincaré. Data de acesso: 15/02/2005.

<http://www.educ.fc.ul.pt>  
Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa. Data de acesso: 19/02/2005

### Para contato com os autores:

Alessandra Cristiane Matias  
[Ale\\_pandora@yahoo.com.br](mailto:Ale_pandora@yahoo.com.br)

Ricardo Roberto Plaza Teixeira  
[Rrpteixeira@bol.com.br](mailto:Rrpteixeira@bol.com.br)

---

## PERFIL DOS ALUNOS INGRESSANTES NO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DO CEFET-SP

**Ricardo Roberto Plaza Teixeira**

Doutor em Ciências pelo Instituto de Física da USP  
Professor do CEFET-SP e da PUC-SP

**Modesto Pantaléo Júnior**

Aluno do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP

**Margareth Yuri Takeuchi**

Aluna do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP

*Este artigo refere-se a uma pesquisa realizada com 202 estudantes de sete turmas do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP, entre 2001 e 2004, com informações sobre suas atividades, interesses, formação acadêmica, história profissional e perfil sócio-econômico.*

*Palavras-chave: ensino de física; cultura; dados estatísticos; perfil sócio-econômico; professores de física.*

*This article is about a research with 202 students of seven groups of the course to form Physics teachers at CEFET-SP, between 2001 and 2004, with information about their activities, interests, academic and professional background and socioeconomic profile.*

*Key-words: physics education; culture; statistical data; socioeconomic profile; physics teachers.*

### INTRODUÇÃO

As características existentes na educação tradicional – aulas expositivas, a necessidade da presença dos alunos diante do professor e a passividade dos estudantes – tornam o sistema formal de ensino (tanto na educação básica quanto no ensino superior) sem atrativos para os alunos. Além disso, os professores geralmente desconhecem o perfil dos seus alunos. Sem saber o nível de conhecimento da classe, os docentes ministram aulas que não serão compreendidas pelos estudantes. Neste caso, a culpa pelo insucesso do ensino recai sobre os alunos, e não sobre o sistema. Tudo isso faz com que o aluno perca o interesse pelo curso, o que acaba provocando, por exemplo, o aumento das taxas de evasão escolar.

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados obtidos após um levantamento quantitativo e qualitativo de informações a

respeito dos alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Física do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo (CEFET-SP) – o perfil cultural e sócio-econômico, a vida escolar anterior, as perspectivas para o seu futuro profissional –, de modo a fornecer elementos que permitam conhecer melhor quem são estes alunos, de forma a aperfeiçoar o trabalho didático-pedagógico realizado pela coordenação do curso e por seus professores.

### METODOLOGIA

O levantamento objetivo e sistemático das informações a respeito dos alunos e de quais são as suas características teve por base os questionários aplicados a um total de 202 alunos ingressantes das turmas do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP, desde a primeira do curso, que começou no segundo semestre do ano de 2001, até a turma que

iniciou no segundo semestre de 2004, num total de sete turmas semestrais. É importante salientar que este curso de Licenciatura em Física acontece no período matutino, tem duração de oito semestres (4 anos) e conta com um vestibular semestral, no qual são oferecidas 40 vagas. Estes questionários eram aplicados geralmente durante a primeira semana de aula e não era solicitado que os alunos se identificassem nominalmente.

Foram elaboradas no total 64 questões capazes de levantar informações sobre as atividades, interesses e opiniões dos estudantes de física, como, por exemplo, o conhecimento de línguas estrangeiras (leitura, escrita e fala) e de informática, a frequência de uso da internet, a leitura de livros, jornais e revistas, e as atividades de lazer (viagens, teatro, cinema).

O questionário aplicado também continha questões que visavam detalhar a vida do aluno, levantando diversas informações de cunho sócio-econômico, tais como: sexo, idade, estado civil, número de filhos, etnia e recursos que o aluno porventura possui e utiliza, tais como computador, telefone celular, internet, televisão por assinatura e carro. Foram analisados também os meios de transporte utilizados para a locomoção até o CEFET-SP.

Algumas questões específicas referiram-se à formação escolar dos alunos: qual a disciplina de que o aluno mais gostava no ensino médio, em qual teve maior dificuldade de aprendizagem, em que tipo de instituição concluiu o ensino fundamental e o ensino médio, e quais os cursos de nível superior que cursou – tanto aqueles concluídos como aqueles que não foram concluídos.

Com um total de 202 questionários respondidos, iniciou-se a tabulação e a análise de todos esses dados. Para isso foi utilizado um software para a análise estatística dos dados, o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), tanto na tabulação quanto na análise das questões fechadas. Já na tabulação da questão aberta, foram totalizados os números de menções feitas pelos alunos

nas respostas, sendo que o tratamento estatístico foi realizado no software excel.

## ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos mostram a existência de um número bem maior de pessoas do sexo masculino entre os calouros do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP, retratando um maior interesse de homens do que de mulheres em lecionar tal disciplina.

### Sexo dos pesquisados

Masculino	88,1%
Feminino	11,9%

A idade média destes calouros foi de 27,3 anos, com desvio padrão de 8,5 anos, ambos valores que podem ser considerados altos; o espectro de variação foi dos 17 aos 60 anos de idade.

### Faixas etárias

17 a 20 anos	25,1%
21 a 25 anos	28,0%
26 a 30 anos	15,4%
31 a 35 anos	14,7%
36 a 40 anos	8,4%
41 a 45 anos	4,2%
46 a 50 anos	3,5%
51 anos ou mais	0,7%

Analisando a faixa etária, foi possível notar que apenas  $\frac{1}{4}$  dos calouros tem idade até 20 anos, indicando que o público discente deste curso é muito mais maduro em termos etários do que o de outros cursos. Isso se confirma pelo fato de que 64,2% dos calouros trabalhavam para se sustentar.

Quanto ao estado civil, a maior parte dos alunos é solteira. Do total de alunos, 27,7% têm filhos; destes, 47,3% têm apenas um filho; 34,5% têm dois filhos; 14,5% têm três filhos e 3,6% têm quatro filhos. Quanto ao número de irmãos/irmãs (sem contar com o próprio pesquisado), 7,9% dos calouros não têm irmãos; 35,1% têm apenas um(a)



irmão(ã); 22,3% têm dois(duas) irmãos(ãs); 13,9% têm três irmãos(ãs) e 20,8% têm quatro ou mais irmãos(ãs).

#### Estado civil

Solteiro	62,4%
Casado	32,7%
Separado	2,5%
Outro	2,5%

No que diz respeito à origem étnica ou racial dos calouros, a tabela abaixo mostra uma maioria de alunos brancos (65,4%), mas há também um expressivo contingente de alunos negros ou pardos (29,9%). Esta é uma realidade bastante diferente daquela vivida pelas turmas de ensino médio do próprio CEFET-SP, na qual os percentuais de alunos de origem oriental são bem maiores e os percentuais de alunos negros ou pardos são bem menores.

#### Raça ou etnia

Branco	65,4%
Negro	6,0%
Pardo	23,9%
Amarelo/oriental	3,3%
Indígena	1,0%

Quanto ao local de moradia, os alunos residem em todas as regiões da Grande São Paulo. Para se locomover até o CEFET-SP – estes percentuais não se sobrepõem, pois há alunos que usam dois ou mais meios de transporte – 72,8% usam o metrô, 66,3% usam ônibus, 13,9% usam trem, 12,9% usam carro próprio, 4,0% vêm a pé, 2,5% usam motocicleta e 1,5% pegam carona.

#### Região em que reside

Zona Leste de São Paulo	7,8%
Zona Norte de São Paulo	6,3%
Zona Sul de São Paulo	4,9%
Zona Oeste de São Paulo	1,9%
Zona Central de São Paulo	5,0%
Outro município da Grande São Paulo	2,8%

O tempo médio que os alunos levam para chegar ao CEFET é de cerca de 70

minutos (1 hora e 10 minutos), com desvio padrão de 33 minutos. Se contarmos a ida e a volta, os alunos gastam um tempo considerável deslocando-se até o CEFET-SP.

#### Quanto tempo você demora até chegar ao CEFET-SP

Até meia hora	8,0%
Entre meia hora e 1 hora	5,5%
Entre 1 hora e 1 hora e meia	6,5%
Entre 1 hora e meia e 2 horas	4,5%
Mais que 2 horas	5,5%

No que diz respeito ao local de nascimento, 66,8% dos alunos pesquisados nasceram no município de São Paulo e um total de 85,6% nasceu no estado de São Paulo.

Tipo de escola em que estudou	Na 8ª série do Ensino Fundamental	No 3º ano do Ensino Médio
Escola Estadual	53,5%	56,4%
Escola Municipal	18,3%	4,0%
Escola Federal	----	7,4%
Escola Particular Não-Religiosa	12,9%	19,3%
Escola Particular Religiosa	11,4%	5,4%
Outro tipo de escola	4,0%	7,4%

Uma grande maioria dos calouros do curso de Licenciatura em Física completou a educação básica em escolas públicas: 71,8% estudaram a 8ª série em escolas públicas, enquanto que 67,8% estudaram o 3º ano do ensino médio em escolas públicas. No que diz respeito ao tipo de curso feito durante o ensino

médio, há uma maioria de estudantes que fez o ensino médio regular ou comum, mas de forma expressiva é possível constatar que 3 em cada 10 alunos fizeram um curso técnico juntamente com o ensino médio.

#### Que tipo de ensino médio realizou

Regular	56,9%
Técnico	29,7%
Magistério	3,5%
Supletivo	8,9%
Outro	1,0%

Uma expressiva quantidade de calouros – na verdade, a maioria – do curso de Licenciatura em Física já completou (14,8%) ou já iniciou sem completar (40,7%) algum outro curso superior. Dentre aqueles que já completaram algum curso superior, os principais cursos feitos foram os de Tecnologia (31,0%), Engenharia (10,3%) e Ciências da Computação (6,9%). Dentre aqueles que já começaram algum curso superior sem completá-lo, os principais cursos seguidos foram os de Engenharia (20,7%), Matemática (19,8%), Tecnologia (13,8%), Física (11,5%), Administração (5,7%) e Biologia (5,7%). Há, de forma numérica menos representativa, estudantes que já cursaram Direito, Psicologia, Economia, Medicina, Arquitetura, Farmácia, Filosofia, Química e Secretariado Executivo.

A maioria dos calouros (59,4%) não fez cursinho para entrar no CEFET-SP, enquanto que 15,8% estudaram em cursinhos particulares comerciais e 24,8% estudaram nos denominados cursinhos alternativos ou comunitários. O intervalo de tempo médio entre o término do ensino médio e o início do curso de Licenciatura em Física foi de 6,6 anos com desvio padrão de 3,7 anos; um expressivo contingente de cerca de 1/3 (32,2%) dos calouros terminou o ensino médio mais de 10 anos antes de entrar no curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP.

No que diz respeito às disciplinas de que os alunos mais gostavam durante o Ensino Médio, uma ampla maioria cita física (34,7%) ou matemática (30,7%), mas há também

aqueles que preferiam história (8,4%), biologia (7,9%), química (4,5%), português (3,0%) e geografia (2,5%). Quanto à disciplina com a qual os alunos tinham mais dificuldades no ensino médio, a campeã foi química (18,8%), e em seguida aparecem português (15,8%), matemática (12,4%), biologia (11,4%), inglês (11,4%), história (9,4%), física (6,9%) e geografia (5,0%). No que diz respeito especificamente à matemática, 6,9% dos calouros declararam ter muita dificuldade, e 39,6% declaram ter uma dificuldade razoável com esta disciplina, enquanto que 53,5% declaram ter pouca ou nenhuma dificuldade.

Uma das perguntas solicitava que o pesquisado indicasse o seu principal *hobby* ou passatempo; os mais citados foram leitura/estudo (25,9%), esportes/jogos (17,5%), música (14,9%), computador/internet (9,0%).

Quanto aos hábitos de leitura dos alunos, dentre as revistas preferidas aparecem a *Veja* (23,3%) e a *Superinteressante* (18,3%), seguidas de forma distante pela *Galileu* (6,9%) e pela *Época* (5,9%). 20,3% dos alunos lêem jornal todo dia, 64,9% lêem às vezes e 14,9% raramente ou nunca lêem jornais. Os jornais mais lidos são a *Folha de S. Paulo* (57,9%) e *O Estado de São Paulo* (17,3%), e de forma bem menos representativa, aparecem também referências ao *Diário de São Paulo* (4,0%) e ao *Jornal da Tarde* (3,0%). Nestes jornais, os cadernos preferidos são aqueles que tratam de cultura (13,4%), de assuntos internacionais (10,9%) e de ciência/educação (10,4%); de forma menos freqüente aparecem também citados os cadernos de economia (8,5%), de política (7,5%) e de esportes (7,5%). No que diz respeito à literatura, quando perguntados sobre um livro que o aluno tenha lido por vontade própria e gostado, os livros mais citados foram: *Memórias póstumas de Brás Cubas* (13 citações), *O senhor dos anéis* (7), 1984 (6), *Dom casmurro* (6), *A hora da estrela* (6), *Vidas secas* (6), *O último teorema de Fermat* (5), *O homem que calculava* (4), *Feliz ano velho* (3) e *Senhora* (3). O número



médio de livros lidos por ano (excetuando-se as leituras escolares obrigatórias) foi de 5,7 livros, com desvio padrão de 3,4. À pergunta sobre “quantos livros você costuma ler por ano, excetuando-se os obrigatórios”, os percentuais para cada quantidade aparecem na tabela que se segue:

#### Quantos livros você lê por ano?

Nenhum livro	7,5%
1 livro	7,0%
2 livros	13,4%
3 livros	12,4%
4 livros	10,9%
5 livros	12,4%
6 livros	7,0%
Entre 7 e 9 livros	6,0%
10 ou mais livros	23,4%

Quanto ao lazer, os esportes mais praticados pelos alunos foram futebol (33,2%), natação (9,4%), voleibol (5,9%), artes marciais (5,9%), basquetebol (5,4%) e atletismo (5,4%). Os ritmos musicais de preferência são rock (43,1%) e MPB (17,3%), e, com menos citações, música clássica e música eletrônica, em ambos os casos com 5,0% das preferências dos calouros.

Dentre as rádios que os alunos mais escutam estão a 89 FM (14,9%), a CBN (10,4%), a Mix FM (8,4%), a Kiss FM (5,9%) e a Nova Brasil (5,4%); 7,9% dos calouros não ouvem ou não têm tempo de escutar rádio. Dentre os canais de televisão, há uma ampla preferência pela TV Cultura (42,6%), seguida pela Rede Globo (26,2%) e, com uma preferência menor, pela MTV (4,5%), pelo SBT (3,5%), pela Bandeirantes (2,5%) e pelo Discovery (2,5%); 7,9% dos calouros disseram que não vêem ou não têm o hábito de assistir à TV. Os programas mais vistos são os noticiários (27,4%), as entrevistas (11,5%), os programas de variedades (9,5%), os programas esportivos (7,5%) e filmes em geral (4,5%). À pergunta sobre quais meios que os alunos usavam para se manter atualizados e informados, 30,2% disseram que lêem jornais, 20,8% disseram que lêem revistas, 50,5%

vêm televisão, 26,2% escutam rádio e 30,2% se informam pela internet.

Os filmes mais citados como sendo os preferidos pelos alunos foram: *Matrix* (15 citações), *O sexto sentido* (12), *Uma mente brilhante* (8), *O senhor dos anéis* (6), *O último samurai* (5), *Cidade de Deus* (5) e *De volta para o futuro* (4).

Apenas 61,9% dos alunos já foram alguma vez assistir a uma peça de teatro adulto, contra 38,1% que nunca o foram. Dentre as peças citadas pelos que já foram ao teatro, as únicas que se sobressaem quantitativamente são *Trair e coçar é só começar* (9 alunos) e *Hamlet* (7 alunos). À pergunta “você gosta de teatro?”, 68,8% responderam que sim, 15,8% responderam que não e 15,3% responderam que não sabiam. Isso pode significar que muitos alunos nunca foram ao teatro e mesmo assim afirmam não gostar de teatro – uma contradição!

No que diz respeito aos hábitos de viagens dos alunos, foi solicitado o nome da cidade que mais eles gostaram de conhecer em suas viagens; as cidades mais citadas foram: Florianópolis (13 citações), Fortaleza (13), Curitiba (7), Porto Seguro (6), Natal (5), Ouro Preto (5), Recife (4), Salvador (4), São Tomé das Letras (4) e Rio de Janeiro (4).

Quanto à informática, 85,6% dos alunos sabem editar um texto no computador, 74,8% usavam com frequência o computador, 79,2% tinham e-mail, 63,4% usavam com frequência a internet e cerca da metade dos alunos (47,5%) já tinham feito um curso particular de informática ou computação. 45,3% dos calouros já haviam feito um curso particular de língua estrangeira, e, dentre estes, as línguas mais estudadas foram inglês (84,8%), espanhol (6,5%) e alemão (4,3%). No que diz respeito ao conhecimento das duas primeiras línguas – que podem ser úteis durante o curso de Licenciatura em Física – os alunos descreveram o seu conhecimento da forma como se segue.

O seu conhecimento da língua é:	Bom	Regular	Ruim
Inglês	13,4%	52,5%	34,2%
Espanhol	5,9%	28,2%	65,3%

No que diz respeito aos bens materiais de propriedade dos alunos, 49,6% deles tinham telefone celular, 19,7% tinham TV por assinatura, 76,2% tinham computador, 12,0% tinham conexão de internet rápida ou com banda larga e 43,3% tinham carro.

A tabela abaixo é bastante representativa e contém informações importantes sobre os hábitos e as preferências dos alunos. Para cada uma das atividades que aparecem na primeira coluna, era perguntado ao aluno se o interesse dele pela atividade era grande, razoável, baixo ou inexistente. Em cada caso é apresentada a porcentagem dos alunos que consideraram cada atividade específica nas quatro gradações de interesse.

O seu interesse pela atividade abaixo é:	grande	razoável	baixo	inexistente
Leitura de livros	24,8%	51,5%	21,8%	2,0%
Leitura de jornais	10,9%	50,5%	34,7%	4,0%
Ciência	72,8%	26,2%	1,0%	0,0%
Esportes	23,3%	46,0%	28,2%	2,5%
Religião	27,7%	30,2%	32,2%	9,9%
Política	38,1%	46,0%	15,8%	0,0%
Arte	32,8%	46,3%	19,4%	1,5%
História	53,2%	34,8%	11,9%	0,0%

Uma pergunta solicitava que os alunos nomeassem uma personalidade pública que eles admirassem ou mesmo considerassem um herói, e os nomes mais citados foram os de Jesus Cristo (14 citações), Ayrton Senna (13), Che Guevara (11), Albert Einstein (11), Gandhi (8), Isaac Newton (5), Mandela (5), Santos Dumont (4), Stephen Hawking (4), Lula (3) e Karl Marx (3); 40 alunos responderam a esta questão.

Foi solicitado também que o aluno citasse um cientista estrangeiro (vivo ou morto) que ele admirasse e os nomes mais citados foram Einstein (77 citações), Newton (37), Stephen Hawking (11), Carl Sagan (7), Galileu (6), Linus Pauling (5), Descartes (5) e Kepler (4); 23 alunos não responderam a esta questão.

Foi solicitado por fim que o aluno citasse um cientista brasileiro (vivo ou morto) que ele admirasse, e os nomes mais citados, foram César Lattes (20 citações), Santos Dumont (18), Oswaldo Cruz (15), Marcelo Gleiser (11), Carlos Chagas (8), Mario Schenberg (6) e Milton Santos (6). O que chamou a atenção foi o fato de quase a metade dos alunos pesquisados (94) não conseguiu citar um nome de um cientista brasileiro!

Para cerca de 1/3 dos alunos (32,2%), seria melhor se o curso de Licenciatura em Física fosse noturno, enquanto que 69,8% preferem o curso no período matutino, como ele de fato acontece. Além disso, 19,1% dos calouros haviam solicitado isenção da taxa de vestibular. A maioria dos alunos soube do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP por meio de colegas (36,6%), além de 24,3% que ficaram sabendo do curso por cartazes/anúncios, de 16,3% que tomaram conhecimento dele por palestras ou por informações de cursinhos e de 5,0% que o conheceram por meio de reportagens. No momento da entrevista, 67,8% dos alunos nunca antes tinham trabalhado como professor, 25,2% deles já tinham sido professores nas disciplinas da área de ciências naturais e tecnológicas, e 6,9% já tinham sido professores nas disciplinas de humanidades.

Uma imensa maioria de 96,5% dos alunos pretende trabalhar na área de ensino de física quando se formar. Quanto às perspectivas para a profissão de professor, a médio e longo prazo, a grande maioria acha que elas são ótimas (39,8%) ou razoáveis (54,2%), contra apenas 6,0% que acham que são poucas as perspectivas para esta profissão.

Para sondar as motivações dos alunos, realizou-se uma análise qualitativa da última questão do questionário, aberta e descritiva, para determinar os motivos pelos quais os alunos escolheram o curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP. A soma das porcentagens ultrapassa 100%, pois a quantidade de menções e de idéias expostas ultrapassa a quantidade de alunos ingressantes, já que muitos fizeram duas ou mais menções para justificar suas escolhas.

Motivos pelos quais os alunos escolheram o curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP	Porcentagens das menções
Por gostar de física/exatas	53,2%
Por ser um curso de ensino público gratuito	52,6%
Pela vontade de lecionar	29,6%
Pela qualidade do curso do CEFET-SP	17,7%
Por motivos financeiros e profissionais	7,4%
Por incentivo de amigos, familiares, professores.	1,0%
"A princípio foi como uma última opção..."	1,0%

## CONCLUSÕES

Este trabalho procurou ampliar o conhecimento existente sobre o perfil dos alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP. Coerentemente com um outro trabalho anterior (TEIXEIRA, 2004), no qual era analisado o perfil dos

professores de física do ensino médio de São Paulo, a grande maioria de calouros do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP é do sexo masculino. Além disso, percebe-se que estes calouros têm uma idade, de certo modo, avançada, sobretudo se considerarmos que em muitos cursos "usualmente" os alunos ingressam na universidade com idade inferior a 20 anos. No mesmo sentido, mais da metade dos alunos já estudou em outros cursos superiores. Finalmente, cerca de 30% fizeram ensino técnico. Todos estes fatos marcarão com certeza o perfil profissional deste calouro/futuro professor de física e devem ser considerados pelos professores que ministram as disciplinas do curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP.

De forma relevante, podemos salientar que há um número expressivo de alunos negros ou pardos (cerca de 30%), considerando-se a realidade do ensino superior brasileiro, que é extremamente excludente para os afrobrasileiros, como indicam muitas pesquisas. Além disso, a grande maioria destes calouros fez a sua educação básica em escolas públicas.

Os calouros da Licenciatura em Física residem nas mais diversas regiões de São Paulo, indicando de certa forma a facilidade de acesso à Instituição, devido, sobretudo, à proximidade do CEFET-SP da estação de metrô Armênia (antiga Ponte Pequena).

Há lacunas na formação cultural destes alunos, que devem ser superadas pelo curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP, lacunas como, por exemplo, o fato de que quatro em cada dez calouros nunca foram ao teatro na vida e ao fato de quase a metade dos calouros não conseguir citar o nome de um cientista brasileiro na pesquisa. Uma outra informação que seguramente é significativa e merece registro é o fato de que a personalidade pública mais citada como sendo admirada pelos alunos foi Jesus Cristo.

Uma das preocupações da coordenação e dos professores do curso de Licenciatura em Física é a questão da evasão. O fato de que cerca de 1/3 dos calouros

prefeririam estudar à noite já aponta para uma parte do problema da evasão. Mas de forma geral a reflexão sobre muitos dos dados apresentados neste trabalho pode viabilizar a ação de medidas que diminuam a evasão dos alunos do curso, um desafio fundamental para que o curso se consolide.

A realidade aponta para a necessidade de fortalecimento deste curso de Licenciatura em Física. Há uma carência de professores de física e de cursos que formem professores de física na Grande São Paulo e no Brasil. Esta carência se confirma na alta relação candidato/vaga nos vestibulares semestrais para este curso do CEFET-SP: esta relação tem sido sistematicamente maior que 10 nos últimos vestibulares. Segundo dados do MEC (Brasil, 2003), havia uma demanda estimada de cerca de 55 mil professores de física em 2002, sendo que a quantidade de professores de física formados por década tem sido de 7 mil, enquanto que, para comparar, o Brasil vem formando cerca de 53 mil professores de biologia por década. Estes 7 mil professores de física formados por década quase que não conseguem nem mesmo compensar o número de professores de física que se aposentam ou se afastam do trabalho docente por outros motivos.

Desta maneira, aperfeiçoar o curso de Licenciatura em Física do CEFET-SP, levando em conta o perfil do seu corpo docente, pode permitir uma diminuição da evasão, de modo a formar mais e melhores professores de física para suprir as necessidades de nosso país, a fim de que todos os seus cidadãos possam ter uma educação científica de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

\_\_\_\_\_. *Estatística dos professores no Brasil*. Brasília: Ministério da Educação/INEP, 2003 (encontra-se também à disposição no site do MEC: [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)).

BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro. A. *Estatística básica*. São Paulo: Atual, 1987.

COSTA, Sérgio Francisco. *Introdução ilustrada à estatística*. São Paulo: Harbra, 1998.

TEIXEIRA, R. R. P; PANTALÉO JUNIOR, M.; GOLFETTE, B. H. Perfil dos professores de física do ensino médio em São Paulo. *Sinergia*, Vol. 5 (2), 2004.

**AGRADECIMENTOS:** Margareth Takeuchi e Modesto Pantaléo Júnior agradecem ao CEFET-SP pelo financiamento de suas bolsas de Iniciação Científica.

### Para contatos com os autores:

**Ricardo Roberto Plaza Teixeira:**  
[rrpteixeira@bol.com.br](mailto:rrpteixeira@bol.com.br)

**Modesto Pantaléo Júnior:**  
[hot\\_junior@hotmail.com](mailto:hot_junior@hotmail.com)

**Margareth Takeuchi**  
[margarethtakeuchi@ig.com.br](mailto:margarethtakeuchi@ig.com.br)



---

# LAZER NOS PARQUES PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Glauber Eduardo de Oliveira Santos

Bacharel e Mestre em Turismo pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP)  
Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Turismo Receptivo do CEFET-SP

*Este trabalho apresenta o resultado de uma pesquisa do perfil dos visitantes dos parques públicos da cidade de São Paulo, feita pelos alunos do curso de Tecnologia em Turismo do CEFET-SP. O estudo se baseia em 1250 entrevistas realizadas entre os meses de maio e junho de 2004. O artigo mostra a grande importância dos parques públicos para o lazer da sociedade paulistana, aponta as principais carências e dificuldades enfrentadas e apresenta algumas sugestões para a gestão desses equipamentos.*

*Palavras-chave: lazer; tempo livre; parques municipais; São Paulo; perfil do visitante; pesquisa de demanda.*

*This paper presents the results of a survey on the profile of São Paulo's public parks' users, which was developed by undergraduate students of CEFET-SP's Tourism Course. This study is based on 1250 interviews conducted during the months of May and June, 2004. The paper discusses the great importance of public parks for the leisure of São Paulo's residents. It also shows difficulties and necessities of these parks, as well as presents some suggestions to their management.*

*Key-words: leisure; free time; public parks; São Paulo; users profile; demand survey.*

## INTRODUÇÃO

O presente artigo pretende traçar o perfil geral dos visitantes dos parques públicos do município de São Paulo e compreender a relação traçada entre estes e a população da metrópole. São Paulo possui 40 parques públicos, segundo dados do Atlas Ambiental do Município de São Paulo (SVMA & SEMPLA, 2002), quais sejam:

### **Parques Municipais:**

Aclimação  
Alfredo Volpi  
Anhangüera  
Buenos Aires  
Burler Marx  
Carmo  
Chácara das Flores  
Chico Mendes  
Cidade de Toronto  
Conceição – Lina e Paulo Raia

Eucaliptos  
Guarapiranga  
Ibirapuera  
Independência  
Jd. Felicidade  
Lions Club Tucuruvi  
Luiz Carlos Prestes  
Luz  
Nabuco  
Piqueri  
Previdência  
Raposos Tavares  
Raul Seixas  
Rodrigo de Gasperi  
Santa Amélia  
Santo Dias  
São Domingos  
Severo Gomes  
Ten. Siqueira Campos  
Vila dos Remédios  
Vila Guilherme

### **Parques Estaduais:**

*Cantareira*  
*Ecológico do Guarapiranga*  
*Ecológico do Tietê*  
*Fernando Costa*  
*Fontes do Ipiranga*  
*Jaraguá*  
*Do Povo*  
*Serra do Mar*  
*Villa Lobos*

Apesar do número considerável de parques, o total de área disponível neles para o lazer do paulistano é bastante pequeno. Os parques municipais somam 14,5 km<sup>2</sup>, ou cerca de 0,96% do território municipal. Excluindo-se o Parque Anhangüera, afastado e pouco utilizado, sobram apenas 5,5 km<sup>2</sup>. Este número cresce significativamente quando considerados os parques estaduais. Entretanto, boa parte desses parques é destinada à preservação integral, fato que impossibilita a visita com o intuito de se praticar esportes, por exemplo (SVMA & SEMPLA, 2002).

Apesar disso, os parques da cidade de São Paulo fazem parte da vida de muitos paulistanos. Nos fins de semana, os parques municipais chegam a receber cerca de 440 mil visitantes (SVMA & SEMPLA, 2002).

A pesquisa que se apresenta foi realizada entre os dias 15 de maio e 14 de junho de 2004 pelos alunos do curso de Tecnologia em Turismo do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo (CEFET-SP), junto aos visitantes dos parques da cidade de São Paulo. Foram entrevistados 1250 visitantes, distribuídos em treze pontos de pesquisa. Tal amostragem confere à pesquisa, em princípio, um erro estatístico de 2,8% com 95% de confiança.

Em cada parque os entrevistados foram selecionados de forma aleatória. Entretanto, a amostragem total efetivada não obedeceu a critérios de proporcionalidade entre os parques, sendo distribuída entre esses por conveniência. Logo, apesar do grande número de entrevistas realizadas, o que conferiria, em

princípio, um erro estatístico pequeno, assume-se que o erro de amostragem possa ser um pouco maior. Portanto, devem-se interpretar os dados dessa pesquisa como indicativos preliminares da situação estudada.

### **PERFIL DO VISITANTE DOS PARQUES DA CIDADE DE SÃO PAULO**

A idade média dos visitantes dos parques é de 33 anos. Entretanto, a idade modal é 23 anos, sendo que a distribuição de idades é decrescente. O universo de visitantes é composto por pessoas de todas as faixas etárias, com maior ou menor incidência. A população com mais de 60 anos representa 5,9% do total de visitantes.

Em comparação com a população residente na cidade de São Paulo, nota-se que há uma maior propensão dos jovens a frequentar os parques. Os visitantes de até 29 anos representam 49,7% do total, enquanto a população de tal faixa etária residente em São Paulo é de apenas 37,8%.

A maior parte dos visitantes dos parques de São Paulo tem ensino fundamental ou médio completo (53%). Nota-se que o percentual de graduados e pós-graduados atinge quase 1/4 do total (23%).

A renda mensal do chefe da família foi estudada como variável representativa da categoria de renda do entrevistado. Essa variável foi escolhida em razão da possibilidade de ser comparada aos dados da população paulistana apresentados pelo Censo Demográfico 2000 do IBGE.

A maior parte dos visitantes dos parques da cidade de São Paulo tem renda do chefe da família variando entre 2 e 10 salários mínimos (60,7%). Destacam-se ainda as classes de renda de 1 a 2 salários mínimos (16,5%) e 10 a 20 salários mínimos (11,5%).

Em comparação com o perfil do residente na cidade de São Paulo, nota-se que há uma relativa popularização dos parques. Existe uma maior participação da faixa que vai de 1 a 10 salários mínimos no universo de



visitantes dos parques, em relação ao universo de moradores da cidade (7,9% de diferença). Em compensação, a faixa com renda de mais de 20 salários mínimos representa apenas

4,3% dos visitantes dos parques, enquanto na população total do município esse número é de 10,5%.

Grupos de idade	Visitantes dos parques (a)	Habitantes de São Paulo (b)*	Diferença (a-b)
15 a 19 anos	15,0%	12,7%	2,3%
20 a 24 anos	19,9%	13,0%	6,8%
25 a 29 anos	14,8%	12,1%	2,8%
30 a 34 anos	12,5%	11,2%	1,3%
35 a 39 anos	10,7%	10,5%	0,3%
40 a 44 anos	9,5%	9,4%	0,1%
45 a 49 anos	4,7%	7,9%	-3,2%
50 a 54 anos	4,4%	6,3%	-1,9%
55 a 59 anos	2,6%	4,6%	-2,0%
60 a 64 anos	2,3%	3,8%	-1,5%
65 a 69 anos	1,7%	3,0%	-1,4%
70 a 74 anos	1,2%	2,5%	-1,3%
75 anos ou mais	0,7%	3,0%	-2,3%
Total	100%	100%	

TABELA 1: GRUPOS DE IDADE - Fonte: IBGE (Censo 2000)

Renda mensal do chefe da família	Visitantes dos parques (a)	Habitantes de São Paulo (b)*	Diferença (a-b)
Até 1 s.m.	7,0%	7,2%	-0,2%
Mais de 1 a 2 s.m.	16,5%	12,8%	3,7%
Mais de 2 a 5 s.m.	35,8%	33,1%	2,6%
Mais de 5 a 10 s.m.	24,9%	23,4%	1,5%
Mais de 10 a 20 s.m.	11,5%	13,0%	-1,5%
Mais de 20 s.m.	4,3%	10,5%	-6,2%
Total	100%	100%	

TABELA 2: RENDA MENSAL DO CHEFE DA FAMÍLIA - Fonte: IBGE (Censo 2000)

Gráfico 1 - Grupos de idade

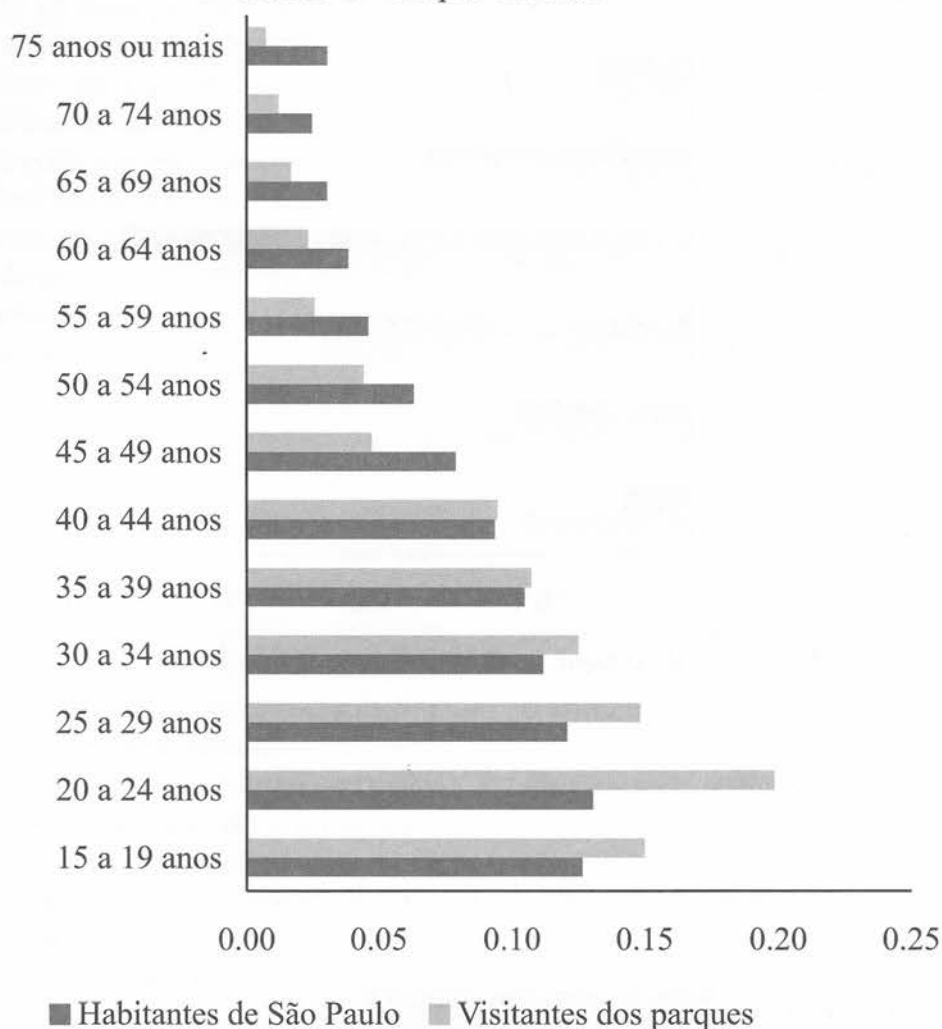


Gráfico 2 - Grau de escolaridade dos visitantes

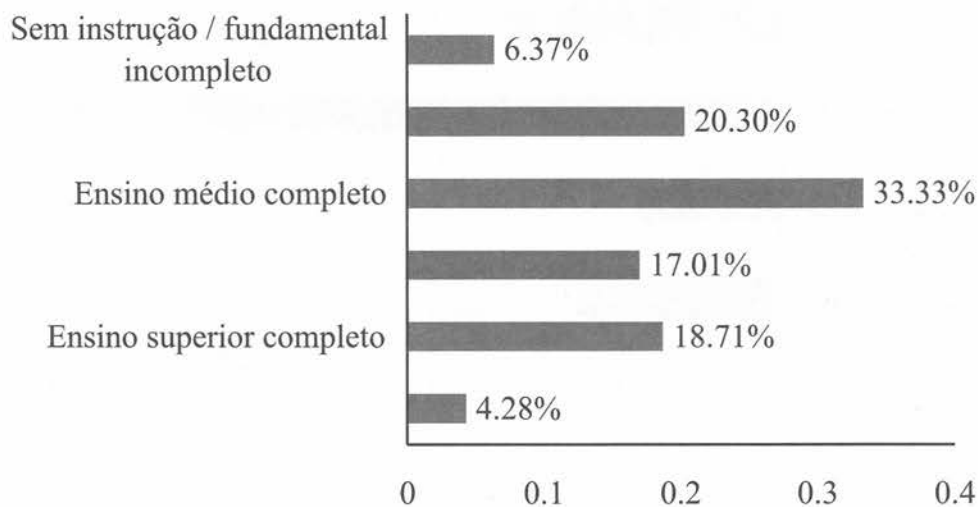


Gráfico 3 - Renda mensal do chefe da família

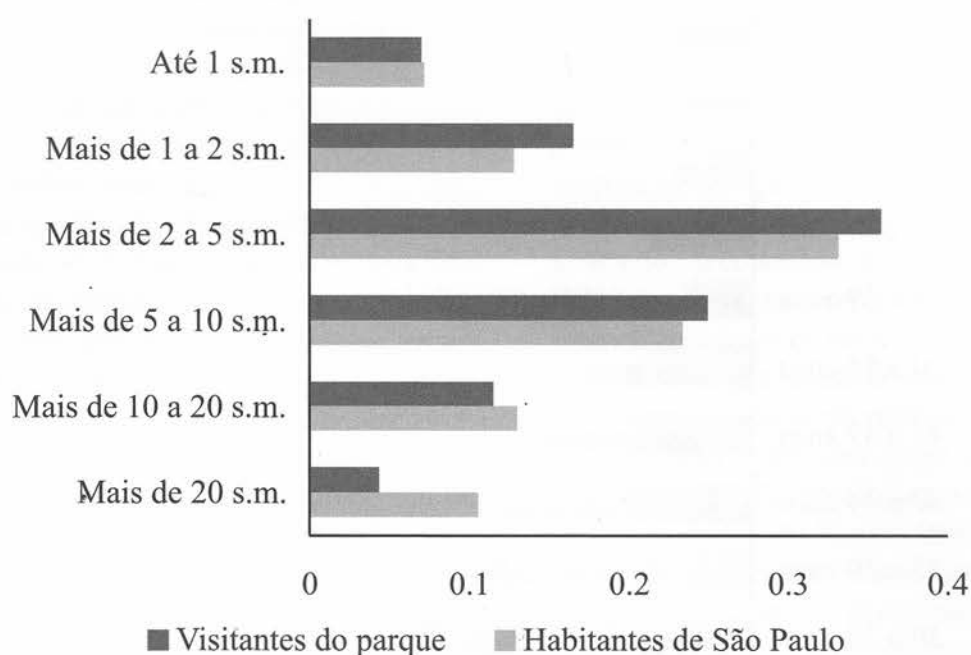
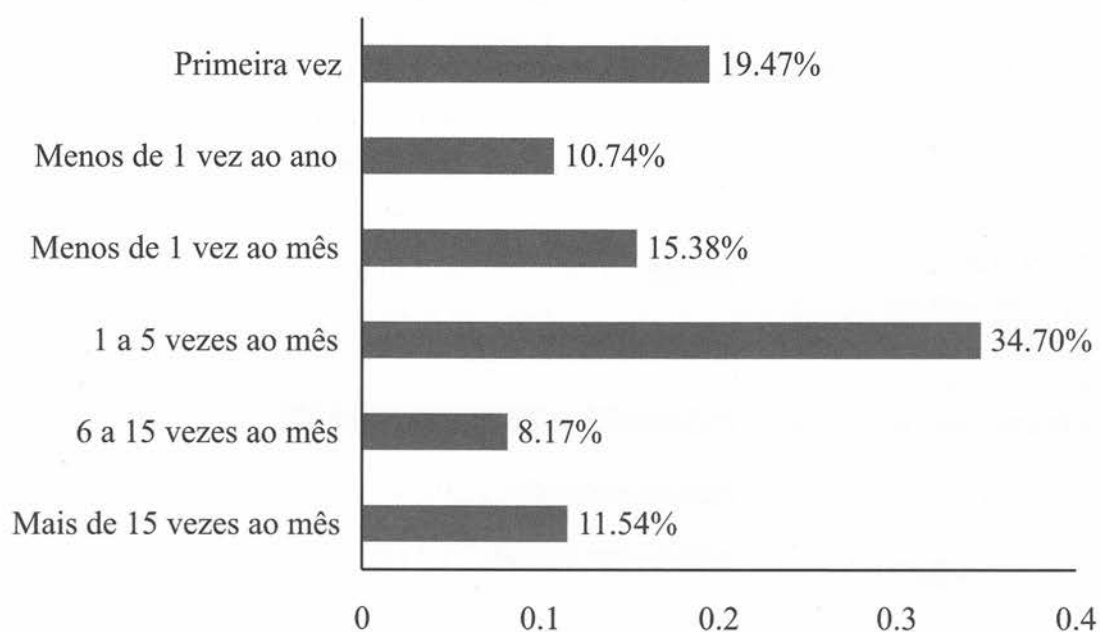


Gráfico 4 - Frequência de visita ao parque



Como esperado, a renda mensal do chefe da família dos visitantes é menor à medida que aumenta a distância entre o parque e o centro da cidade de São Paulo. Em outras palavras, os parques localizados na periferia apresentam uma visitação de pessoas com menor renda. A distância média entre o centro da cidade e os parques visitados por pessoas com renda do chefe da família de até 5 salários mínimos é de 9,1 km. O mesmo número para pessoas com renda do chefe da família de mais de 5 salários mínimos é de 8,4 km. A diferença poderia ser consideravelmente maior se fosse desconsiderado o Parque Burle Marx, o qual se localiza no Morumbi, bairro rico e afastado do centro da cidade.

A frequência de visitas aos parques é bastante irregular. Dentre os entrevistados, 19% afirmaram estar visitando o parque pela primeira vez. A categoria de frequência mais citada foi a de 1 a 5 vezes ao mês, representando 35% dos entrevistados. Apenas 12% dos visitantes vão ao parque pelo menos uma vez a cada dois dias.

A frequência de visita ao parque apresenta relação com a idade dos visitantes. Quanto maior a idade, maior a propensão às visitas frequentes. A idade média daqueles que vão ao parque menos de uma vez ao mês, menos de uma vez ao ano e aqueles que visitam o parque pela primeira vez é de 31,5 anos. Por outro lado, a idade média daqueles que frequentam o parque seis ou mais vezes ao mês é de 36 anos.

Os dias preferidos para visitar os parques são sabidamente os sábados e os domingos. Cerca de 74% dos entrevistados afirmaram frequentar os parques nesses dias.

Os dias de visita ao parque apresentam correlação com a distância do parque até o centro da cidade. Tem-se que os parques mais afastados do centro são mais visitados nos finais de semana, em comparação com os parques mais próximos. Esse dado pode estar relacionado tanto à dificuldade de acesso quanto à realidade sócio-econômica das diferentes regiões da cidade.

A atividade mais popular entre os

visitantes é a caminhada, sendo praticada por 50% das pessoas. Em seguida aparecem a recreação com a família e amigos (40%), o descanso (36%), a contemplação da natureza (27%) e os esportes de quadra (18%).

As atividades praticadas apresentam relação com a idade do visitante. Atividades como leitura, caminhada e passeio com o cachorro são preferidas pelas pessoas de maior idade (idades médias entre 35 e 37 anos). Já as atividades como esportes de quadra, bicicleta, alimentação e corrida são preferidas pelos mais jovens (idades médias entre 27 e 30 anos).

Algumas atividades também apresentam forte correlação com a renda. Os esportes de quadra, por exemplo, são mais praticados pelos grupos com menor renda. Cerca de 26,6% dos visitantes com renda do chefe da família de até 2 salários mínimos praticam esportes de quadra nos parques. Já na camada com mais de 10 salários temos apenas 5,2%. Entretanto, as práticas de caminhada, contemplação da natureza, descanso e leitura são mais praticadas pelas pessoas com maior renda, conforme a tabela 3.

As pessoas que visitam os parques da cidade de São Paulo o fazem principalmente com a família (31%) ou amigos (31%), sendo que menos de 1/4 dos entrevistados (23%) o fazem sozinhos.

Quanto à distância dos parques em relação ao local de residência, a maior parte dos visitantes afirmou residir em bairros vizinhos aos parques visitados (54,8%). Apenas 12% dos visitantes dos parques paulistanos não residem no município. Fazemos duas avaliações do gráfico 8: a primeira é que a maior partes dos visitantes não quer ou não precisa se deslocar por longas distâncias na cidade, preferindo áreas próximas de sua residência. A segunda atenta para o fato de que 33% dos visitantes afirmam vir de bairros distantes, sendo que esses, provavelmente, não dispõem de uma área de lazer nos arredores de sua residência, o que se configura como um problema para a gestão municipal dessas áreas.

Gráfico 5 - Dias de visita ao parque

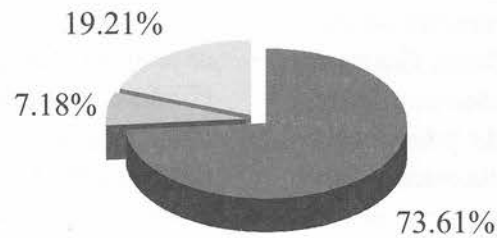


Gráfico 6 - Atividades praticadas



Atividades praticadas no parque	Até 2 s.m.	Mais de 2 a 10 s.m.	Mais de 10 s.m.	Total
Caminhada	45,8%	48,6%	60,1%	50,2%
Recreação com a família/amigos	39,2%	41,9%	34,7%	39,7%
Descanso	29,7%	38,4%	38,9%	36,0%

TABELA 3: ATIVIDADES PRATICADAS NO PARQUE

Com relação ao meio de transporte utilizado para chegar ao parque, cerca de 40% dos visitantes utilizam automóveis. Os meios de transporte coletivos são minoria,

representando apenas 25% do total. Por fim, cerca de 27% dos entrevistados deslocam-se até os parques públicos a pé.



Gráfico 7 - Tipo de grupo

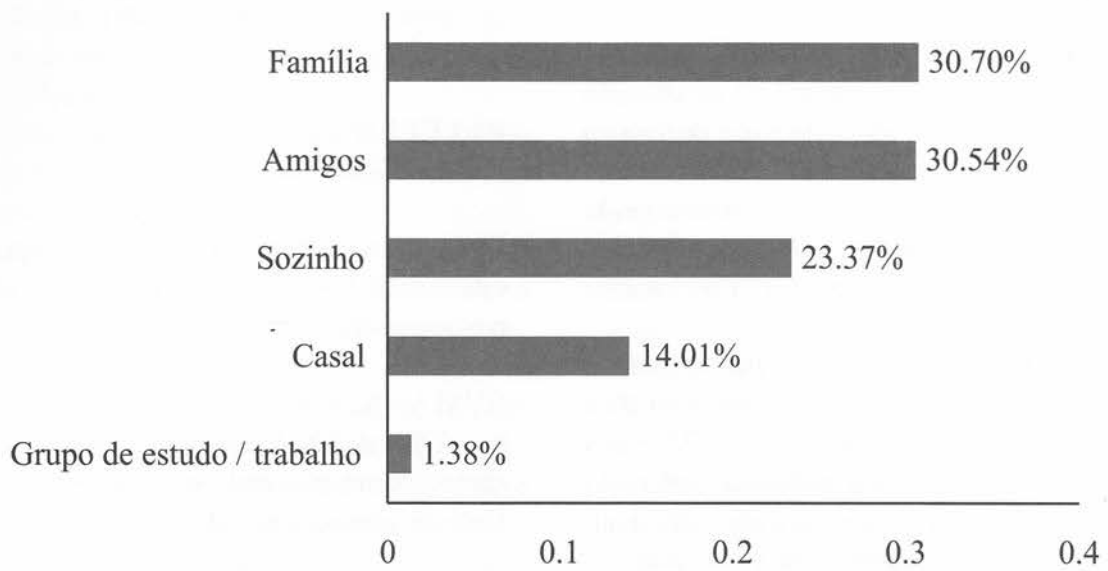


Gráfico 8 - Local de residência em relação ao parque

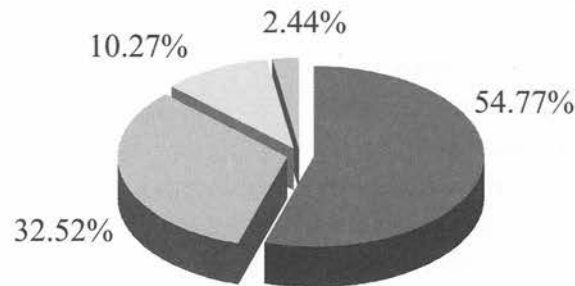
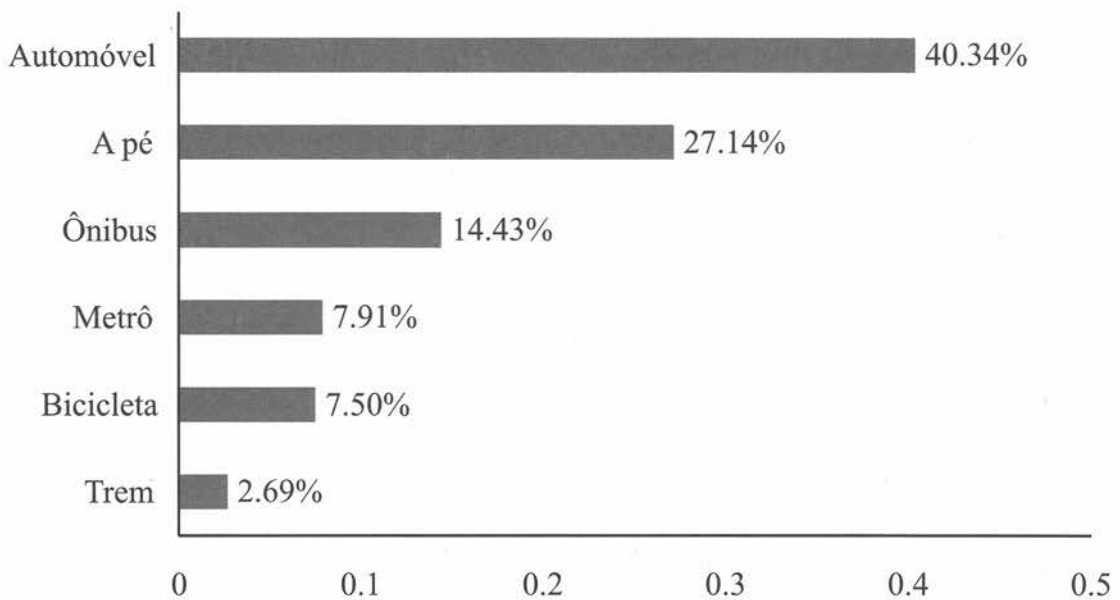


Gráfico 9 - Meio de transporte utilizado para chegar ao parque



## CONCLUSÕES

A pesquisa mostra que há relações diretas entre a renda do usuário e a localização do parque. Quanto mais distante do centro fica a área, menor é a renda. As atividades esportivas também estão relacionadas à renda mais baixa, o que pode demonstrar a falta de opções de centros esportivos nos bairros periféricos.

A localização é determinante para a escolha do meio de transporte que se utiliza para se chegar até o parque. Como 72% dos entrevistados afirmaram utilizar algum meio de transporte, seja ele coletivo ou individual, pode-se levantar a hipótese de que os parques não estão, necessariamente, em locais de fácil acesso para a população.

O perfil do visitante trouxe, ainda, a conclusão de que os parques cumprem a função de espaços de lazer e descanso da sociedade paulistana. As quatro motivações mais mencionadas (caminhada, recreação com a família, descanso e contemplação da natureza) estão de acordo com os objetivos dessas áreas e demonstram a importância que elas têm para prover de lazer os habitantes do município.

Torna-se imperativo, nesse momento, não só construir novas áreas como as que já existem, mas fazê-las interagir de forma mais eficiente com as pessoas. Uma das necessidades reafirmadas pela pesquisa é a construção de parques nos bairros periféricos, evitando-se assim os deslocamentos que o indivíduo já faz em seu dia-a-dia de trabalho.

O fato de o uso se concentrar nos finais de semana e feriados mostra a necessidade do poder público de planejar novos usos para os parques durante a semana. Pode-se, por exemplo, promover cursos ou atividades físicas para antes do horário de trabalho, diversificando suas possibilidades de atendimento.

Espera-se que o presente trabalho possa contribuir para a gestão eficiente dos parques públicos da cidade de São Paulo, orientando

a utilização adequada dos recursos financeiros e humanos e a melhoria dos serviços públicos oferecidos aos cidadãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. *Censo demográfico 2000*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/cdru/default.asp>.

SVMA; SEMPLA. *Atlas ambiental do município de São Paulo*. 2002. Disponível em: <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/>.  
Data de acesso: Out. 2004.

**Para contatos com o autor:**  
[glauberduardo@hotmail.com](mailto:glauberduardo@hotmail.com).

---

# UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: O TIJOLO DE SOLO-CIMENTO

Maria Augusta Justi Pisani

Profª. Drª. da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie,

docente do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo e do CEFET-SP

*Este artigo tem como objetivos descrever os tipos de tijolos de solo-cimento produzidos no Brasil; relacionar as máquinas empregadas no processo; e destacar os cuidados durante as etapas de fabricação e utilização destes elementos de alvenaria, que podem ser considerados de baixo impacto ambiental em relação aos tradicionais.*

*Palavras-chave: tijolos de solo-cimento; materiais de construção; técnicas construtivas; arquitetura de terra.*

*This article has as objective to describe the types of ground-cement bricks produced in Brazil; to relate the machines used in the process and to emphasize the cares during the stages of manufacturing and use of these masonry elements that can be considered of low environmental impact in relation to the traditional ones.*

*Key-words: ground-cement bricks; construction materials; constructive techniques; land architecture.*

## INTRODUÇÃO

No momento procura-se com vigor materiais e técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais ocasionados pela construção. É indiscutível a procura por arquiteturas mais sustentáveis, pois os recursos do planeta são finitos, e o crescimento da população e suas atividades têm gerado há séculos grandes violências contra o meio ambiente.

Não existe construção que não gere impacto, a busca é por intervenções que o ocasionem em menor escala.

A terra crua como material de construção é uma das tentativas de superar esse desgaste, pois este material é abundante em todo o planeta, não gasta energia para ser queimado e possui características isolantes que

permitem um bom conforto térmico e acústico, o que proporciona ambientes confortáveis com menos energia para condicioná-lo.

Não se deve ignorar a energia consumida para a fabricação do cimento que entra como um dos componentes para o fabrico do tijolo de solo-cimento, porém esta é menor que a consumida para queimar os tijolos cerâmicos, pois o cimento entra em pequenas proporções em relação ao volume total de material empregado.

Ressalta-se que na história da arquitetura encontram-se, há aproximadamente cinco mil anos, alvenarias com materiais similares, e muitas soluções plásticas distintas foram utilizadas com sucesso, podendo esse material atender a vários partidos arquitetônicos.

## **EQUIPAMENTOS PARA FABRICAÇÃO**

### **1. PRENSAS**

Os tijolos de solo cimento podem ser produzidos manual ou mecanicamente por meio de prensas. No Brasil, são encontrados fabricantes de prensas manuais que possuem a capacidade de produzir de 500 a 2000 unidades por dia, com operações simples e aprendizado por meio de treinamento de 8 a 24 horas. Os equipamentos são de pequenas dimensões, podendo ser instalados em áreas de 3 a 5 m<sup>2</sup> e pé direito de 2,5 m, incluindo os espaços necessários para abastecimento e operação. A seguir são apresentados os modelos mais comercializados no mercado brasileiro:

**1.1** – Prensa portátil e manual para a prensagem de tijolos maciços convencionais, de solo-cimento. A produção é reduzida e é recomendada para obras de pequeno a médio porte, com o consumo de, no máximo, 800 peças por dia. O peso médio dessas prensas é de 40 kg. São fáceis de transportar por serem portáteis e desmontáveis. O espaço ocupado para a utilização do equipamento é de aproximadamente 3 m<sup>2</sup>. A produção varia de 60 a 100 peças por hora.

**1.2** – Prensa manual para tijolos de solo-cimento maciços comuns ou com encaixes universais, vazados com furos de 5 cm de diâmetro, com 5 cm de espessura, 10 cm de largura e 20 cm de comprimento. A mistura de solo e cimento, ainda úmida, é colocada no bocal da prensa, e a alavanca é acionada, utilizando apenas a força manual.

Essa prensa é formada por articulações com rolamentos para que os tijolos moldados mantenham a forma constante, e o molde é preso por intermédio de parafusos, o que permite a troca de modelos de tijolos, como, por exemplo, os meios-tijolos e as canaletas. São prensados dois tijolos por operação. Seu peso é de aproximadamente 80 kg e para

operá-la são necessários três trabalhadores. Um abastecendo a máquina, o segundo prensando e o terceiro encarregando-se do preparo da mistura de solo-cimento. A produção varia de 200 a 300 tijolos por hora, dependendo das condições locais e da mão-de-obra.

**1.3** – Prensa manual para elementos de encaixes universais, com 6,25 cm de espessura, 12,5 cm de largura e 25 cm de comprimento, contendo furos internos com 6,66 cm. Pode ser acoplada a “fôrma” para meio tijolo com 6,25cm x 12,5 cm x 12,5 cm e a fôrma para canaletas. Pesa aproximadamente 150 kg, é operada por dois trabalhadores e produz de 150 a 200 módulos por hora.

### **DESTORRADORES OU TRITURADORES**

Máquina destinada a destorroar e triturar o solo, formando uma mistura mais homogênea, para que o tijolo resultante seja de melhor qualidade. Minimiza o consumo de cimento porque elimina a necessidade de peneiramento do solo. Alguns modelos podem triturar em média 6 m<sup>3</sup> de solo por dia e possuir motor elétrico de 2 hp. É aconselhável que a mistura seja triturada pelo menos duas vezes para ficar bem homogeneizada.

### **TIPOS DE TIJOLOS**

No mercado brasileiro são encontrados diversos tamanhos e modelos de tijolos de solo-cimento. Estes são escolhidos de acordo com o projeto, mão-de-obra, materiais e equipamento locais e outras condicionantes específicas. A tabela 1 relaciona alguns tipos.

Tipo	Dimensões	Características
Maciço comum	5 cm x 10 cm x 20 cm 5 cm x 10 cm x 21 cm	Assentamento com consumo de argamassa similar aos tijolos maciços comuns
Maciço com encaixes	5 cm x 10 cm x 21 cm 5 cm x 11 cm x 23 cm	Assentamento com encaixes com baixo consumo de argamassa
½ tijolo com encaixes	5 cm x 10 cm x 10,5 cm 5 cm x 11 cm x 11,5 cm	Elemento utilizado para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas
Tijolos com dois furos e encaixes	5 cm x 10 cm x 20 cm 6,25 cm x 12,5 cm x 25 cm 7,5 cm x 15 cm x 30 cm	Assentamento a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos na vertical
Meio-tijolo com furo e encaixe	5 x 10 x 10 cm 6,25 x 12,5 x 12,5 cm 7,5 x 15 x 15 cm	Elemento para acertar os aparelhos, sem a necessidade de quebras
Canaletas - vide foto 1	5 x 10 x 20 cm 6,25 x 12,5 x 25 cm 7,5 x 15 x 30 cm	Elemento empregado para execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarração e passagem de tubulações horizontais

Tabela 1 – Tipos e dimensões de tijolos de solo-cimento produzidos no Brasil.

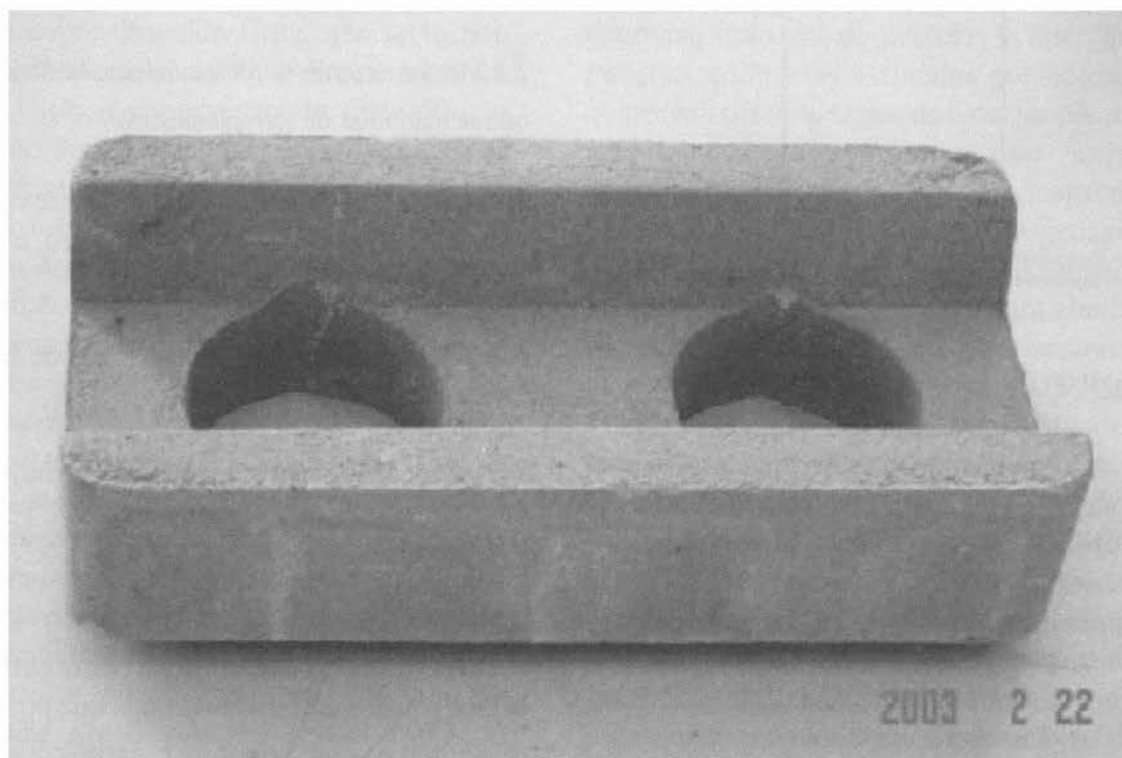


Foto 1 – tijolo de solo-cimento tipo canaleta para a execução de vergas e cintas de amarração



Ressalta-se que todos os tipos acima podem ser confeccionados para serem revestidos ou utilizados à vista. Para isto basta trabalhar com dosagens diferentes e prensagem ou moldagem mais cuidadosa, para que as faces externas do elemento de alvenaria possuam textura e resistência superiores. As alvenarias também podem receber pintura de diversas matérias-primas para que fiquem mais protegidas contra as intempéries. Os tijolos podem ser totalmente maciços, similares aos tijolos maciços comuns, ou com furos. Os furos nos tijolos objetivam:

- Encaixar uns sobre os outros, facilitando assim o assentamento e diminuindo o tempo de execução e a quantidade de argamassa ou cola empregadas;
- Diminuir o peso das alvenarias, o que implica diretamente diminuir o dimensionamento das fundações e outras estruturas;
- Aumentar o isolamento termo-acústico, pois os furos compõem câmaras-de-ar no âmago das alvenarias.

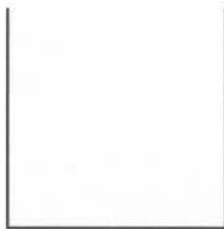


Foto 2 – Detalhe dos furos com o encaixe saliente, que fica para cima durante o assentamento, do tijolo de solo-cimento com 6,25 cm x 12,5 cm x 25 cm

## PRODUÇÃO DOS TIJOLOS

A produção dos tijolos de solo-cimento varia de acordo com os objetivos de sua utilização (por causa de resistência, aparência, peso, formato, cor, textura, componentes, emprego para revestimento, entre outras coisas) e de acordo com o processo a ser utilizado (manual, mecânico ou híbrido). Levando em consideração estes aspectos, podem-se relacionar as seguintes etapas, conforme fluxograma ilustrado na

figura 1.

**1. Escolha do tipo de solo mais adequado em relação às características necessárias para atender aos diversos pré-requisitos:**

**1.1. Exigidos pelo elemento de solo-cimento após sua confecção:**

- Resistências mecânicas;
- Resistência à abrasão;
- Impermeabilidade;
- Durabilidade.

**1.2. Outras propriedades:**

- Proporcionar dosagem econômica;
- Ser abundante o suficiente para atender à demanda;
- Estar próximo do local de fabrico;
- Não conter gravetos, seixos e pedregulhos em excesso, para não comprometer o processo de fabricação.

**2. Retirada do solo, na jazida, pode ser:**

**2.1. Manual (com pás, picaretas e enxadas);**

**2.2. Mecânica (com retroescavadeira, lâminas ou outras máquinas de terraplenagem).**

**3. Transporte do solo: o material escavado deve ser levado até o local do preparo, e este pode ser:**

**3.1. Manual (por meio de carrinhos de mão, latas, caçambas, etc.);**

**3.2. Mecânico (por meio de caminhões basculantes).**

**4. Preparo do solo:**

**4.1. Retirada dos gravetos, pedregulhos, seixos rolados e outros materiais que possam dificultar o amassamento e gerar possíveis patologias no tijolo e conseqüentemente nas alvenarias;**

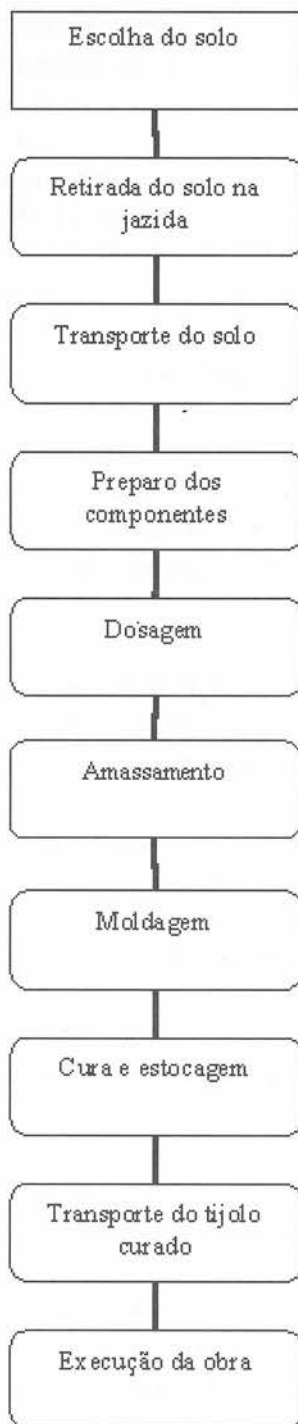


Figura 1 – Fluxograma das etapas de fabricação e utilização de tijolos de solo-cimento

**4.2.** Peneiramento – deve ser feito em peneiras com malhas de 4 a 6 mm, a fim de que os torrões sejam separados e, depois de acumulados, molhados, dissolvidos, para, após a secagem, passarem por novo peneiramento;

**4.3.** Trituramento – permite uma produção

maior e com mais qualidade que o peneiramento manual.

**5.** Dosagem: os componentes de um tijolo de solo cimento são:

**5.1.** Solo devidamente preparado;

**5.2.** Aglomerante (cimento portland);

**5.3.** Água potável;

**5.4.** Aditivos: nesta fase pode ser colocado algum tipo de aditivo (como, por exemplo, corantes, cimentos refratários, impermeabilizantes, etc.);

**5.5.** Outros componentes podem ser colocados na massa para melhorar algumas de suas propriedades, desde que devidamente dosados após ensaios (como, por exemplo, agregados miúdos, escórias ou fibras).

**6.** Amassamento: deve ser feito até que a massa esteja totalmente homogênea, para que as propriedades dos tijolos se mantenham iguais em todo o volume. Este pode ser:

**6.1.** Manual: revolvendo com pás os componentes em um terreiro, que deverá ser revestido com um tablado de madeira ou cimentado. Não deve ser feito sobre a terra para que as ferramentas não retirem o solo local, alterando assim a dosagem;

**6.2.** Mecânico: por meio de trituradores (não devem ser utilizadas as betoneiras para o preparo do solo-cimento);

**6.3.** Deve-se preparar a quantidade de mistura para, no máximo, uma hora de moldagem com o objetivo de manter as propriedades desejadas, devido à cura do cimento.

**7.** Moldagem: durante o processo devem-se tomar os seguintes cuidados:

**7.1.** Verificar os pré-requisitos da máquina

compactadora;

**7.2.** Limpar as “fôrmas” de restos de moldagens anteriores;

**7.3.** Utilizar desmoldante, se for desejado;

**7.4.** Colocar a quantidade de mistura necessária, que, em seguida, será reduzida em até 50% do volume, dependendo das dimensões e forma do tijolo;

**7.5.** Manter a câmara compactadora sempre limpa para que restos de mistura não danifiquem as moldagens subsequentes;

**7.6.** Verificar se o local da cura está devidamente preparado para receber as unidades frescas.

**8.** Quanto à cura e à estocagem, as recomendações para que o tijolo tenha boa qualidade são as seguintes:

**8.1.** Os elementos devem ser empilhados assim que retirados da “fôrma”, para que não haja danos oriundos de grandes movimentações com o tijolo ainda úmido;

**8.2.** O local de armazenamento deve estar totalmente em nível para que os elementos não se deformem;

**8.3.** As pilhas devem manter o número de fiadas de acordo com o peso e o formato do tijolo, para que não haja sobrecarga nas fiadas inferiores (seguir sempre recomendações dos fabricantes de equipamentos, pois estes já realizaram testes de armazenamento e costumam indicar pilhas com até 1 m de altura). A sobrecarga pode deformar o tijolo, tornando-o inutilizável;

**8.4.** Não é indicada a mobilidade dos tijolos nos três primeiros dias;

**8.5.** Nos três primeiros dias de cura deve-se pulverizar água sobre os tijolos de duas a

quatro vezes ao dia, dependendo da umidade relativa do ar e da temperatura, mantendo-os umedecidos;

**8.6.** Não armazenar em ambientes com vento e/ou sol atingindo diretamente os tijolos;

**8.7.** As pilhas podem ser cobertas com lonas plásticas ou impermeáveis durante os três primeiros dias, para minimizar a perda de água;

**8.8.** Após sete dias, o material do tijolo apresenta uma resistência aproximada entre 60% e 65% da resistência de cálculo e pode ser transportado e até utilizado, mas com mais cuidados;

**8.9.** A cada dia a mais de cura, o tijolo apresenta resistência maior e pode ser transportado com mais segurança;

**8.10.** Após 28 dias, a cura estará completa e o tijolo apresentará aproximadamente 95% da resistência total de cálculo. Este é o prazo ideal para transporte e utilização do tijolo.

**9.** Transporte do tijolo curado: nesta fase, as seguintes precauções devem ser tomadas com o tijolo de solo-cimento:

**9.1.** Deve ser empilhado em nível nos carrinhos de mão ou caminhões;

**9.2.** Não deve ser arremessado para que não se trinque, quebre ou lasque, perdendo o formato perfeito para a modulação do aparelho.

## CONCLUSÕES

No Brasil existem vários tipos de máquinas para a confecção de tijolos de solo-cimento, tanto manuais como mecânicas. Os tijolos podem ser maciços, furados, com ou sem canaleta. Durante o processo de execução deve-se atender a muitos detalhes para que a qualidade desejada seja alcançada, e o

resultado final é um componente para alvenarias com menor impacto ambiental que os tradicionais.

**Para contatos com autora:**

[augusta@cefetsp.br](mailto:augusta@cefetsp.br)



[augusta@mackenzie.com.br](mailto:augusta@mackenzie.com.br)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATÁLOGO SAHARA. Tecnologia, máquinas e equipamentos Ltda. Brick 2001. *O tijolo ecológico e o sistema Construtivo Modular*. Sahara: São Paulo, 2001.

\_\_\_\_\_. Tecnologia, máquinas e equipamentos. Brick e Brikito. *O solo-cimento na fabricação de tijolo modular*. 2001. Sahara: São Paulo, s/d.

FARRENBERG, Maria Lúcia Alonso. *Manual para a fabricação de tijolos de solo-cimento*. São Paulo: CESP (Série Divulgação e Informação, 043), 1986

PISANI, Maria Augusta Justi. *Visita técnica e levantamento fotográfico na Sahara: Tecnologia, Máquinas e Equipamentos*, São Paulo, 2002.

\_\_\_\_\_. Execução do tijolo de solo-cimento. In: COLLET, Bruna Gilda. Relatório: *Promoção do Desenvolvimento Sustentável do semi-árido da Bahia*. Universidade Presbiteriana Mackenzie. MackPesquisa: São Paulo, 2004.

[http://www.permaq.com.br/prensamanual\\_copy.htm](http://www.permaq.com.br/prensamanual_copy.htm)

Data de acesso: 04/09/2004.

<http://www.sahara.com.br/pcatalogo.htm>

Data de acesso: 04/09/2004.

---

# SISTEMA DIDÁTICO DE SENSORES DIGITAIS AGRO-AMBIENTAIS PARA TREINAMENTO EM SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO

JOSÉ L. AZZOLINO

Engenheiro Eletricista e Professor de Eletrônica no CEFET-SP

PAULO E. CRUVINEL

Doutor em Automação e Pesquisador da Embrapa – São Carlos – SP

GIORGIO E. O. GIACAGLIA

Doutor em Automação e Pesquisador da Embrapa – São Carlos – SP

*Neste artigo é apresentado um sistema didático de sensores agro-ambientais, os quais compõem uma plataforma educacional para treinamento em processos agrícolas que envolvam suporte à decisão, em particular com aplicação em análise de riscos climáticos. O sistema é composto por um módulo básico de coleta e processamento de informações digitais e três módulos sensores que envolvem medida da velocidade do vento [m/s], medida da direção do vento [°] e medida de índice pluviométrico [mm], os quais foram montados em bases de acrílico transparente, viabilizando um acompanhamento dos sensores durante o período operativo. Resultados são apresentados quanto aos itens praticidade, confiabilidade, adequabilidade e treinamento, constituindo-se em uma plataforma para desenvolvimento de método completo para ensino.*

*Palavras-chave: sensores; treinamento; suporte à decisão; instrumentação agrícola.*

*Abstracts: This paper presents a didactic system based on digital environmental sensors, which allow an educational platform for decision-making training on agricultural processes, with particular application in climatic risk analysis. It is organized with a module for data acquisition and signal processing for digital information and three additional modules dedicated respectively to wind speed [m/s], wind direction [°], and pluviometric rate [mm] measurements. Besides, these modules having the sensors were assembled into a container made by transparent acrylic material, i.e., such arrangement allows not only the visualization of the transducers but also the electronic and mechanical hardware of the sensors during operation. Results are presented in terms of its practicality, reliability, and usefulness for training, as well as base for a complete method to formal education.*

*Key-words: sensors, training; decision-making; agricultural instrumentation.*

## INTRODUÇÃO

A tomada de decisão, nos diversos setores da atividade humana, geralmente contém incertezas. Fatos que decorrem da aleatoriedade associada aos fenômenos e eventos, bem como da complexidade de interrelacioná-los. Essas incertezas geralmente decorrem devido a erros aleatórios cometidos em medições estatísticas, julgamentos

subjetivos, imprecisão dos instrumentos de medida, o que pode causar erros sistemáticos e imprimir “tendenciosidade”, imprecisões lingüísticas quanto ao entendimento e descrição de fenômenos e eventos, variabilidade dos valores no tempo e espaço, aleatoriedade associada a certos fenômenos ou eventos, discordância de opiniões entre especialistas e considerações estipuladas quando da modelagem de sistemas. Deste



modo, tem-se que as incertezas imprimem, geram e implicam riscos. Riscos são definidos com a probabilidade ou possibilidade da ocorrência de valores para determinados eventos e fenômenos, indesejáveis ou adversos. Assim, em processos como os de medição, observações, avaliações e tomada de decisões, podem ser influenciados por várias fontes de incertezas. Isso leva a estabelecer a convivência contínua e inevitável com inúmeros tipos de risco. Riscos podem possuir diferentes conotações, como as de ordem física, estrutural, econômica, social e ambiental.

Os primeiros trabalhos sobre risco climático, voltados ao zoneamento agrícola e desenvolvidos no Brasil, se basearam fortemente nos estudos de aptidão climática para estabelecer zonas aptas, zonas marginais e zonas inaptas para as principais culturas. Os trabalhos desenvolvidos no Instituto Agrônomo de Campinas, sob a coordenação do Dr. Ângelo Paes de Camargo, foram pioneiros nesse sentido (CAMARGO & ORTOLANI, 1966). Com o surgimento de novos *softwares* e linguagens de programação, houve um grande avanço no desenvolvimento de modelos para representar as interações planta-ambiente, permitindo assim simular para períodos mais longos o comportamento de cada espécie vegetal em relação ao clima (MUCHOW & BELLANY, 1991; FARIA, 1999); PELLEGRINO et al., 1998, destacam a importância do monitoramento das condições do tempo e do clima, pela influência sobre a atividade agrícola, e da transmissão e divulgação dessas informações na forma de mapas, com aspectos referentes aos métodos de mapeamento de informações meteorológicas e climatológicas através do uso de SIG. A primeira e importante ação no Brasil para se identificar as melhores épocas de semeadura, com a utilização de ferramentas como a geoestatística ou SIG, foi desenvolvida por Assad e colaboradores em 1998 (ASSAD et al., 1998; ASSAD & SANO, 1998). Em trabalhos dessa natureza, o mapa de risco classificado é a principal visualização em cada

decênio, uma vez que representa o resultado parcial do risco de semeadura no decênio. A interface para o banco de dados de cultura, estações meteorológicas, dados meteorológicos e outras bases de dados derivadas devem possuir visualização, para possibilitar a manutenção do e as consultas ao banco de dados (PUSGLEY et al., 2001).

No presente trabalho é apresentado um sistema didático baseado em sensores digitais, que viabilizou a leitura de parâmetros agro-ambientais, como velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico, para treinamento em processos de auxílio à tomada de decisão em sistemas de zoneamento agrícola clássico, em particular sobre o fator de aptidão climática, em que se estabelece quais são os parâmetros climáticos importantes à cultura e ao potencial oferecido pela região de estudo. Essas informações podem constituir base de dados para um modelo básico de análise de risco climático que auxilie na indicação de melhores épocas de plantio e tipo de cultura adequada com vista à otimização do risco associado a essa natureza de processo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A sistematização de uma base didática para treinamento em processos que requeiram auxílio à tomada de decisão focada em aplicações agrícolas, como é o caso de análise de risco climático, por exemplo, deve levar em conta não somente os aspectos referentes ao ensino e à modelagem propriamente ditos, como também deve abordar a instrumentação de treinamento, a qual deve ser amigável na operação. Baseado neste contexto, com vistas a detalhar os aspectos da modelagem e da instrumentação, objetos deste trabalho, os seguintes materiais e métodos são considerados: modelo para treinamento e base instrumental focada em sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico com os respectivos circuitos para condicionamento, aquisição de sinais e

processamento da informação.

Quanto ao modelo para treinamento, o mesmo pode estar fundamentado no uso de vetores que representam classes de padrões caracterizados por informações quantitativas. Cada componente pode, assim, representar um descritor quantitativo na forma:

$$x = \begin{bmatrix} \text{risco de ventos} \\ \text{risco de excesso de chuva na colheita} \\ \text{risco de deficiência hídrica na floração} \end{bmatrix}$$

equação 1

O modelo de objetos que descreve a estrutura de objetos de um sistema, seus relacionamentos com outros objetos, seus atributos e suas operações, proporciona a estrutura necessária na qual podem ser colocados os modelos dinâmico e funcional. As classes definem os valores de atributos relativos a cada instância de objetos e as operações que cada objeto executa ou a que se submete. O modelo dinâmico ilustra uma seqüência de estados e de eventos permitidos em um sistema para uma classe de objetos. Os diagramas de estado também se relacionam com os outros modelos. O modelo funcional descreve os aspectos de um sistema relacionados à transformação de valores: funções, mapeamento, restrições e dependências funcionais.

Quanto aos sensores e circuitos de processamento de sinais, foram utilizadas tecnologia CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) de baixo consumo e sub-sistemas individuais para as medidas e condicionamento dos sinais digitais advindos dos sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico. Leituras podem ser realizadas simultaneamente em visor de diodos emissores de luz ou enviadas a um computador hospedeiro para geração de base de informação temporal.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto ao medidor de velocidade,

optou-se por projetar um transdutor baseado em leitura de rps, com o uso de um disco com janelas sobre o anteparo mecânico de leitura e chave óptica de leitura que opera na frequência do infravermelho e viabiliza leituras na faixa de 0,1 m/s a 99,9 m/s.

Quanto ao medidor de direção do vento, optou-se por projetar um transdutor “baseado” em um disco codificado em código Gray de 5 bits, o qual é lido por diodos emissores e receptores que operam na frequência do infravermelho e cuja leitura é transformada em endereço para um bloco de memórias do tipo EPROM, as quais decodificam informações sobre a direção do vento, com leituras realizadas sob resolução de 11,2° na faixa de 360,0°.

Quanto ao medidor de índice pluviométrico, optou-se por projetar um transdutor “baseado” em balança e leitura óptica com operação na frequência do infravermelho, cuja calibração viabiliza resolução de 1 mm de chuva com limite máximo de integração, antes de reinicialização, de até 9999 mm.

Todos os módulos sensores e também o módulo de condicionamento do sinal e leitura foram montados em invólucros acrílicos, de forma que os sensores, bem como a estrutura do *hardware* com circuitos e partes mecânicas, sejam visualizados por usuários. A Figura 1 ilustra o módulo de processamento de sinais, coleta ou leitura de informações, como também os sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico.



FIGURA 1 – Fotografia dos módulos de processamento do sistema didático para auxílio em processos de tomada de decisão e sensores agro-ambientais

## CONCLUSÕES

Foi apresentada a base instrumental para um sistema didático baseado no uso de sensores digitais agro-ambientais, o qual encontra aplicação em treinamento de processos de suporte à decisão. Os resultados indicam que o mesmo é um mecanismo alternativo, sistematizado e de baixo custo para treinamento em problema de auxílio à tomada de decisão, podendo ser facilmente implementado e útil a programas didáticos de treinamento.

## AGRADECIMENTOS

À UNITAU, à EMBRAPA e ao CEFET-SP, pelo apoio e oportunidade no desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, E. D. et al. Uso de modelos numéricos de terreno na espacialização de épocas de plantio. In: ASSAD, E.D. & SANO, E.E. (org.). *Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura*. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 1998, p. 311-327, 1998.

CAMARGO, A.P. & ORTOLANI, A.A. *Climas de zonas canavieiras do Brasil*. Campinas: IAC, 1966. 20 p. (Boletim Técnico, 20).

FARIA, R. T. & MADRAMOOTOO, C. A. Simulation of soil moisture profiles for wheat in Brazil. *Agricultural Water Management*, 31: 35-49, 1996.

MUCHOW, R.C.; BELLANY, J.A. (org.). *Climatic risk in crop production: models and management for the semiarid tropics and subtropics*. C.A.B. International, Wallingford, 1991.

PELLEGRINO, G. Q. O Uso de Sistemas de Informações Geográficas no Mapeamento de Informações Agrometeorológicas. In: Assad, E.D. & Sano, E.E. (org.). *Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura*. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, p. 329 - 338, 1998.

PUGSLEY L., CRUVINEL, P.E., CARAMORI P. *New Agroclimatic Digital Images Classification System and Risk Zone Mapping*. IEEE Computer Society, p.237-244, 2001.

## Para contato com os autores:

José L. Azzolino  
e-mail: [jazzolino@uol.com.br](mailto:jazzolino@uol.com.br)

Paulo E, Cruvinel  
e-mail: [cruvinel@cnpdia.embrapa.br](mailto:cruvinel@cnpdia.embrapa.br)

Giorgio E. O. Giacaglia  
e-mail: [cruvinel@cnpdia.embrapa.br](mailto:cruvinel@cnpdia.embrapa.br)

---

## UMA BREVE INTRODUÇÃO À ACÚSTICA VEICULAR

Whisner Fraga Mamede  
Doutor em Engenharia Mecânica pela USP  
Professor do CEFET-SP - Unidade Sertãozinho

*Este artigo traz uma compilação das principais teorias conhecidas atualmente no estudo da qualificação e controle de níveis de ruído no interior de automóveis.*

*Palavras-chave: acústica veicular; análise modal; vibroacústica.*

*This paper presents a compilation of the mainly theories nowadays known in qualification and control of noise levels inside automobile cabins.*

*Key-words: vehicular acoustics; modal analysis; vibroacoustics.*

### COMPORTAMENTO ACÚSTICO

Na década de 1960, o professor de engenharia do MIT (Massachusetts Institute of Technology), Richard Lyon (LYON, 1963), ao estudar o comportamento acústico de uma cavidade pequena com uma de suas paredes flexível, talvez não imaginasse a importância de sua pesquisa para o avanço da diminuição do nível de ruído no interior de automóveis. Naquele tempo, como o motor era o principal responsável pelo alto nível de ruído nos carros, parecia inimaginável pensar em dirigir uma máquina silenciosa. Quem não se lembra daquelas banheiras com a direção pesada a ponto de não precisarmos ir para a academia malhar? Da suspensão primitiva que nos fazia assemelhar a um legume num liquidificador? Naquele tempo as máquinas nem precisavam vir equipadas com buzina, ela não podia ser ouvida mesmo!

Por barulho não entendam o ronco poderoso de uma Ferrari (que foi inclusive patenteado), e sim o ruído incômodo e impertinente que, se não deixa os motoristas com os cabelos em pé, também não os faz mais contentes. Mas o que os cientistas fizeram para silenciar motores, calar estruturas, melhorar as condições de conforto para o motorista e passageiros de um automóvel? Antes de tomarem qualquer atitude corretiva, eles caracterizaram o comportamento acústico de uma cabine veicular. Foi necessário então

encontrar os modos acústicos e suas frequências correspondentes.

### MODOS DE VIBRAR E MODOS ACÚSTICOS

Há algumas áreas da ciência que se preocupam atualmente com o bem-estar dos passageiros em um veículo. Uma delas, já citada no início deste artigo, recebe o nome de vibroacústica e estuda a interação entre a vibração dos componentes mecânicos de um automóvel e os modos acústicos no interior da cabine. Ufa, complexo, heim?

Vários conceitos foram citados no parágrafo anterior e mesmo aqueles que trabalham na área de conforto veicular não os compreendem adequadamente, por isso faz-se necessário um pequeno esclarecimento acerca dessas definições. A vibração mecânica é a parte da engenharia que estuda a maneira como as estruturas em geral vibram, se movimentam. O termo *modo de vibrar* significa, então, como o próprio nome sugere, a forma como determinado sistema vibra *naturalmente*. Daí, *frequência natural* é um valor medido em hertz em que a estrutura tende a vibrar de forma natural. Isso quer dizer que, se este conjunto for submetido a uma excitação, nesta frequência em que ele tende a vibrar naturalmente, vibrará em amplitudes tais que entrará em colapso. Chama-se a este



fenômeno de ressonância. Por esse motivo, a ponte de Takoma foi reduzida a milhares de pedacinhos em algumas horas: o vento a excitou exatamente em uma de suas frequências naturais. Daí a importância de se conhecer o comportamento dinâmico mesmo de estruturas que deveriam trabalhar estaticamente. O conceito de *modos de vibrar* foi estendido, portanto, para a acústica. *Modos acústicos* seriam, então, aqueles que indicariam o comportamento das ondas acústicas no interior de um determinado ambiente. Analogamente ao que acontece com as estruturas, se um modo acústico é excitado por uma fonte qualquer, ocorrerá o fenômeno chamado de ressonância acústica, o que acarretará um nível de ruído bastante incômodo para o ser humano.

Para se compreender melhor o conceito de *modos de vibrar*, considere uma viga de alumínio de comprimento 0,9 m. Ela tenderá a vibrar em uma faixa de frequências que varia de 0 Hz a infinito, mas as amplitudes mais altas são, em geral, mais difíceis de ser excitadas, tendo também as formas geométricas de seus modos mais complexas. A Fig. 1 (LOFRANO, 2003) apresenta a forma do primeiro modo de vibrar a uma frequência de aproximadamente 40 Hz. O quarto modo de vibrar, que ocorre em torno de 360 Hz (LOFRANO, 2003), traz uma geometria mais complexa, conforme foi dito anteriormente. Se a viga for excitada externamente a uma frequência de 40 Hz, ela vibrará conforme a geometria apresentada na Fig. 1. Se for excitada na frequência de 360 Hz, vibrará na forma da Fig. 2, e assim por diante.



Figura 1 – Primeiro modo de vibrar de flexão no plano XY com frequência de 40,119 Hz

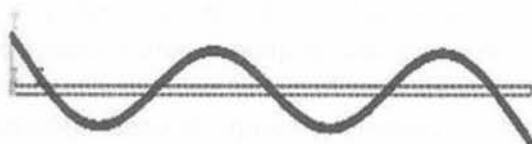


Figura 2 – Quarto modo de vibrar de flexão no plano XY com frequência de 358,434 Hz.

Os *modos acústicos* são representados de uma forma um pouco distinta, já que não podemos *ver* a configuração que as ondas adquirem quando excitadas em uma determinada frequência. Representam-se as faixas de amplitude dos níveis de ruído. Cada faixa de nível de ruído recebe uma cor, e o conjunto delas constitui um *modo acústico*. A Fig. 3 mostra o primeiro *modo acústico* de uma cabine veicular. Como assim, cabine veicular? Cheia de arestas, sem bancos, sem motor, sem estofamento. Isso mesmo. As arestas têm pouquíssima influência sobre o valor final da frequência e nenhuma influência sobre a distribuição dos modos acústicos. Já os bancos, o estofamento, o painel contribuem bastante para o valor final do nível de pressão sonora no interior da cabine. Se eles não foram levados em conta foi somente porque o objetivo do estudo foi exemplificar a forma de um *modo acústico*. Deste modo, na Fig. 3 (MAMEDE, 2003), os maiores valores de pressão sonora estão nas faixas azul e vermelha, o que significa dizer que se de alguma forma essa frequência de 138 Hz for excitada, os maiores incômodos em termos de ruído serão causados nesses lugares.

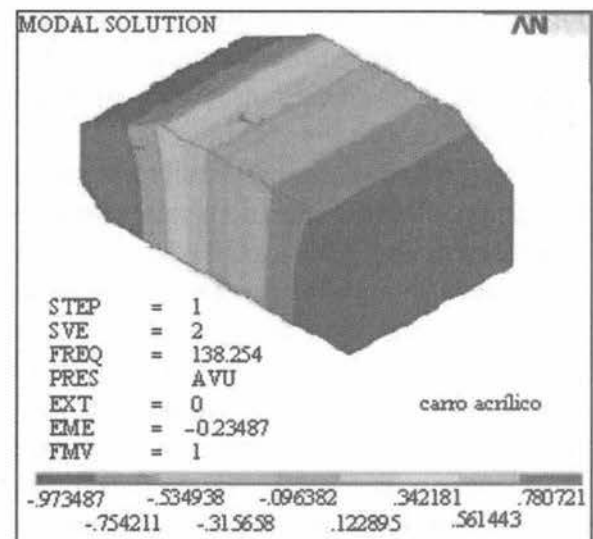


Figura 3 – Primeiro modo acústico de uma cabine veicular

E se acontecer de alguma frequência dessas *casar* com uma frequência estrutural? Aí se origina um problema vibroacústico. Antes de tratar desse assunto, é necessário conhecer alguns conceitos importantes.



## NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

Mas o que vem a ser esse tal de nível de ruído ou nível de pressão sonora? Como o medimos na prática? O som mais fraco que um ouvido saudável pode detectar tem amplitude de 20 mPa (micropascal – lembrando que  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$  - Newton por metro quadrado). Traduzindo: algo em torno de cinco bilhões de vezes menos do que o valor da pressão atmosférica. Mas o ouvido pode suportar sem maiores problemas pressões até um milhão de vezes maior. Por estes números estapafúrdios, pode-se perceber que pascal não é a medida mais adequada para a pressão. Por isso foi criada uma outra, chamada de decibel (que é representada pela abreviação *dB*), que não é uma medida absoluta, mas a relação entre uma quantidade encontrada e uma quantidade de referência. No caso da acústica, este valor de referência é o de 20 mPa. Então, para a acústica, decibel é igual a  $20 \log_{10}(P/20 \text{ mPa})$ . *P* nesta equação é a pressão medida que se deseja transformar para decibel. O limite de dor para o ouvido humano é de aproximadamente 130 dB. Para se ter uma idéia, se o nível de pressão sonora for medido nas proximidades de um Boeing decolando, pode-se chegar a valores da ordem de 120 dB.

Em termos de frequência, o ouvido humano consegue captar somente os valores que variam de 20 Hz a 20 kHz. Mas, na acústica veicular, o que importa são as frequências na faixa de 30 Hz até valores próximos a 1 kHz, que é onde estão os principais modos acústicos e os principais modos de vibrar dos componentes que mais contribuem para o ruído. Acima desse valor as frequências são importantes para o estudo de aeronaves, mas este é assunto para outro artigo, porque o comportamento acústico nesse veículo é mais complexo.

## CONFORTO ACÚSTICO

Quer dizer então que, quanto maior a frequência do som, mais incômoda ela será para o ser humano? Não. Então, quanto maior o nível de pressão sonora mais incômodo será o som para o homem? Não necessariamente. Uma outra ciência, que estuda o conforto acústico e é chamada Psicoacústica, defende que o desconforto é proveniente da interação entre estes dois fatores: nível de pressão sonora e frequência. Há algumas frequências que incomodam bem mais o ouvido humano e elas estão em torno de 150 Hz. Daí se conclui que, por exemplo, 100 dB perturbam mais o homem, se medido na frequência próxima a 150 Hz, do que em qualquer outra.

Por que toda essa preocupação com conforto acústico no interior de automóveis? Com o avanço da tecnologia dos motores, tanto do ciclo Otto quanto do Diesel (este último em menor escala), os carros passaram a ter seus motores bem mais silenciosos e outros componentes começaram a incomodar passageiros e motoristas: o painel, o teto e, mais recentemente, os pneus. Hoje eles são os principais geradores de barulho do seu automóvel. Os consumidores, uma vez de posse de carros mais silenciosos, se viram diante de novas preocupações: como dirigir ouvindo com boa qualidade o som de sua orquestra favorita interpretando seus compositores prediletos? Não é possível com o painel, o teto e mesmo os pneus interferindo no desempenho de seu toca-cds. A suspensão dos automóveis de hoje chegou a tal nível de excelência que a vibração decorrente, mesmo das piores rodovias do país (que não são poucas), não contribui significativamente para o nível global de vibração estrutural. Se não é então por propagação estrutural, como é que o teto vibra? O teto vibra sim por propagação estrutural, mas hoje se sabe que não é a única fonte de excitação, há uma outra: o vento. Ele passou a preocupar porque, com o avanço das técnicas de fabricação, pôde-se chegar a espessuras muito pequenas para a chapa do teto.

Conhecer o comportamento acústico de cabines veiculares por meio de análises

acústicas e vibroacústicas é pré-requisito para um estudo mais completo: o controle ativo de ruído. Nele são identificadas as principais frequências geradoras de ruído e introduzidas técnicas de cancelamento dessas ondas sonoras.

## COMO MEDIR O NÍVEL DE PRESSÃO SONORA?

A pressão sonora é medida por meio de instrumentos chamados *microfones*. Não se trata de microfones usados em shows musicais, e sim dos de uma espécie bastante especial: dos microfones de medição, que são versões calibradas desses aparelhos, usadas para medir o som. Essa classe de microfones é a mais precisa entre as que existem. Por isso, evidentemente, é também a mais cara.

Os microfones de medição mais utilizados são os do tipo condensador, que possuem em seu interior um diafragma, cuja função é transformar um determinado valor de pressão em um sinal de tensão. Como esses valores de tensão geralmente são muito baixos, os microfones vêm com um pré-amplificador. Eles possuem algumas características de medição que devem ser observadas atentamente, para se ter certeza de que os valores de pressão adquiridos estão corretos. Uma delas é a diretividade. Dá-se preferência aos microfones omnidirecionais, que são capazes de medir pressões oriundas de todas as direções. Outra característica importante é a resposta em frequência, que dá a faixa na qual o microfone pode trabalhar sem nenhuma falha na leitura.

Há também os medidores de nível de pressão sonora, que utilizam esses microfones e, além disso, fazem todos os cálculos para que os valores lidos sejam diretamente em dB. A acústica de ambientes inventou novas escalas de medição de decibel, chamadas dBA, dBB e dBC. Essas escalas multiplicam os valores em dB, separados em suas bandas de oitava por constantes que adaptam a pressão sonora ao comportamento do ouvido humano.

Bandas de oitava? Foi dito anteriormente que o ouvido humano é sensível ao som na faixa de frequência de 20 Hz a 20 kHz. Uma vez que é impraticável medir a pressão sonora em cada frequência desta faixa, as medições são feitas em intervalos de frequência. O intervalo de frequência no qual medidas são feitas é chamado de comprimento da banda e é especificado por um limite superior e inferior de frequência -  $f_2$  e  $f_1$  respectivamente - chamadas frequências de corte. Em acústica, os comprimentos das bandas de frequência são usualmente especificados em termos de oitavas. Uma oitava é um intervalo de frequência tal que o limite superior de frequência é o dobro do limite inferior, ou seja,  $f_2 = 2f_1$ .

A relação geral entre as frequências de corte superior e corte inferior é dada por  $f_2 = 2^n f_1$ , na qual  $n$  é o número de oitavas, podendo ser fração ou inteiro. Por exemplo,  $n = 1/3$  especifica um comprimento da banda de um terço de oitava. A frequência central  $f_0$  de uma banda  $n$ -oitava é a média geométrica da banda de frequência, ou seja,  $f_0 = \sqrt[3]{f_2 f_1}$ . Simples, não?

Mas é obrigatório medir a pressão sonora em bandas de oitava? Lógico que não. Isso vai depender da faixa de frequências que se deseja estudar. Se for uma banda muito larga, aí sim, não tem outro jeito, mas no caso da vibroacústica, em que as principais frequências estão abaixo de 400 Hz, isso nem sempre é necessário.

## ANÁLISE VIBROACÚSTICA

Na Fig. 3, todas as paredes do automóvel foram consideradas rígidas. Na prática, para efeitos de posicionamento dos microfones, os protótipos da cabine são construídos em acrílico, o que permite uma visualização interna muito boa.

Se o teto de um veículo vibrar numa frequência próxima ou igual a uma frequência acústica, aí se tem uma boa dor de cabeça.

Provavelmente o projeto acústico terá de ser modificado para que as duas frequências se afastem o mais possível uma da outra. Para isso, felizmente, existem soluções. Duas delas são os controles passivo e ativo, conforme veremos mais adiante.

A Fig. 4 (MAMEDE, 2003) mostra um caso em que isso aconteceu: um modo acústico teve seu valor igual a um modo estrutural, em 159 Hz.

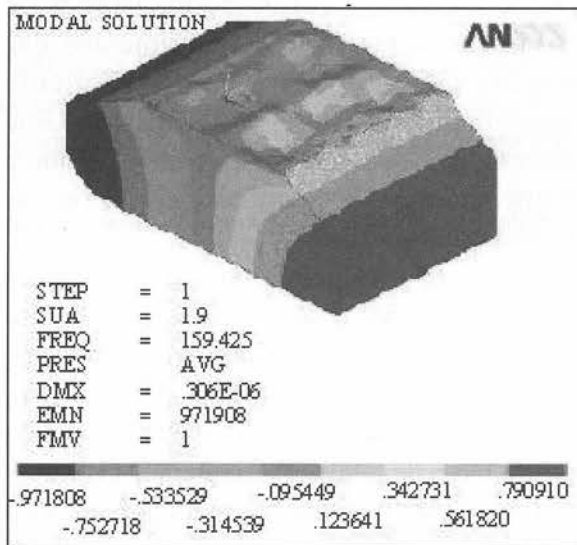


Figura 4 – Décimo nono modo vibroacústico de uma cabine veicular

Outro fator importante é a limitação experimental para se medir frequências na faixa de 20 Hz a 50 Hz. A maior parte dos microfones não consegue uma resposta boa nessas frequências, e os excitadores também não. O que fazer com as frequências abaixo de 300 Hz? É conviver com o ruído em baixas frequências e ponto final? Claro que não. Hoje em dia isso seria inadmissível. Aí é que entram as técnicas de controle ativo de vibração e ruído.

## CONTROLE PASSIVO E CONTROLE ATIVO DE VIBRAÇÃO E RUÍDO

Até aqui foi exposta uma breve revisão do que é feito hoje no âmbito da caracterização do comportamento acústico, vibratório e vibroacústico de um veículo. Esta é somente a primeira parte de um projeto. A segunda parte consiste na utilização desses dados de forma a

melhorar o conforto acústico do motorista e dos passageiros de um veículo.

Uma técnica adotada pelos fabricantes é a do controle passivo. Todos os modelos passam por essa análise. O controle passivo consiste na mudança da disposição de bancos, painéis, estofamento e demais acessórios no interior do carro, de modo que essas mudanças melhorem sua qualidade sonora. O aumento ou a diminuição da cabine também é outra técnica, a mudança do tipo de espuma, da forma de fixação do painel, do modelo construtivo, tudo isso é pensado de forma a minimizar o nível de ruído. Mas evidentemente o controle passivo tem muitas limitações.

No controle passivo, a primeira modificação a ser analisada é a do estofamento do teto do veículo. Pode-se aumentar a espessura da espuma ou, o que dá mais resultado, aumentar ou diminuir o *gap* de ar existente entre o teto e a espuma. Isso vai fazer com que a frequência vibratória do teto seja isolada de uma maneira mais eficiente e também, com o aumento ou diminuição do espaço interior, com a frequência acústica aumentada ou diminuída.

Mas a espuma consegue absorver as ondas sonoras, é isso? Mais ou menos. Quanto maior a frequência, menor o comprimento da onda, e é mais fácil controlá-la. Bastam algumas arestas pequenas, e pronto: a onda se quebra, rebate, se torce e acaba morrendo. Mas e as ondas das frequências baixas? Vocês se lembram como a frequência de 150 Hz incomoda o ser humano? Pois é, ela possui um comprimento muito grande, da ordem de metros. E, quanto menor a frequência, pior a coisa. Ou seja: precisaríamos de cones enormes para quebrá-las ou amortecê-las, o que não é possível no interior de um automóvel. Nesses casos, a espuma não é lá muito eficiente e pode até prejudicar a percepção do motorista, desviando as ondas para seu ouvido. Vejam a Fig. 5 (MAMEDE, 2003), por exemplo. O estofamento do banco desvia os maiores valores de pressão acústica (faixa vermelha)



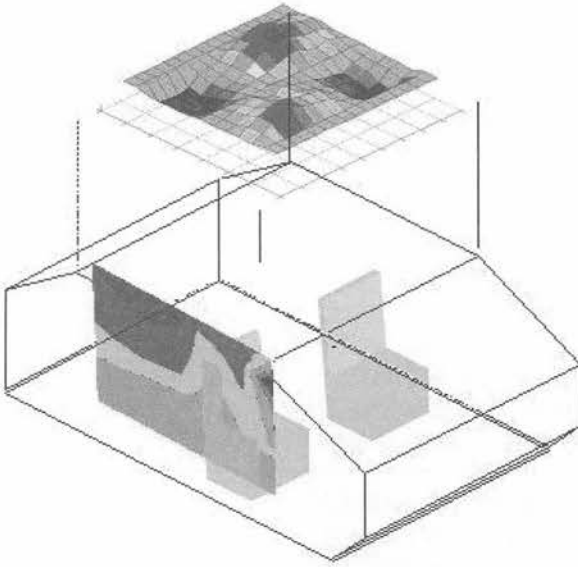


Figura 5 – Modo vibroacústico de uma cabine com a presença de bancos

para a altura do ouvido do passageiro (e, como o sistema é simétrico, do motorista).

Outra técnica, mais elaborada, é a do controle ativo. Ainda são poucos os carros equipados com controladores desse tipo, porque são muito complexos e, portanto, caros. O controle ativo é mais eficiente para faixas de frequências altas, porque as ondas são mais comportadas e, portanto, mais fáceis de serem localizadas. Mas ele pode ser aplicado para baixas frequências também. Entenda-se baixa frequência num modelo veicular como aquelas inferiores a 300 Hz. As técnicas de cancelamento podem ser resumidas da seguinte maneira: um sensor detecta as características da onda (diretividade, frequência, nível de pressão sonora, distribuição modal), processa essas informações e envia um sinal de fase contrária que eliminará o ruído incômodo. O sistema para executar essa tarefa tem de ser treinado, necessitando, portanto, de alguma ferramenta como redes neurais, ou lógica nebulosa. Depois, a resposta no envio do sinal para eliminar o ruído tem de ser muito rápida, para que não dê tempo de o motorista perceber o incômodo. Computadores mais rápidos e sistemas com respostas mais rápidas. Mais dinheiro. Depois, os alto-falantes utilizados para geração dessas ondas responsáveis pela

eliminação do barulho não podem ser grandes. Acontece que alto-falantes que gerem boa resposta em frequências abaixo de 100 Hz têm diâmetro muito grande, da ordem de 17, 19, 21 polegadas. Já imaginaram isso escondido no teto de um carro? Depois, quem garante que esses alto-falantes têm boa resposta em altas frequências? Ninguém. E é bom não garantir mesmo. Daí a necessidade de alto-falantes de última geração, de diâmetros menores, com boa resposta em baixas e altas frequências. E se o sistema confundir a frequência de uma nota de um violino da sua orquestra e eliminá-lo da sua sinfonia predileta? Isso é possível? Sim, infelizmente é. Por isso o sistema precisa ser treinado, para que aprenda a discernir um ruído de outros tipos de som. Por fim, o sistema inteligente de eliminação de ruído pode causar um outro transtorno: o motorista pode simplesmente não ouvir algum ruído importante. Se alguém buzinar para ele, por exemplo, não conseguirá escutar. A menos que o sistema seja treinado para não eliminar o som de buzinas. Mas aí ele deve também ser capaz de não suprimir uma infinidade de outros ruídos, indesejáveis, mas necessários. Complicado, não? É, sim. Como se não bastasse, o computador deve fazer essa análise por bandas de frequência, de modo a varrer pelo menos a maior parte da faixa audível do ser humano, o que requer um certo tempo de processamento e análise.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É bom lembrar que somente a cobrança dos consumidores de veículos automotores pode dizer qual será o próximo passo na melhoria do ruído no interior da cabine, mas certamente os cientistas não poderão descartar o que já foi feito nesse campo, sugerindo, portanto, que o caminho será o aperfeiçoamento das técnicas de controle ativo.

Também existe uma questão bastante complexa envolvida nesse campo: será que o silêncio excessivo também não incomoda?


## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOFRANO, M. *Técnicas para estimativa de FRFs angulares em análise modal com aplicações a estruturas do tipo viga*. 2003. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

LYON, R. H. Noise reduction of rectangular enclosures with one flexible wall. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 35, n. 11, p. 1791-1797, 1963.

MAMEDE, W. F. *Estudo e aperfeiçoamento de técnicas experimentais para análise modal vibroacústica em baixas frequências*. 2003. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

### Para contatos com o autor:

Rua Expedicionário Solano, 1420 – CEP 14160  
740 – Sertãozinho – SP  
Telefone: (16)-3942-5544 – Fax: (16)-3947-3798 –  
E-mail: whisner@cefetsp.br 



---

## TRINCA A FRIO NA SOLDAGEM

Alexandre Araújo Bezerra  
Doutor em Engenharia Mecânica pela USP  
Professor do CEFET-SP — Unidade Sertãozinho

*Este trabalho tem o intuito de apresentar uma revisão bibliográfica a respeito da trinca a frio na soldagem, analisando os fatores responsáveis pela sua formação, bem como os meios de evitar, ou minimizar, a sua ocorrência. Para isso, resultados de alguns trabalhos práticos são também analisados, de modo a confrontá-los com a teoria estudada.*

*Palavras-chave: trinca a frio; soldabilidade; hidrogênio.*

*This work has the intention of presenting a bibliographical revision regarding the cold cracking in welding, analyzing the responsible factors for your formation as well as the means of avoiding, or to minimize, your occurrence. For that, results of some practical works are also analyzed, in way to confront them with the studied theory.*

*Key-words: cold cracking; weldability; hydrogen.*

### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico tem possibilitado uma evolução na área de materiais, levando à comercialização de aços com novas composições químicas, maiores limites de resistência e melhor tenacidade (MACIEL et al., 1995).

A utilização adequada destes novos aços passa inevitavelmente por sua soldabilidade, ou seja, a capacidade de o metal ser soldado em condições de fabricação e ter como resultado uma junta com qualidade exigida e para aplicação específica. Esta soldabilidade deve atender aos requisitos mecânicos e químicos, mas sem nunca esquecer os outros grandes problemas da junta soldada, ou seja, a deformação e os defeitos. Um defeito típico relativo à soldabilidade destes novos aços de alta resistência é a indesejável trinca induzida pelo hidrogênio, ou trinca a frio (MARTINS et al., 1988).

De todos os tipos de trincas, é esta uma das mais críticas. Seu aparecimento pode ocorrer alguns dias após o término da

soldagem, razão pela qual se recomenda a inspeção com ensaio não-destrutivo 48 horas após a execução da soldagem (WAINER et al., 2004). A trinca a frio induzida pelo hidrogênio é consequência da ação simultânea de quatro fatores: presença de hidrogênio; tensões residuais; microestrutura susceptível; e baixa temperatura, entre 100°C e 200°C. Nenhum desses fatores, isoladamente, provoca a trinca a frio. A ação conjunta desses quatro fatores é responsável pelo aparecimento de trincas que se manifestam segundo os tipos apresentados na Figura 1 (PETROBRÁS, 1983).

As trincas induzidas pelo hidrogênio têm sido um dos problemas mais estudados mundialmente, sendo que inúmeras soluções podem ser encontradas na literatura especializada para eliminá-las, tanto na zona termicamente afetada (ZTA) como na zona fundida (ZF) da junta soldada (GARCIA et al., 1995). Essa localização dependerá, dentre outros fatores, da temperabilidade de uma região com relação à outra (MACIEL et al., 1995).

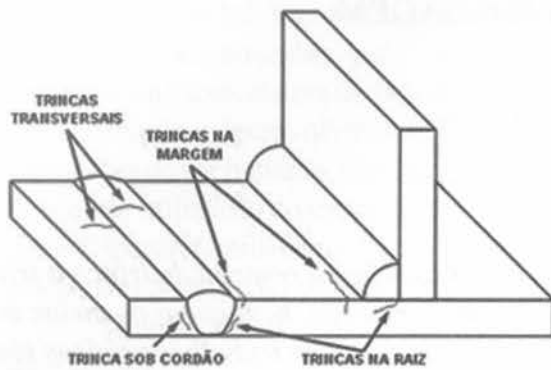


Figura 1 - Tipos de trincas provocadas pelo hidrogênio.

Porém, cada vez que um novo aço, com alto valor de limite de resistência, é produzido, o problema ressurge e novos estudos são necessários. Isso porque a susceptibilidade à formação das trincas a frio aumenta com o aumento da resistência dos aços. Desta forma, são exigidos maiores cuidados na soldagem e maior rigor na utilização de processos e consumíveis que depositem cordões com hidrogênio superior a 5 ml/100g (GARCIA et al., 1995).

A susceptibilidade às trincas induzidas pelo hidrogênio em aços de alta resistência pode ser avaliada através de diversos ensaios de soldabilidade. A finalidade desses ensaios é avaliar esse fenômeno e como o teor de hidrogênio, a tensão, a taxa de resfriamento e a temperatura influenciam na formação e propagação dessas indesejáveis trincas (MARTINS et al., 1988).

Os ensaios de soldabilidade mais utilizados são o Tekken e o Lehigh, que são de auto-restrição, e, portanto, não avaliam a influência da variação do nível de tensão; e o TRC, RRC e implante, que são de restrição externa (MARTINS et al., 1988).

O ensaio Tekken é o mais utilizado devido ao seu baixo custo, versatilidade, boa reprodutividade e facilidade de se quantificar a porcentagem de trincas, permitindo assim avaliar a formação de trincas tanto na ZF como na ZTA (GARCIA et al., 1995).

Através dos ensaios TRC e RRC podem-se avaliar todos os fatores que influem na formação das trincas a frio na ZF, sendo aqui o problema do fabricante de consumível.

Já o ensaio de implante avalia a trinca a frio na ZTA, e aqui o problema é do fabricante do aço (MARTINS et al., 1988).

Para se verificar o efeito da variação do nível de tensão imposta pela solda, além da influência do teor de hidrogênio, taxa de resfriamento e temperatura, pode ser utilizado o versátil Ensaio de Restrição Controlada, que é baseado no ensaio japonês LB-TRC, e derivado do ensaio TRC (MATSUDA et al., 1979).

## ANÁLISE DOS MECANISMOS DE FORMAÇÃO DAS TRINCAS A FRIO

### Presença do hidrogênio

Comparado com outros intersticiais, o hidrogênio se difunde muito mais facilmente através do ferro-a. A 20°C, estima-se que os átomos de hidrogênio sejam capazes de pular a velocidades muito mais rápidas que a do carbono e do nitrogênio. Na verdade, isso tem conduzido Fast (1976) a sugerir que o hidrogênio se comporta mais como um próton que como um átomo. Por outro lado, a máxima solubilidade do hidrogênio no ferro a temperatura de fusão é apenas 30 ppm. Isso sugere que a difusão dos átomos de hidrogênio no ferro deve ocorrer praticamente independente de tensão (EASTERLING, 1992).

Uma interessante característica das medidas da difusividade do hidrogênio nos aços ferríticos é a larga dispersão de resultados a temperaturas abaixo de 200°C. É usual assumir dois coeficientes de difusividade para o hidrogênio no Fe-a, baseado nas medidas experimentais: um para valores de temperaturas acima de 200°C, dado pela equação  $D = 0,14 \exp(-1300/RT)$  mm<sup>2</sup>/s; outro para valores abaixo de 200°C, dado pela equação  $D = 12 \exp(-32700/RT)$  mm<sup>2</sup>/s (EASTERLING, 1992).

As razões para a redução da difusividade e a dispersão aumentada abaixo de 200°C não são completamente entendidas,

mas há boa evidência de que o hidrogênio é retido em vários defeitos, nos quais se transforma em hidrogênio molecular (EASTERLING, 1992).

Os mecanismos de fragilização por hidrogênio são basicamente três: de Zappfe, ou de pressão; de Petch; e de Troiano-Oriani. O mecanismo de Zappfe foi desenvolvido para explicar a formação de *blister* carregada com hidrogênio. A idéia é que o hidrogênio atômico se combinaria formando um gás em microtrincas ou microcavidades no interior do material. Esse gás aumentaria a pressão interna na microtrinca ou microcavidade, causando a expansão delas, ou por deformação ou por clivagem, levando-as ao coalescimento e à falha do material. O mecanismo de Petch leva em conta que o hidrogênio absorvido abaixa a energia livre superficial do metal, resultando na diminuição da tensão de fratura dada pelo critério de Griffith. O mecanismo de Troiano-Oriani propõe que o hidrogênio diminui a energia de coesão entre os átomos do reticulado nos contornos ou interfaces (WAINER et al., 2004).

Na soldagem dos aços, a solubilidade do hidrogênio no metal de solda diminui com a queda da temperatura, como pode ser visto na Figura 2; observa-se nela que existe um acréscimo da solubilidade do hidrogênio na austenita (WAINER et al., 2004).

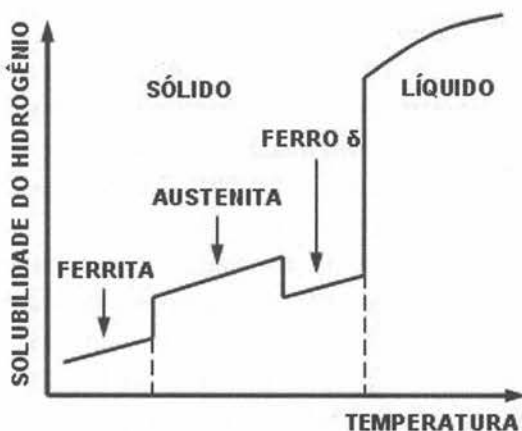


Figura 2 - Esquema da solubilidade do hidrogênio no metal de solda.

Um modelo de fragilização por hidrogênio durante a soldagem foi proposto por Granjon (1972) e pode ser visto *Sinergia*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 71-76, jan./jun. 2005

esquemáticamente na Figura 3. O hidrogênio é introduzido pela atmosfera do arco para a poça de fusão que, ao solidificar, transforma-se em austenita e perde um pouco de hidrogênio para a atmosfera. No metal de base existe uma faixa que também está austenitizada. A partir do momento em que ocorre a decomposição da austenita em ferrita mais cementita (ponto 1), cai a solubilidade do hidrogênio e este se difunde para a região austenitizada do metal de base. No resfriamento, essa região com maior teor de hidrogênio pode temperar, o que resulta na martensita (ponto 2). Consegue-se, assim, ter hidrogênio associado a uma microestrutura frágil (WAINER et al., 2004).

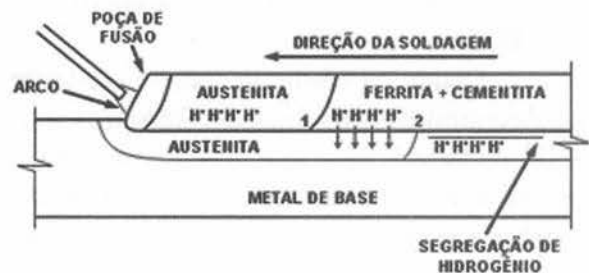


Figura 3 - A propagação do hidrogênio relativa ao movimento do arco.

As principais fontes de hidrogênio são: umidade nos revestimentos dos eletrodos, no fluxo para o arco submerso e no fluxo do eletrodo tubular; qualquer outro produto hidrogenado no fluxo ou no revestimento; contaminação de vapor d'água nos gases de proteção para os processos MIG/MAG ou TIG; contaminação com óleo, tinta, sujeira ou graxa nas superfícies dos eletrodos e do metal de base; líquidos desengraxantes que deixam resíduos; óxidos hidratados, ferrugem, por exemplo, nas superfícies dos arames e do metal de base; hidrogênio proveniente do processo de fabricação do aço; umidade do ar (PETROBRÁS, 1983; WAINER et al., 2004).

### Tensões residuais

A tensão residual na ZTA depende, entre outros fatores, do grau de restrição da junta soldada, ou seja, da resistência que ela oferece para deformar ou distorcer de tal

maneira que alivie as tensões geradas durante o processo de soldagem. A restrição cresce com o aumento da espessura da chapa. O tipo de junta também influi na restrição: uma junta de topo é menos restrita que uma junta em ângulo, que, por sua vez, é menos restrita que uma junta cruciforme, mantendo-se as outras variáveis constantes (WAINER et al., 2004).

Outro importante fator é a concentração de tensões. A falta de fusão ou a falta de penetração são defeitos que concentram muita tensão nas extremidades e podem favorecer a trinca induzida pelo hidrogênio. O erro na montagem de uma solda em ângulo, com uma abertura de raiz, causa também uma concentração de tensão, favorecendo o aparecimento da trinca (WAINER et al., 2004).

Dentre os vários métodos para testar a susceptibilidade da trinca de hidrogênio nos aços, podemos destacar o teste de implante e o teste de restrição Lehigh. A Figura 4 mostra o esboço esquemático do teste de implante. Nesse teste, uma amostra é entalhada e inserida num furo, numa chapa de mesmo material. Um passe de solda é feito sobre a amostra, o qual é localizado de tal forma que seu topo torna-se parte da ZF e o entalhe posiciona-se na ZTA. Após a soldagem e antes do resfriamento da solda, uma carga é aplicada na amostra, e o tempo de falha é determinado (KOU, 2002).

Soldas realizadas com eletrodos de baixo hidrogênio (E7018; revestimento do tipo calcário básico) são menos susceptíveis à trinca de hidrogênio do que soldas feitas com eletrodos com alto teor de hidrogênio (E7010; revestimento do tipo celulósico) (KOU, 2002).



Figura 4 - Esboço esquemático do teste de implante para trinca de hidrogênio.

A amostra de restrição Lehigh é

projetada com rasgos passantes. Variando os comprimentos dos rasgos, o grau de restrição da chapa na solda pode modificar-se de uma amostra para outra. Um passe de solda é realizado na raiz da junta, e o comprimento dos rasgos requeridos para prevenir trinca a frio é determinado. A trinca é detectada visualmente ou pelo exame da área de seção transversal tomada do ponto médio da solda (KOU, 2002).

### Microestrutura susceptível

De maneira geral, a susceptibilidade à trinca induzida por hidrogênio aumenta com o crescimento da resistência do aço. Em termos de microconstituente, a martensita após a têmpera é a mais sensível à fragilização pelo hidrogênio, característica que aumenta com o teor de carbono do aço e com sua dureza. Sua ocorrência está ligada à temperabilidade dos aços, propriedade que é, basicamente, função da composição química e do tamanho de grão do aço (WAINER et al., 2004).

A adição de elementos de liga no aço é geralmente utilizada para melhorar as propriedades mecânicas e as propriedades de resistência à corrosão dos aços. Entretanto, isso é acompanhado pelo deslocamento das curvas TTT dos aços para a direita, ou seja, com menores velocidades de resfriamento pode-se obter a estrutura martensítica (PETROBRÁS, 1983).

Os elementos que afetam de modo mais significativo o deslocamento das curvas TTT são carbono, manganês, níquel, cromo, cobre, molibidênio e vanádio. O efeito desses elementos é muito importante na previsibilidade da formação da estrutura martensítica na ZTA e, portanto, na tendência à trinca pelo hidrogênio. Essa tendência é chamada de carbono equivalente (CE), o qual é empregado para relacionar a temperabilidade do aço e sua soldabilidade e, quanto maior for seu valor, mais temperável será o aço e pior sua soldabilidade. Por exemplo, aços com  $CE > 0,4$  necessitam de cuidados especiais para evitar a trinca a frio (Petrobrás, 1983).



Existem várias fórmulas para calcular o valor de CE, sendo a adotada pelo International Institute of Welding a mais utilizada:  $CE = \%C + (\%Mn/6) + [(\%Cr + \%Mo + \%V)/5] + [(\%Ni + \%Cu)/15]$ .

Existem vários critérios para, com o CE, tentar evitar ou minimizar, a presença de martensita, através do cálculo da temperatura de pré-aquecimento (WAINER et al., 2004).

Foi verificado experimentalmente por Garcia et al. (1995), através do ensaio Tekken, que a utilização de energias de soldagem mais baixas implicam maiores taxas de resfriamento, que, além de proporcionarem microestruturas de maior dureza, conduzem a prejuízos na difusão de hidrogênio e assim favorecem a formação das trincas a frio.

### Baixa temperatura

Visto que a temperatura de formação da martensita (Ms) é relativamente baixa, a trinca de hidrogênio tende a ocorrer a temperaturas relativamente baixas. Por essa razão, é chamada de trinca a frio (KOU, 2002).

## CRITÉRIOS PARA PREVENÇÃO DAS TRINCAS A FRIO

### Quanto à presença do hidrogênio

A atmosfera do arco deve ter o menor teor possível de hidrogênio. Eletrodos de baixo hidrogênio foram desenvolvidos com esse propósito. Porém, tais revestimentos são altamente higroscópicos. Assim, a secagem e o manuseio desses eletrodos são de importância fundamental na prevenção do problema. As exigências nesse sentido são tanto mais necessárias quanto maior é a umidade relativa do ambiente, e mais críticos são os outros três fatores. A secagem do fluxo, na soldagem a arco submerso, embora menos necessária face à maior energia de soldagem, é uma medida a ser considerada no caso dos fluxos básicos, de acordo com a Petrobrás (1983).

### Quanto às tensões residuais

A soldagem com o menor grau de restrição possível é uma medida útil. O tensionamento das juntas soldadas contribui para a trinca, especialmente se for levado em conta que a deformação plástica - através da movimentação das discordâncias - eleva a concentração de hidrogênio na extremidade dos entalhes. Assim, deve-se considerar a ação de esforços como exemplo: peso próprio, contração de outras soldas, testes de pressão, dispositivos para correção de deformações, etc. (PETROBRÁS, 1983).

### Quanto à microestrutura susceptível

O pré-aquecimento, o aumento da energia de soldagem, a escolha do metal de adição de menor resistência possível, contribuem para a redução do risco de trinca a frio. A alta severidade térmica das soldas provisórias - fixação de dispositivos de montagem - é, freqüentemente, a origem de trincas (PETROBRÁS, 1983).

### Quanto à baixa temperatura

Manter a solda a uma temperatura suficiente para permitir a difusão do hidrogênio, é uma medida que pode ser empregada. Isso pode ser feito por meio de pré-aquecimento, do controle da temperatura interpasse e de pós-aquecimento (PETROBRÁS, 1983).

A temperatura da chapa tem importante papel na prevenção da trinca induzida por hidrogênio. Se a chapa for pré-aquecida, a velocidade de resfriamento diminui e pode-se reduzir a quantidade de martensita na ZTA. Além disso, o tempo de resfriamento em temperaturas baixas (aproximadamente 150°C) aumenta, favorecendo o escape de hidrogênio do metal de base para a atmosfera (WAINER et al., 2004). O efeito da temperatura de pré-aquecimento, ao se utilizar o teste de restrição controlada, foi confirmado



experimentalmente por Martins et al. (1988), que verificaram que a difusibilidade do hidrogênio para fora do metal de solda é alterada quando se faz pré-aquecimento do corpo de prova. Assim, é mais fácil a difusão do hidrogênio, quanto mais alta é a temperatura de pré-aquecimento, o que deve minimizar seu efeito sobre as trincas a frio. Entretanto, essa técnica nem sempre é a mais adequada, já que implica custos para efetivação do pré-aquecimento.

No caso dos aços temperáveis ao ar, não se consegue evitar a presença da martensita; porém, com pré-aquecimento e tratamento térmico pós-soldagem, consegue-se diminuir o teor de hidrogênio na junta soldada, modificar a microestrutura e diminuir as tensões residuais (WAINER et al., 2004).

## CONCLUSÃO

A trinca a frio é um grave problema na soldagem dos aços de alta resistência, tornando-se assim um obstáculo contínuo ao desenvolvimento de aços mais resistentes, visto que a susceptibilidade para tal trinca aumenta com o aumento da resistência dos mesmos.

Porém, a utilização dos ensaios para verificar essa susceptibilidade tem facilitado a otimização de procedimentos de soldagem e consumíveis pela seleção de parâmetros de soldagem, de modo a proporcionar soldas isentas ou com quantidades desprezíveis de trincas a frio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EASTERLING, K. E. *Introduction to the physical metallurgy of welding*. 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992.

FAST, J.D. *Gases in metals*. Philips Technical Library, 1976.

GARCIA, W.; KIMINAMI, C.S. Trinca a frio

no metal de solda induzidas pelo hidrogênio na soldagem de aços ARBL temperados e revenidos. In: *Anais do 21º Encontro nacional de tecnologia de soldagem*, 1995. Caxias do Sul – RS, p. 21-36.

GRANJON, H. *Cracking and fracture in welds*. Tóquio: Japan Welding Society, p. IB1.1, 1972.

KOU, S. *Welding metallurgy*. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002.

MACIEL, M.T.; ALCÂNTARA, N.G.; KIMINAMI, C.S. Influência da taxa de resfriamento e do nível de tensão sobre trincas a frio em metais de solda de aços ARBL. In: *Anais do 21º Encontro nacional de tecnologia de soldagem*, 1995. Caxias do Sul – RS, p. 37-53.


MARTINS, S.H.; ALCÂNTARA, N.G. Influência do nível de tensão sobre as trincas induzidas pelo hidrogênio em metais de solda. In: *Anais do 14º Encontro nacional de tecnologia de soldagem*, 1988, Gramado – RS, p. 509-528.

MATSUDA, F.; NAKAGAWA, H.; SHINOZAKI, K. The LB-TRC test for cold cracking susceptibility of weld metal for high strength steels. *Transactions of JWRI*, v. 8(1), p. 113-119. Japão, 1979.

PETROBRÁS. Norma n° 1737: inspeção de soldagem – qualificação de pessoal. *Módulo 06: metalurgia da soldagem*. FBTS, 1983, p.17-20.

WAINER, E.; BRANDI, S.D.; MELO, V.O. *Soldagem, processos e metalurgia*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

### Para contatos com o autor:

Rua Expedicionário Solano, 1420 – CEP 14160 740  
– Centro – Sertãozinho – SP  
Telefone: (16 ) 3942 5544 – (Fax): 16 3947 3798 –  
E-mail: aab@cefetsp.br 



**Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo**  
**Rua Pedro Vicente, 625 - Canindé**  
**São Paulo- SP CEP. 01109-010**