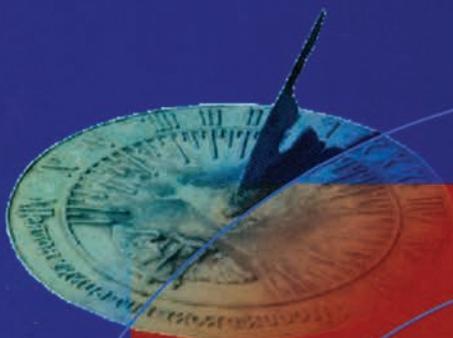




SINERGIA

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo

Volume 04, nº 2- Julho/dezembro de 2003



SINERGIA

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

REVISTA DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO PAULO



v. 4 n. 2 julho/dezembro 2003

São Paulo

ISSN 2177-451X

Sinergia	São Paulo	v. 4	n. 2	p. 85-172	jul./dez. 2003
----------	-----------	------	------	-----------	----------------

SINERGIA

"associação de vários fatores
para uma ação coordenada"

ISSN 2177-451X

PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Luiz Inácio Lula da Silva

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
Cristóvam Ricardo Cavalcanti Buarque

SECRETÁRIO DE EDUCAÇÃO
MÉDIA E TECNOLÓGICA
Antonio Ibañez Ruiz

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

DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO
E PLANEJAMENTO
Paulo Fernandes Jr.

DIRETORA DE ENSINO
Fátima Beatriz De Benedictis Delphino

DIRETOR DE RELAÇÕES
EMPRESARIAIS E COMUNITÁRIAS
Arnaldo Augusto Ciquiello Borges

DIRETOR DA UNIDADE DE ENSINO SEDE
Francisco Gabriel Capuano

DIRETOR DA UNIDADE DE ENSINO
DE CUBATÃO
Nelson de Campos Villela

DIRETOR DA UNIDADE DE ENSINO
DE SERTÃOZINHO
Gersony Tonini Pinto



**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:



**COORDENADORIA DE
COMUNICAÇÃO SOCIAL**

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

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO
**Deborah Quenzer Matthiesen
Waldir Lopes**

JORNALISTA RESPONSÁVEL
Waldir Lopes / Mtb. 14.404

DIAGRAMAÇÃO E ARTE FINAL
**Andréa de Andrade
Mirtes Maria Galante dos Santos**

CONSULTORIA E REVISÃO
Raul de Souza Püschel (Português)

REVISÃO
Adriana Alves (Inglês)

COLABORAÇÃO
Luiz Gonzaga Calegario

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.4 n.2, jul./dez.,
2003

Semestral

ISSN 2177-451X

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

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



Índice

EDITORIAL	89
<i>Raul de Souza Püschel</i>	
Sistema de Alerta e Inundações de São Paulo (SAISP)	93
<i>Alfredo Pisani</i>	
Características Naturais e Antrópicas Agravantes nos Processos de Escorregamentos em Encostas Urbanas	99
<i>Maria Augusta Justi Pisani</i>	
Materiais Alternativos Utilizados em Fôrmas para Concreto Armado	104
<i>Mauro Satoshi Morikawa / Mauro Augusto Demarzo</i>	
Efeitos dos Erros de Perpendicularidade na Medição a Três Coordenadas	109
<i>Rosana Camargo</i>	
Sobre a Amplificação da Energia	114
<i>Clístenes Xavier de França</i>	
SAMOA – Sistema de Apoio à Modelagem Orientada a Objetos de Aplicações	119
<i>Edemberg Rocha da Silva / Ulrich Schiel</i>	
Proposta de Gestão da Iluminação Pública para Municípios de Pequeno a Médio Porte	126
<i>Mario Sergio Cambraia</i>	
A Evolução Tecnológica e a Educação a Distância	140
<i>Siony da Silva</i>	
Educação, Cinema e Cidadania Relatos de uma Experiência em um Projeto no Ensino Médio tendo o Filme A Cor da Fúria como Motivador de Discussões sobre o Racismo	146
<i>Renata Plaza Teixeira / Ricardo Roberto Plaza Teixeira</i>	
<i>Quebrando Códigos: a Matemática, o Pensamento e a Educação</i>	159
<i>Eric Rodrigues Netto / Ricardo Roberto Plaza Teixeira</i>	
Os Pioneiros da Ciência Brasileira: Bartholomeu de Gusmão, José Bonifácio, Landell de Moura e D.Pedro II	163
<i>Diamantino Fernandes Trindade / Lais dos Santos Pinto Trindade</i>	



EDITORIAL

Raul de Souza Püschel

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

Este número da revista *Sinergia* discute novamente questões prementes. Em linhas gerais, há primeiramente diversas reflexões sobre a tecnologia e seus recursos e empregos. Logo depois, as investigações aqui presentes têm como alvo a educação com suas interfaces e práticas. Por último, a área breve, mas cuidadosamente enfocada, é a da história da ciência.

Abrimos, então, a presente edição com o artigo de Alfredo Pisani que versa sobre o Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo, fundamental para ajudar a minimizar no futuro os efeitos calamitosos das chuvas, tais como os vistos recentemente.

Em seguida, Maria Augusta Pisani mostra a importância da criação de medidas para evitar o agravamento dos processos de escorregamentos em encostas urbanas.

Depois aparece o texto de Mauro Morikawa e de Mauro Demarzo, pesquisadores de outras instituições, sobre o uso do plástico em “fôrmas” para concreto armado.

Isto é, uma depois do outra, são três contribuições de quem trabalha em uma área que não é nova na Instituição, mas que agora merece ainda maior destaque com a criação em 2003 do curso de Tecnologia em Construção Civil.

Rosana Camargo, depois de tais textos, apresenta-nos um trabalho que com pertinência discute questões de mensuração.

Logo após, prestigiam-nos colegas de outras federais com dois novos artigos: o primeiro, de Clístenes França (“Sobre amplificação de energia”), dá continuidade à discussão já por ele iniciada em outro número de nossa revista; o segundo, de Edemberg Silva e de Ulrich Schiel, refere-se ao SAMOA, um sistema que auxilia programadores e arquitetos de *software*.

Fechando essa espécie de primeiro bloco, Mario Sergio Cambraia comenta aspectos da sua dissertação de mestrado sobre gestão de iluminação de municípios de pequeno e médio porte. Para tanto, utiliza como exemplo de aplicação uma análise a respeito do sistema de gestão da iluminação pública da Cidade Universitária (USP).

Passando-se para a esfera mais estritamente educacional, Siony da Silva repensa vários aspectos da questão do ensino a distância.

Na seqüência, em duas co-autorias, uma com a irmã Renata, outra com o aluno Eric Rodrigues Netto – em um verdadeiro trabalho de iniciação científica –, Ricardo Plaza reflete acerca da questão do preconceito, sempre pensando também no papel que a educação possui para superar tal problema.

Finalmente, fecha-se esta edição com mais uma contribuição à História da Ciência por parte de Diamantino e Lais Trindade que examinam o papel de quatro pioneiros da ciência brasileira, resgatando inclusive, entre outras coisas, a infelizmente pouco discutida importância de José Bonifácio para o surgimento da ciência entre nós.

Não é pouca coisa. Começemos as leituras, então.

Apenas um *lead* comemorativo!

Então nada mais saudável do que dar espaço para os bons aspectos que marcaram a trajetória desta Revista, e que acabaram por torná-la reconhecida internacionalmente.

Da mesma forma, nada mais justo do que destinar este espaço à (livre) manifestação dos nossos colaboradores, aos quais o CEFET-SP e toda a equipe de produção de SINERGIA só têm a agradecer.

Adriana Alves
Andréa de Andrade
Deborah Quenzer Matthiesen
Mirtes Maria Galante dos Santos
Raul de Souza Püschel
Waldir Lopes

ARTIGOS



AGÊNCIA

SISTEMA DE ALERTA A INUNDAÇÕES DE SÃO PAULO (SAISP)

Alfredo Pisani

Mestre e Doutor pela EPUSP- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Professor do CEFET-SP, Centro Universitário Belas Artes de São Paulo e
Engenheiro do Laboratório de Hidráulica (EPUSP / DAEE / FCTH)

Este trabalho tem como objetivo apresentar o Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP). O SAISP é uma medida não estrutural e se baseia num sistema de monitoramento em tempo real (radar meteorológico e rede telemétrica), para processar modelos de previsão meteorológica e hidrológica, que produzem alerta em condições críticas. Depois de processadas, as informações são repassadas, via Internet, para órgãos como defesa civil, bombeiros, engenheiros, guardas de trânsito, Infraero e demais responsáveis por atividades que tratam de ações voltadas à proteção da sociedade. O SAISP também permite monitorar e prever diversos fenômenos de interesse para a aviação, como precipitação, ventos, etc. Essas informações são extremamente importantes, contribuindo para maior segurança, regularidade e eficiência operacional dos aeroportos.

Palavras-chave: monitoramento em tempo real, sistema de alerta.

The Sao Paulo Flood Warning System (SPFWS) is non structural measure for flood control measures and is based on a real time monitoring system (weather radar and telemetring network) that processes hydrological and meteorological forecast models, generating flood warnings in critical conditions. The resulting data and information are available, via internet, for several users, like civil defense comissions, city and airport administrations, hydroelectric power companies and others. The SPFWS also allows to monitor and to foresee several phenomena of interest for the aviation, like precipitation, wind, etc. This information is extremely important, supporting the airports with more security, regularity and operational efficiency.

Key words: real time monitoring, warning system.

INTRODUÇÃO

O controle de inundação nas áreas urbanas tornou-se um dos principais problemas dos serviços públicos das cidades. Muito dinheiro é gasto na construção de canais, reservatórios, bacias de detenção, etc., mas a situação de degradação das bacias urbanas no Brasil ainda permanece, crescendo ano a ano. As inundações causam enormes prejuízos e deterioram ainda mais o padrão de vida nas cidades. Normalmente, os investimentos para

projetos de drenagem urbana são altos e o retorno para a sociedade só é obtido em longo prazo.

Medidas não estruturais no controle de inundações envolvem menos investimento e os resultados são obtidos em curto prazo, minimizando os impactos das inundações. Esse tipo de solução é mais sustentável em países pobres, onde os recursos financeiros são escassos. O Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP) é uma medida não estrutural

que apresenta uma série de benefícios para a sociedade, tanto sociais, como ambientais e econômicos.

O SAISP se baseia num sistema de monitoramento em tempo real (radar meteorológico e rede telemétrica), para processar modelos de previsão meteorológica e hidrológica. Esses modelos produzem alerta em condições hidrológicas e meteorológicas críticas, ou seja, quando é iminente a ocorrência de inundações. Essas informações são repassadas para órgãos como defesa civil, bombeiros, engenheiros, gestores do trânsito e demais responsáveis por atividades que tratam de ações voltadas à proteção da sociedade quando ocorrem desastres.

Os órgãos de Defesa Civil do Estado de São Paulo desenvolveram e implantaram um conjunto de medidas com base nas informações do SAISP. Este trabalho tem como objetivo apresentar o desempenho do SAISP em eventos críticos na área de abrangência do Radar Meteorológico de São Paulo e demonstrar que esse tipo de sistema pode, em curto prazo, trazer inúmeros benefícios para áreas urbanas extremamente afetadas por chuvas intensas, principalmente as do tipo convectiva térmica, evento muito comum no período de verão (de outubro a março) nesta região.

SISTEMA DE ALERTA A INUNDAÇÕES

O Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP) é operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) e gera a cada cinco minutos boletins sobre as chuvas e suas conseqüências na Região Metropolitana de São Paulo.

O monitoramento hidrológico do SAISP é feito pela Rede Telemétrica de Hidrologia do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) e pelo Radar Meteorológico de São Paulo. O Radar Meteorológico possibilita a identificação da localização, do tamanho, da intensidade e do deslocamento de sistemas meteorológicos que passam pela região leste do estado de São Paulo,

sul de Minas Gerais e sul do Rio de Janeiro (figura 1). Isso permite o acompanhamento da evolução espaço-temporal dos eventos hidrometeorológicos sobre as bacias hidrográficas localizadas nas referidas regiões.

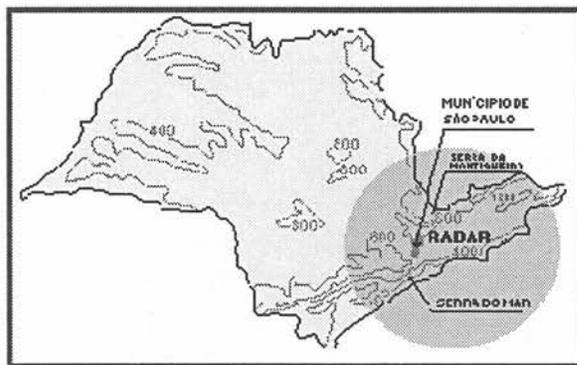


Figura 1 - Área de cobertura do RADAR de São Paulo

A rede telemétrica do Alto Tietê (1) é dotada de uma estação base que recebe das estações remotas dados de índices pluviométricos e fluviométricos.

Os dados desse Sistema são transmitidos para uma Central de Dados Hidrológicos localizada no Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos - CTH - do DAEE, localizado na Cidade Universitária da Universidade de São Paulo. Os principais produtos do SAISP são:

- ✓ Mapas de chuva observada na área do Radar de Ponte Nova;
- ✓ Leituras de postos das Redes Telemétricas do Alto Tietê e de Cubatão;
- ✓ Mapas com previsões de inundações na cidade de São Paulo.

MAPAS DE CHUVA OBSERVADA COM RADAR METEOROLÓGICO

O Radar é um sensor ativo que opera na faixa de rádio ou microondas, o termo "RADAR" é a sigla de "Radio Detection And Ranging". O funcionamento de um radar meteorológico pode ser resumido como a emissão contínua de pulsos de ondas

eletromagnéticas, na faixa de microondas. Essas ondas concentradas em determinada direção se propagam a partir de uma antena móvel e viajam com a velocidade da luz até interceptar partículas de hidrometeoros (gelo, neve ou gotas d'água). Parte da energia emitida é absorvida pelas partículas e parte é espalhada. A parcela de energia espalhada que retorna na direção da emissão é captada pela mesma antena.

A direção do volume iluminado pelo feixe é determinada pela orientação da antena, dada em azimute e elevação, enquanto a distância é determinada através do tempo gasto pelas ondas no seu percurso. Os sinais que retornam à antena são coletados por um receptor e direcionados para os indicadores do radar como o PPI ("Plan-Position Indicator") e o RHI ("Range-Height Indicator"). O PPI corresponde à visualização dos sinais recebidos no plano horizontal, que se obtém pelo giro completo da antena a uma elevação fixa. O RHI é a imagem gerada no plano vertical, obtida pela variação da elevação da antena, tomando um azimute fixo.

Através da interpolação de PPIs e RHI's obtém-se o mapa de precipitação em um plano de altitude constante denominado de CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator). Esse campo mostra a localização e a intensidade da chuva. O CAPPI padrão do SAISP é o de 3 km (altitude) e sua resolução é formada por quadrículas de 4 km². O CAPPI é obtido após a varredura completa do radar, em todas as elevações da antena. O CAPPI pode ser calculado para diferentes altitudes, como pode ser observado na figura 2.

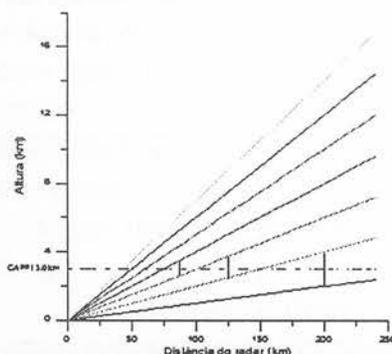


Figura 2 - Processo de obtenção do CAPPI a partir dos PPIs

A relação entre refletividade do radar e taxa de precipitação depende do espectro de tamanho de gotas, entre outros fatores meteorológicos. A radiação de microonda é espalhada de acordo com a sexta potência do diâmetro da gota de chuva, com isso o volume de água é proporcional à terceira potência do diâmetro multiplicado pela velocidade de queda da água.

MARSHALL e PALMER (3) deduziram uma relação entre refletividade e taxa de precipitação a partir do espectro de gotas observado em sistemas de precipitação estratiforme:

$$Z = A.R^b \quad (1)$$

onde A e b são parâmetros, a serem estimados; MARSHALL e PALMER (3) recomendam A=200 e b=1,6.

O radar instalado em Ponte Nova foi desenvolvido e implantado pela Universidade de São Paulo em parceria com a Mc Gill University de Montreal, Canadá. Sua aquisição tornou possível uma melhor estimativa e acompanhamento da precipitação na bacia do Alto Tietê. Os mapas de chuva observada são gerados pelo radar meteorológico a cada 5 minutos. Abaixo segue um exemplo dos mapas de chuva, durante o evento do dia 1º/2/2003, às 20h37min GMT. Além dos mapas de chuva, o SAISP gera outros produtos como:

CHUVA ACUMULADA - é um produto que disponibiliza ao usuário o campo de acumulação de chuva em um determinado período. A acumulada padrão do radar é de uma hora.

ECHO TOP - é um produto que disponibiliza ao usuário o campo de altura do topo dos ecos de chuva. Esse campo mostra a profundidade dos sistemas.

VIL - é um produto que disponibiliza ao usuário o campo de conteúdo de água líquida integrada verticalmente. Esse campo mostra a disponibilidade de água líquida nos sistemas.

GUST - é um produto que disponibiliza ao usuário o campo de estimativas de rajadas de vento próximo à superfície. Esse campo mostra uma previsão válida para intervalos de tempo entre 5 e 15 minutos.

PREVISÃO DE CHUVAS - é o campo de previsão de chuvas processadas a cada 20 minutos pelos modelos **SHARP** e **TRANSLATION MODEL** que se baseiam na identificação e projeção do deslocamento dos sistemas precipitantes. O horizonte de previsão é de 3 horas, discretizadas de 10 em 10 minutos.

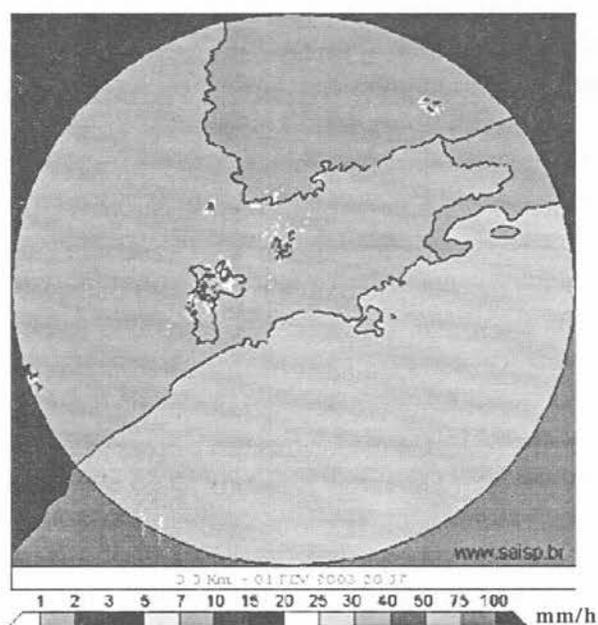


Figura 3 - Mapa de toda a área de cobertura do radar, com destaque para a chuva intensa sobre a capital

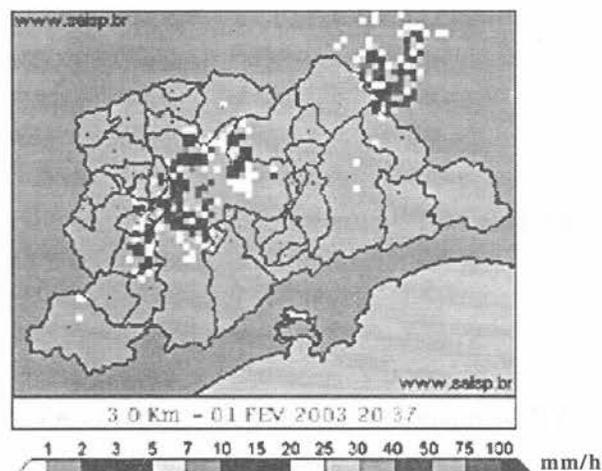


Figura 4 - Mapa com zoom sobre a região metropolitana de São Paulo

REDE TELEMÉTRICA

Exprime-se a quantidade de chuva pela altura de água caída e acumulada sobre uma superfície plana e impermeável. Esse parâmetro é chamado de altura pluviométrica e definido como a espessura média da lâmina de água precipitada que recobriria a região atingida pela precipitação admitindo-se que essa água não se infiltrasse, não se evaporasse, nem se escoasse para fora dos limites da região. A unidade de medição habitual é o milímetro de chuva, definido como a quantidade de precipitação correspondente ao volume de 1 litro por metro quadrado de superfície.

As medidas de chuva são obtidas utilizando-se aparelhos chamados pluviômetros, se utilizados apenas para medida volumétrica, ou pluviógrafos, se utilizados para medida e registro da precipitação ao longo do tempo.

As Redes Telemétricas do Alto Tietê e de Cubatão são compostas por uma estação base (microcomputador PC) responsável pela coleta de dados das estações remotas. A comunicação é feita através de linhas privadas de telefone e sistema de rádio VHF. A estação base interroga as remotas com frequência fixada pelo operador, adotando-se uma varredura a cada 10 minutos.

Além dos pluviógrafos, na Bacia do Alto Tietê estão instalados 10 limnígrafos, que fazem a leitura dos níveis dos rios a cada 10 minutos. A medida é feita em metros com base altimétrica do IGG. A seguir, exemplos de gráficos com dados pluviométricos e fluviométricos do posto Limão no rio Tietê observados do dia 1º/2/2003 às 7h (horário local) até 2/2/2003 às 7h (também horário local).

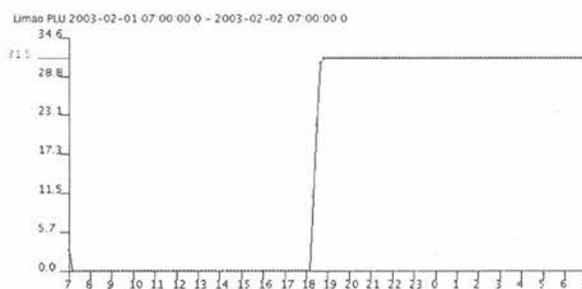


Figura 5 - Gráfico da chuva acumulada no posto Limão, durante o evento do dia 01/02/2003

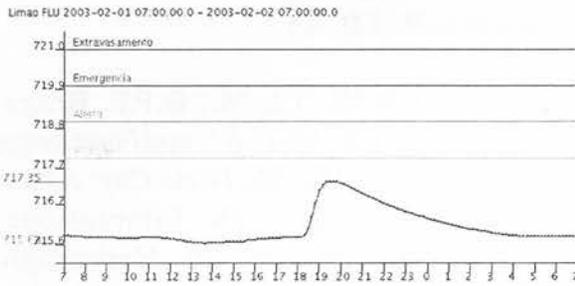


Figura 6 - Gráfico do nível do rio Tietê, medido na ponte do Limão, durante o evento do dia 01/02/2003

MAPAS COM PREVISÕES DE INUNDAÇÕES NA CIDADE DE SÃO PAULO

O mapa com previsão de inundação é um produto que contém a previsão dos estados hidrológicos, utilizando um algoritmo de causa-efeito que se baseia nos dados pluviométricos observados e previstos pelo radar. É composto por dois módulos: microdrenagem (inundações causadas por problemas de insuficiência de drenagem local) e macrodrenagem (inundações causadas por extravasamento de córregos e riachos com baixa capacidade de descarga).

A previsão é feita para as próximas três horas, e reavaliada a cada vinte minutos. Sabe-se, pelas observações, que o alagamento por insuficiência de microdrenagem, ou seja, pela falta de capacidade de bocas de lobo e bueiros, depende pouco da chuva acumulada e mais da chuva corrente. Dessa forma, a inferência do estado hidrológico futuro é feita pela simples comparação da intensidade da chuva prevista com as chuvas críticas, associadas ao período de retorno (Tr), que causam habitualmente inundações.

A seguir os pontos de alagamento registrados pela Companhia de Engenharia e Tráfego (CET), durante o evento do dia 1º/2/2003 e exemplo dos resultados do Modelo de Previsão para o módulo de microdrenagem. É importante destacar que foram registrados alagamentos das 20h13min GMT às 22h58min GMT. Analisando as duas figuras abaixo, é possível observar que 75% dos pontos de

alagamentos foram alertados pelo modelo, e em todos os casos com no mínimo 30 minutos de antecedência.

Para a previsão dos estados hidrológicos utilizou-se o Translation Model, como modelo de previsão de chuva a curto prazo (*nowcasting*).



Figura 7 - Resultado do MOPEH para às 19:57 GMT

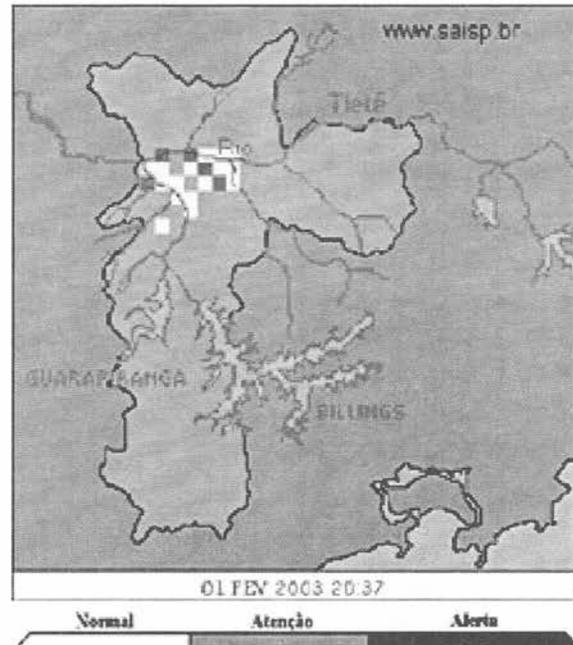


Figura 8 - Resultado do MOPEH para às 20:37 GMT

CONCLUSÕES

Um sistema de alerta como o SAISP constitui uma medida não estrutural de controle de cheias extremamente eficiente para grandes cidades, caso de São Paulo. Os investimentos requeridos para monitoramento e operação são elevados, entretanto muito inferiores aos benefícios gerados. Constata-se, no caso de São Paulo, que o investimento em equipamentos e operação retornou financeiramente em curto prazo. Verifica-se que o dano evitado pelas previsões de cheias são superiores aos custos do SAISP, mesmo sem considerar os fatores intangíveis envolvidos, principalmente aqueles ligados a perdas de vidas humanas. A linguagem do sistema é conversacional, podendo ser operada mesmo por técnicos não especializados em hidrometeorologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BARROS, T.L.M.; B.P.F. Braga; R.M.R. Jesus. *A Flood Forecasting Model for São Paulo City: A New Approach*. IV International Symposium on Hydrologic Applications of Weather Radar, San Diego, p. 77, 1988
- (2) BRAGA Junior, B.P.F. et al. *Flood control: the role of flood warning systems in the Metropolitan Region of São Paulo*. Weather Radar Technology for Water Resources Management. UNESCO Press, 367-384, 1997
- (3) MARSHALL, J. S.; PALMER, W. M. K. *The distributions of raindrops with size*. In: *Journal of Meteorology*. v.5, p.165-6, 1948

Para contato com o autor:
alfredo@cefetsp.br
alfredo@saisp.br

www.saisp.br

CARACTERÍSTICAS NATURAIS E ANTRÓPICAS AGRAVANTES NOS PROCESSOS DE ESCORREGAMENTOS EM ENCOSTAS URBANAS

Maria Augusta Justi Pisani

Mestre e Doutora pela EPUSP- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Professora do CEFET-SP Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, Universidade Presbiteriana Mackenzie e Centro
Universitário Belas Artes de São Paulo

O objetivo deste artigo é levantar e descrever as características naturais e as antrópicas que agravam os processos de escorregamentos em encostas urbanas, com ênfase naquelas ocupadas com habitações precárias.

Palavras-chave: áreas de risco, escorregamentos, urbanismo, planejamento urbano.

The aim of this article is to collect and describe the natural and antropic characteristics that worsen the landslide processes of urban slopes, putting emphasis on those ones occupied with precarious dwellings.

Key words: risk areas, landslide, urbanism, urban planning.

1. INTRODUÇÃO

Escorregamento, sinônimo de deslizamento, significa movimentos gravitacionais de massa diretamente relacionados com processos de desestabilizações de encostas, ocupadas ou não.

Os escorregamentos irrompem devido à ação de terremotos, atividades vulcânicas e pluviosidade. No Brasil, por suas características físicas, os escorregamentos acontecem na maioria absoluta dos casos devido à ação das chuvas.

Os agentes no processo de desestabilização de encostas podem ser naturais ou antrópicos, com um destaque muito maior para o segundo. Os escorregamentos fazem parte de um conjunto maior de processos de instabilidade de encostas, que incluem as erosões, rastejos, quedas e tombamentos, rolamento de matacões e corridas de massa.

Este trabalho aborda de forma específica as características naturais e as antrópicas que agravam os processos de escorregamentos em

encostas utilizadas para fins urbanos, principalmente para habitações precárias ou favelas.

2. CARACTERÍSTICAS NATURAIS AGRAVANTES DOS PROCESSOS DE ESCORREGAMENTOS

As características naturais de uma determinada região revelam uma correlação com a ocorrência dos processos de escorregamentos. São elas: relevo, tipo de solo, vegetação, índices pluviométricos e lençol freático.

2.1. Relevo

A declividade e a forma do perfil são as principais características físicas naturais que determinam uma encosta. A declividade é uma característica fundamental a ser avaliada quando do estudo de escorregamentos. É evidente que um terreno com relevo variando de muito suave

a quase plano não deve apresentar grandes problemas com relação a escorregamentos.

O perfil que dá a forma das encostas é caracterizado pela variação de sua declividade ao longo de seu comprimento ou de sua extensão transversal. Os perfis mais observados são: retilíneo, convexo e côncavo.

Independentemente do perfil da encosta, a declividade é um dos fatores mais relacionados com o nível de suscetibilidade de risco. Quanto maior a declividade de uma encosta, maior é o movimento de terra necessário para a ocupação, e esses cortes e aterros realizados sem obras de estabilização geram níveis maiores de riscos associados a escorregamentos.

2.2 Solos

O tipo de solo também é uma característica natural que pode influenciar no grau de risco de uma encosta. É a única característica natural que levanta polêmica entre técnicos. Enquanto alguns geólogos e engenheiros de geologia afirmam que alguns tipos de solos são mais suscetíveis a escorregamentos, outros afirmam que não alteram o risco, pois a declividade e as causas antrópicas é que determinam o risco. A única peculiaridade que indica ser determinante é o plano de xistosidade, pois se esse for paralelo à inclinação da encosta facilita o deslizamento, caso contrário, se for ortogonal a esta, dá um pouco mais de estabilidade aos maciços.

2.3 Vegetação

Entre as causas antrópicas, o desmatamento tem um papel importante como desencadeador dos movimentos de massa. A cobertura vegetal constrói ao longo do tempo um sistema radicular que estrutura as camadas superficiais do solo, similar a uma tela ou manta protetora. A vegetação forma uma malha, às vezes densa, de raízes dispostas paralelamente à superfície do terreno e esta dá às camadas superiores um aumento significativo de resistência

ao cisalhamento e, em conjunto com outras propriedades da vegetação, promove uma eficiente defesa contra a ação das águas. Esse fenômeno é bem explorado pela engenharia civil que utiliza gramíneas como agentes protetores de taludes artificiais.

A retirada da camada de vegetação que protege o solo desencadeia, em pouco tempo, a deterioração e conseqüente perda de resistência do sistema radicular. Pode-se afirmar que a resistência do solo aumenta proporcionalmente a resistência de um sistema radicular por ele coberto. Evidencia-se que o sistema radicular, mesmo depois da vegetação ser cortada, continua a dar resistência durante algum tempo até que esteja totalmente deteriorado. É importante levantar historicamente os desmatamentos ocorridos, pois um solo nu pode aparentar estabilidade devido a um sistema radicular ainda ativo e entrar em colapso sem que seja observado o motivo, que é o enfraquecimento que ocorre debaixo do solo. A perda de resistência de um sistema radicular não pode ser identificada em vistorias simples de campo por estar sob o solo.

A floresta em encostas, natural ou plantada, possui o efeito de limitação das áreas de escorregamentos à montante. A vegetação forma uma verdadeira barreira para o material que escorrega, segurando-o ou diminuindo a velocidade e a força das massas em movimento e protegendo a área que está à jusante. Este efeito protetor diminui os danos causados em obras de infra-estrutura e edificações, minimizando, portanto, as perdas socioeconômicas.

O estudo do papel da cobertura vegetal em relação ao balanço hídrico também é importante para o sistema de estabilidade de encostas. A camada de vegetação em um solo forma uma barreira de interceptação das águas pluviais e tem os seguintes efeitos:

- Proteger o solo contra os impactos das gotas de chuva;
- Prolongar o período de precipitação, pois a barreira que é formada pela

vegetação retém parte da precipitação, que goteja após o evento, dissipando a energia e reduzindo a intensidade;

- Reter um grande volume de água em todos os componentes da camada vegetal, reduzindo a quantidade de água a atingir o solo. Essa quantidade retida varia em função das características da vegetação e da chuva.

Neste trabalho não foi ignorada a evidência de que para se edificar residências, sistemas viários e outras construções, há necessidade de remoção da vegetação, mas ressalta-se que não há necessidade de remoção total da vegetação, como é freqüente nas tipologias das ocupações em encostas brasileiras.

2.4 Pluviosidade

O principal agente acelerador dos movimentos gravitacionais de massa é a água. Portanto, no período chuvoso é que ocorre a maioria absoluta dos acidentes relacionados a escorregamentos em encostas. A água atua na desestabilização de uma encosta de várias formas:

- Eleva o grau de saturação do solo e conseqüentemente diminui sua resistência;
- Aumenta o peso específico do solo, devido à retenção da parte infiltrada da água;
- Provoca infiltração nos vazios, fissuras e juntas dos maciços ou em parte deles, gerando pressões hidrostáticas ou hidrodinâmicas, que podem ocasionar a ruptura de um talude;
- Gera o escoamento superficial, podendo ocasionar diferentes tipos de erosões

(laminar, em sulcos e boçorocas) que aumentam a instabilidade nas encostas.

2.5 Lençol freático

A localização do lençol freático, mais ou menos profundo, tem influências sobre a suscetibilidade a escorregamentos. Quando há “surgência” d’água, indicando áreas de lençol freático raso e/ou “aflorante”, as edificações e as obras de terraplenagem exigem cuidados especiais. Obras de drenagem são necessárias para manter a estabilidade dos solos, pois, sem elas, a saturação e outros efeitos provocados pela presença da água ocasionam instabilizações, podendo gerar escorregamentos.

3. CAUSAS ANTRÓPICAS

Da dinâmica natural das encostas fazem parte os escorregamentos e os processos correlatos, mas a freqüência e a intensidade desses fenômenos são aumentadas pelo uso e pela ocupação impróprios de seus solos.

A maioria dos acidentes geológicos, associados a escorregamentos acontecidos em áreas urbanas no Brasil, foi deflagrada pela ocupação inadequada das encostas. As descrições desses acidentes deixam claras as irregularidades na ocupação e a falta de infraestrutura destas.

Sabe-se que o agente mais detectado para a indução de acidentes em áreas de encostas urbanas é a ocupação indevida, ou seja, ocupação que não leva em conta as características físicas e suas limitações. Dependendo dessas características, como tipo de solo, declividade, vegetação, índices pluviométricos, redes de drenagem, erosões e outras, as encostas podem ser ocupadas, desde que as edificações e infra-estrutura atendam às limitações impostas pelo meio físico.

Os principais agentes indutores de processos de escorregamentos em encostas ocupadas são as provocadas pela ação humana. Estas ações antrópicas são:

3.1 Cortes

A execução de cortes excessivos para a implantação de edificações e acessos sem nenhum estudo preliminar do solo e do sistema de drenagem, bem como os cortes sem a sustentação por meio de obras de engenharia, acentuam a declividade natural da encosta.

3.2 Aterros

A execução de aterros, sem o devido cuidado técnico, apresentando altura e declividade dos taludes incompatíveis com a resistência do solo e com as pressões neutras devidas a fluxos internos de água, envolve:

- O reaproveitamento do próprio material do corte, às vezes sobre o solo;
- O material de entulho de obras de construção civil;
- O bota-fora de diferentes tipos de solo misturados aleatoriamente;
- Os lançamentos de cima para baixo nas encostas, formando planos diagonais, que favorecem a instabilidade;
- Os lançamentos sobre a vegetação rasteira existente;
- O lixo doméstico e outros, ricos em material orgânico;
- A falta de qualquer forma de compactação.

3.3 Desmatamento

Retirada da cobertura vegetal, que pode ser formada por gramíneas, arbustos e árvores,

provocam um aumento de infiltração de águas pluviais, diminuição da retenção das copas, aumento do escoamento superficial, diminuição da evapotranspiração e, portanto, abalo geral no ciclo hidrológico. O desmatamento retira a camada aérea da vegetação e elimina a resistência dos sistemas radiculares, que são formas de estruturas utilizadas pela engenharia civil para estabilizar taludes.

3.4 Água

É o agente mais determinante e pode ser dividida em:

- Águas pluviais: concentração e escoamento de água no solo exposto, ocasionando infiltrações e erosões;
- Águas servidas: lançamento de águas servidas em vários pontos da encosta, ocasionando infiltrações constantes;
- Abastecimento: existência de redes de água com técnicas precárias, originando vazamentos, contaminações e infiltrações;
- Sumidouros: elementos que ocasionam infiltrações, contaminações e elevação da umidade do solo.

3.5 Drenagem

Obras de drenagem e estabilização executadas sem nenhuma técnica construtiva conveniente, com materiais e formas inadequadas ou a ausência de qualquer tipo de obra de drenagem de águas superficiais.

3.6 Detritos

O acúmulo de lixo principalmente doméstico e demais detritos, caracterizados por

serem muito instáveis, lançados em áreas ainda não ocupadas e geralmente de maior declividade ou misturados às camadas de solos nos aterros.

3.7 Densidade

O adensamento das ocupações em áreas remanescentes das primeiras ocupações, ou seja, as primeiras ocupações nas encostas se apropriam de áreas melhores, normalmente com menos declive e mais acessibilidade. Para as que surgem posteriormente restam as áreas de pior acesso e as com declividades mais acentuadas. Esse aumento da densidade *a posteriori* pode pôr em maior risco todo o conjunto.

3.8 Tipologia

- Formam-se, freqüentemente nas áreas de encosta, habitações das classes de baixa renda, muitas vezes constituindo as favelas;
- Edificam-se com materiais e técnicas construtivas que não apresentam segurança quanto à resistência das edificações, independentemente dos outros fatores;
- São implantadas em terrenos muito próximas à base dos taludes, naturais ou de corte, não permitindo nenhuma área de segurança para depósito de material mobilizado;
- São construídas sobre aterros que foram realizados em condições precárias;
- Não se harmonizam com a topografia, quase sempre se instalando em patamares e em um único pavimento, necessitando sempre de cortes e aterros excessivos.

3.9 Sobrecargas

O efeito das cargas das áreas edificadas, próximas ao topo dos taludes naturais e de cortes ou sobre aterros lançados, agravam regiões que naturalmente podem apresentar problemas de instabilidade.

3.10 Cultivo de espécies inadequadas

O cultivo de bananeiras em encostas é um hábito brasileiro. A referida espécie não é adequada devido às suas características de crescimento, tempo de vida e raízes. A bananeira apresenta um sistema radicular que não forma uma manta protetora, tem um tempo de vida curto e ao morrer tomba naturalmente, desprendendo-se do solo, gerando material solto e favorecendo os escorregamentos.

4. CONCLUSÕES

As características naturais são inerentes às áreas a urbanizar e devem ser estudadas e respeitadas quando da escolha da ocupação e principalmente das técnicas construtivas que vão materializá-las.

As causas antrópicas devem e podem ser evitadas para que os acidentes associados a escorregamentos e suas conseqüências socioeconômicas sejam minimizados ou evitados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PISANI, Maria Augusta Justí. *Áreas de risco (associado a escorregamentos) para a ocupação urbana: detecção e monitoramento com o auxílio de dados de sensoriamento remoto via orbital*. Tese (Doutorado) EPUSP- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil: São Paulo, 1998, 188p.

Para contato com a autora:
augusta@cefetsp.br

MATERIAIS ALTERNATIVOS UTILIZADOS EM FÔRMAS* PARA CONCRETO ARMADO⁽¹⁾

Mauro Satoshi Morikawa

Mestre em Engenharia Civil na Área de Edificações pela Universidade de Campinas
Arquiteto e Urbanista da Universidade de Guarulhos

Mauro Augusto Demarzo

Professor Doutor da Universidade de Campinas

Este trabalho apresenta o plástico como material alternativo para utilização em fôrmas para concreto armado em substituição aos tradicionais compensados de madeira. Tendo-se por base o passado não muito distante, com o Sistema Tradicional (ABCP), com Toshio Ueno, Prátika, Madenor, Betonform, sem falarmos no metálico, e, recentemente, com a utilização de novos materiais como OSB e HDF – não abordados neste trabalho – vislumbra-se uma evolução futura no Sistema de Fôrmas, pois a tecnologia esteve e continua sempre a estar presente na melhoria dos materiais utilizados.

Palavras-chave: fôrmas para concreto, materiais alternativos, plástico.

This paper presents plastic as an alternative material to replace wood in the formworks. Based on previous studies, such as the Traditional System (ABCP), Toshio Ueno, Prátika, Madenor, Betonform, the use of methalic, and, recently with the use of new materials such as OSB and HDF - not mentioned in this paper - we predict an evolution on the mold systems because the technology continues to present us better materials for this application.

Key words: formworks for concrete, alternative materials, plastic.

A fabricação dos plásticos sintéticos começou com a produção da baquelita, concebida por Leo Hendrick Baekeland, no início de século XX. A partir de 1920 teve um desenvolvimento acelerado. O progresso da indústria acompanhou a evolução da química orgânica que, principalmente na Alemanha, permitiu o descobrimento de unidades moleculares repetidas, de grande tamanho, que passaram a ser chamadas de macromoléculas. Com essa comprovação, abriu-se caminho para a descoberta, antes da metade do século, dos

poliestirenos, do vinil, das borrachas sintéticas e das poliuretanas e dos silícones, todos de amplo uso e obtidos a partir de matérias-primas vegetais e minerais.

A indústria da construção civil os utiliza em tubos de encanamento, válvulas, sifões, revestimentos, chapas para cobertura e iluminação, entre outros.

No Brasil, é muito usado nas áreas de instalações elétricas, água e esgoto, concreto e cada vez mais tem conquistado setores onde não eram ainda utilizados.

⁽¹⁾ Este artigo foi extraído da dissertação de mestrado de Mauro S. Morikawa, com o mesmo título, que foi apresentada na Universidade de Campinas em fevereiro de 2003, sob orientação do Prof. Dr. Mauro A. Demarzo.

* Apesar de não recomendado pela NGB (Nomenclatura Gramatical Brasileira), o acento diferencial de “fôrma” será mantido aqui respeitando o título da dissertação referida e a opinião de alguns gramáticos que julgam pertinente a separação entre “forma” e “fôrma”.

SOUZA (1997) afirma que os sistemas que usam o plástico como componente podem-se constituir em soluções interessantes quanto ao sistema de fôrmas. Substituições podem viabilizar o uso desses sistemas, tais como chapas de PVC no lugar das de compensado, plástico reforçado com fibra de vidro para moldes com formato complexo, fôrmas de pilares e capitéis em plástico reforçado com fibra de vidro, moldes plásticos tronco-piramidais para lajes nervuradas, rib loc para molde de pilares, lajes com vazios internos e acabamento superficial.

Por volta de 1975, quando da construção de grandes conjuntos habitacionais, o alto potencial de reutilização do aço fez com que aparecesse com um peso maior na construção. Nos últimos anos, vários materiais alternativos à madeira têm sido experimentados pelo mercado na busca de reduzir custos sem prejuízo da qualidade. O plástico, em função de sua versatilidade, surge como uma opção que pode ser muito interessante dentro desse contexto.

CHAPAS DE PVC (POLICLORETO DE VINILA)

Desde 1996, vêm sendo realizados testes no Brasil quanto ao uso de componentes de PVC, para substituir as chapas de compensado. Tais componentes são produzidos em PVC rígido e PVC rígido expandido (Figuras 1).

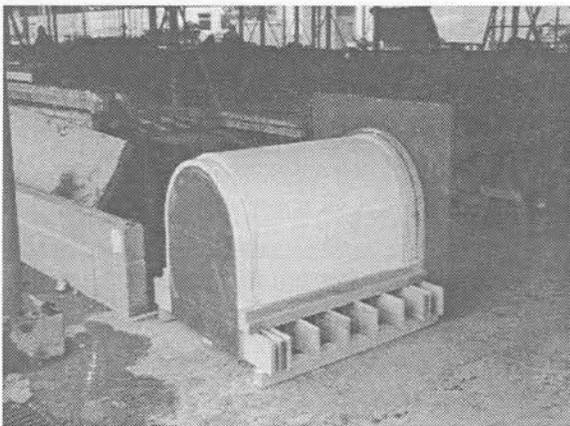


Figura 1 - Protótipo de cabine de ônibus -
(Fonte: Mauro Satoshi Morikawa)

O produto é oferecido em chapas de 1x2 m em diversas espessuras (de 1 a 25 mm para as rígidas, e de 2 a 13 mm para as expandidas), ou em bobinas de 1 mm de espessura apenas para o caso do PVC rígido.

PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO

Os plásticos reforçados com fibra de vidro são originados da moldagem de componentes a partir da associação do poliéster (resina) à fibra de vidro (véu). Algumas características são: resistência adequada, baixo peso, superfícies de concreto de boa qualidade, grande número de reutilizações, entre outros.

A adoção de componentes de plástico tronco-piramidais, com o formato de cumbucas invertidas (Figura 2), tem-se mostrado bem atraente. O uso de moldes plásticos ociosos para confecção de lajes nervuradas é antiga no mundo. No Brasil, porém, é de recente utilização.

Alguns tipos de plástico têm sido usados na fabricação das cumbucas, como o poliéster reforçado com fibra de vidro, o polipropileno e o poliuretano.

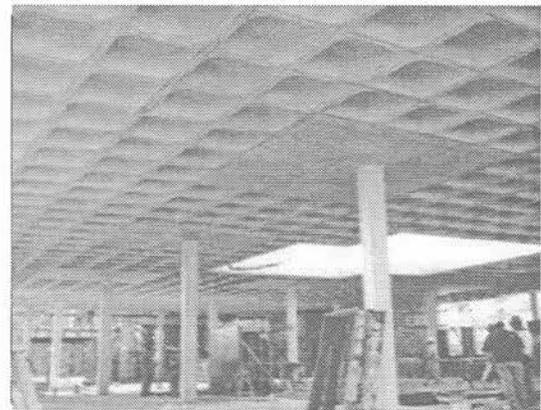


Figura 2 - Detalhe de laje nervurada finalizada, utilizando cumbucas de plásticos.(Fonte: Atex).

POLIPROPILENO E POLIURETANO

A obtenção do polipropileno e do poliuretano se dá por meio de injeção em molde de grande rigidez. O polipropileno tem

gerado peças de resistência mecânica elevada, eliminando com isso a deformabilidade. Encontram-se no mercado nacional dois modelos: retangular e quadrado (Figuras 3), disponíveis em várias alturas. As suas propriedades são idênticas às de fibra de vidro.

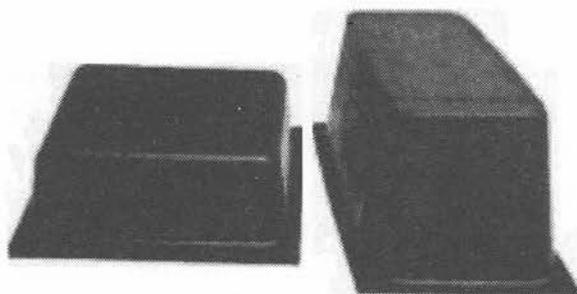


Figura 3 - Moldes plásticos (cumbucas) para lajes nervuradas em formato quadrado ou retangular. Fonte: Atex

RIB LOC PARA MOLDES DE PILARES

O Rib loc é um tubo de PVC, fornecido em diversas dimensões. Os tubos têm rigidez para ser montados sem a necessidade de travamentos, exigindo apenas o gastalho de pé do pilar. Não servem ao apoio de outras fôrmas em sua extremidade superior. Servem somente para pilares com seção circular e são mais resistentes que os de papelão. São utilizados de modo descartável (Figura 4).

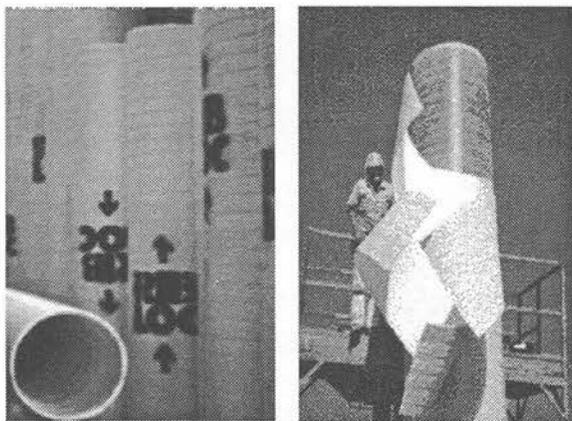


Figura 4 - Detalhe do tubo (Fonte: Rib loc)

PLÁSTICO RECICLÁVEL

Em 1995, foi lançado no mercado um novo conceito de fôrma, o de plástico reciclável. A sua confecção se dá por máquina injetora, isto é, a partir de um molde. Injetam-se na máquina resíduos de plásticos, à alta temperatura, sendo o resultado final placas modulares que vão compor o sistema de fôrmas. A utilização de resíduos plásticos é muito importante hoje, pois sabemos que existem muitos componentes de plásticos utilizados no nosso cotidiano, que são desperdiçados, e não aproveitados após o uso. Para a ecologia, esse sistema veio somar, pois retira do ecossistema um meio poluente que se degrada lentamente ao longo do tempo.

Essas placas são confeccionadas a partir de módulos de 5cm em 5cm, formando peças retangulares ou quadradas. Exemplo: 10x20; 15x25; 10x10 e 30x30cm, entre outros. Cada placa é formada por encaixes tipo macho e fêmea (ranhura) e por furos para serem ligados por chavetas (Figura 5, 6, 7 e 8).

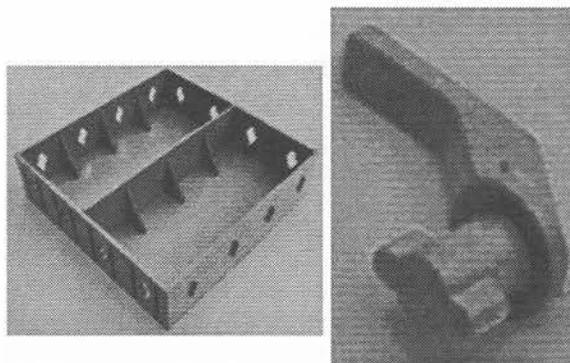


Figura 5 - Detalhe da placa e chaveta para fixação (Fonte: Betonform).

Vários especialistas apontam para um crescimento da aplicação do plástico reciclável que, segundo BUCCO (2001), pode gerar vantagens econômicas e ambientais, além de baixo custo e da leveza do material.



Figura 6 - Detalhes de montagem da laje e da "desfôrma" de lajes. Fonte: Ademar Medeiros.

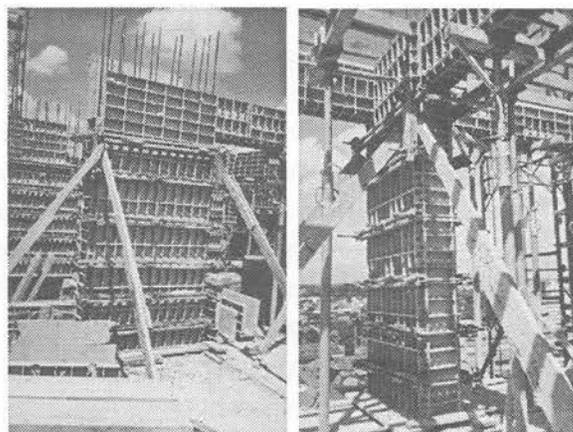


Figura 8 - Detalhes de montagem do pilar.
Fonte: Ademar Medeiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje a aplicação das fôrmas ganhou uma dimensão econômica que merece ser considerada, e é justo se esperar que esse aspecto passe a ser cuidado não apenas como um detalhe, mas como uma etapa da obra que deve otimizar criteriosamente o seu emprego.

Conforme CHADE (2003), em 1970 o preço das fôrmas era de 8% do custo total da obra, que incluía o material e a mão de obra para a montagem e desmontagem, e o percentual do material em torno de 4%.

Atualmente (dados de 2003), o custo das fôrmas industrializadas gira em média em torno de 2% do valor total da construção, isto sem contar a mão de obra para montagem e desmontagem, para edificações de 15 andares no máximo, estrutura simples que não exijam soluções atípicas como, por exemplo, as necessárias para vigas curvas, vigas inclinadas, grandes vãos de lajes, entre outras. Esse percentual pode variar para mais ou para menos conforme a estrutura, sendo, logicamente, menor o seu custo quanto mais simples ela for, mas tendendo a aumentar consideravelmente o seu preço quanto mais complexa ela se tornar.

Com o aparecimento de sucessivos aperfeiçoamentos na aplicação de fôrmas, ocorreram preocupações quanto ao custo, rentabilidade e reaproveitamentos. A escassez

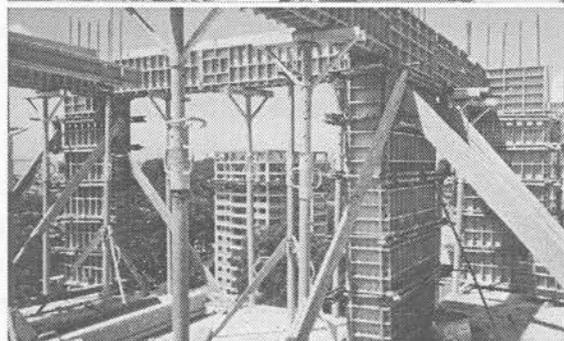


Figura 7 - Detalhes de montagem de viga.
Fonte: Ademar Medeiros.

da madeira e o custo elevado dos materiais tradicionais fazem com que o conceito de alternar ganhe o significado de procurar métodos e materiais que possam ser novas opções para a Construção Civil. Uma das vantagens a ser destacada é a melhoria no acabamento da superfície do concreto com o emprego, por exemplo, dos novos materiais.

Procurou-se mostrar, com este trabalho, a recente aplicação de um dos materiais alternativos, nas fôrmas para concreto armado, como o plástico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, A. M. et al. Aplicação de fôrmas plásticas estruturadas para paredes em concreto armado. *In: 44º Congresso Brasileiro do Concreto*. Belo Horizonte, 2002. 16p.
- BUCCO, L., H. *Boletim informativo da bolsa de reciclagem (sistema Fiesp)*. Curitiba, PR, ano I, nº 4, set/out, 2001.
- CATÁLOGO A fôrma da laje nervurada. São Paulo: Atex Brasil. 2001.
- CATÁLOGO Fôrmas Tecnológicas para Construção. São Paulo: Betonform, 2002.
- CATÁLOGO Fôrmas Sintéticas para Formas Concretas. São Paulo: Metroform, 2001.
- CHADE, W. T. O uso da madeira na construção civil. A evolução da fôrma para concreto. *Anais do II Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986. p. 1-11.
- RIB LOC: Fôrmas de PVC. Disponível em: <[http://: www.ribloc.com.au/ribloc.htm](http://www.ribloc.com.au/ribloc.htm)>. Acesso em: set. 2002.
- SOUZA, U. E. L. O uso do plástico nas fôrmas para estruturas de concreto de edifícios. *Anais do II Encontro Tecnológico de sistemas plásticos na construção civil*. São Paulo. 1997. p. 181-218.

Para contato com os autores:

Mauro Satoshi Morikawa
maurosatoshi@ig.com.br

Mauro Augusto Demarzo
demarzo@fec.unicamp.br

EFEITOS DOS ERROS DE PERPENDICULARIDADE NA MEDIÇÃO A TRÊS COORDENADAS

Rosana Camargo

Mestra e Doutoranda em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo.

Professora do CEFET-SP, nos cursos das áreas de Mecânica e Turismo.

O resultado de uma medição precisa fornecer segurança para quem for utilizá-lo. Portanto, o quanto esse valor obtido representa a quantidade que está sendo medida, precisa ser devidamente analisado. Haverá sempre uma dúvida sobre a validade do resultado, que é a Incerteza da Medição, dada por uma expressão com graus de variação de credibilidade que pode ser atribuída ao objeto medido. Vários são os fatores que afetam o resultado de uma medição e que devem ser avaliados cuidadosamente, tais como: análise adequada do mensurando, pois uma descrição incompleta da quantidade de informações sobre ele, pode ou não ter uma influência significativa no resultado final da medição; o conhecimento e a medição dos erros paramétricos e não paramétricos de uma MMC e o local onde está sendo realizada a medição. Neste artigo será comentado um dos erros não paramétricos, erro de perpendicularidade e seu efeito na medição de peças medidas na MM3C.

Palavras-chave: perpendicularidade, erros não-paramétricos, erro geométrico.

The result of a measurement must provide assurance for whoever is going to use it, so the values obtained must represent the measured amount properly. There will always remain a doubt on the validity of the result, called Uncertainty of the Measurement, given by an expression that shows the variation that can be attributed to the measured object. There are several factors affecting the result of a measurement that have to be evaluated carefully. For example: the analysis of the measurer, since an incomplete description on it may or may not make a meaningful change on the result of the measurement; the knowledge and measurement of the parametric and non-parametric errors of a MMC and the place where the measurement is made. In this article it will be discussed one of the non-parametric errors, errors of perpendicularity and its effects in the measurement made on a MM3C.

Key words: perpendicularity, non-parametric errors, geometric error.

1. INTRODUÇÃO

Hoje, devido ao mercado global, existe mais que necessidade, existe obrigatoriedade de se garantir a rastreabilidade das medições. Para tanto, deve-se tomar cuidado ao se realizar a avaliação dimensional de uma peça. Uma forma é garantir a uniformidade dos métodos usados para se avaliar e expressar a incerteza de

medição. Nesse contexto as MM3Cs vêm revolucionando a metrologia dimensional. Estão sendo aceitas como um tipo de equipamento universal muito eficiente para o controle da qualidade. Este trabalho foi desenvolvido pelo interesse em se garantir a exatidão de peças medidas utilizando MM3C. Assim, somente um correto conhecimento das limitações da máquina poderá permitir o seu uso potencial de forma

adequada e garantir a rastreabilidade das medições.

Ter o conhecimento de todas as influências que afetam a exatidão do resultado de uma medição e periodicamente fazer uma reavaliação de tais influências, não só é vital para a garantia da qualidade do produto, como também para manter um bom desempenho da máquina.

Este artigo se restringe a analisar a influência de um dos vinte e um fatores que afetam a exatidão de uma medição, o erro de perpendicularidade. A estrutura da máquina é representada por um modelo geométrico e analisado usando a cinemática do corpo rígido. Será visto como medir o erro de perpendicularidade e a sua influência nas medições.

2. GEOMETRIA DA MÁQUINA

Considerando-se o conjunto carro e guias como sendo um corpo rígido da MM3C, pode-se estudar a geometria da máquina. A estrutura da MM3C é composta de três eixos, que gera um sistema de coordenadas cartesianas. O objetivo desse sistema é permitir movimento unidimensional puro ao longo de cada um dos eixos e esses eixos devem ser perpendiculares um ao outro. Na realidade isso não acontece, o movimento dos carros sobre as guias não será puramente em uma direção. Sempre haverá movimentos indesejáveis ao esperado que são interpretados como erros geométricos.

Para o estudo desses erros, as partes móveis da máquina são consideradas como sendo corpos rígidos, cuja posição no espaço é definida por seis graus de liberdade e inclui três movimentos de translação (um de posição e dois de retitude) e três movimentos de rotação (*roll*, *pitch* e *yaw*), conforme mostrado na figura 1.

Sendo as MM3C sistemas que possuem basicamente três eixos de translação, então são dezoito erros geométricos. A American Society of Mechanical Engineers - (ASME – B89) - classifica em dois grandes grupos os erros geométricos das MM3C: O primeiro são os

paramétricos, esses dezoito são particulares a cada componente. O segundo grupo são os denominados como não-paramétricos, que ocorrem através da relação entre os componentes. São os outros três erros gerados pela impossibilidade da montagem de três eixos perfeitamente ortogonais.

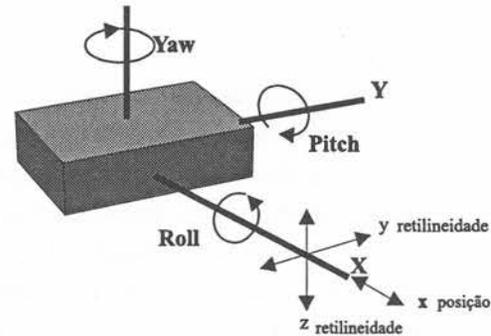


Figura 1- Erros geométricos em um modelo de corpo rígido

Resumindo: Se para cada eixo de translação puderem ser associados seis erros geométricos, então um total de dezoito pode ser esperado para toda máquina. Entretanto, como na prática não ocorre uma perfeita perpendicularidade entre os três eixos, mais três erros são somados, elevando-se a um total de vinte e um.

3. DEFINIÇÃO DE ERRO DE PERPENDICULARIDADE

Erro de perpendicularidade é não-paramétrico e sempre existe na direção de movimento de dois eixos. É um erro cujo efeito depende da posição, porque a não perpendicularidade entre eixos da máquina gera o que se convencionou chamar de erro de perpendicularidade, que nada mais é que o afastamento do ângulo padrão de 90°. E tal erro de perpendicularidade é determinado por medições de retitude em dois eixos, orientados de 90° e pelo cálculo dos valores de perpendicularidade entre ambos a partir dos dados.

A figura 2 mostra o erro de perpendicularidade entre "X0" e "Y0", que é o ângulo formado entre os eixos X e X0. O de

perpendicularidade entre os eixos X e Z é dado pelo ângulo observado entre a projeção do eixo Z0 no plano Z e o eixo Z terá o ângulo entre o eixo Z e a projeção de Z0 no plano ZY. O eixo Y é tomado como referência, $Y=Y_0$. Então:

θ_{xy} = Erro de perpendicularidade entre X e Y
 θ_{xz} = Erro de perpendicularidade entre X e Z
 θ_{yz} = Erro de perpendicularidade entre Y e Z

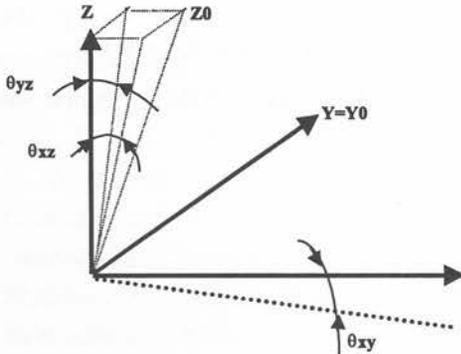


Figura 2 - Erro de ortogonalidade

Muitos problemas comuns associados com a geometria da MM3C são freqüentemente de natureza angular e, dentre eles, está o erro de perpendicularidade entre eixos. Esse tipo de erro faz aumentar em magnitude, em proporção direta ao comprimento de medição. Por exemplo, um erro de perpendicularismo de 10 seg de arco pode produzir um de 5mm sobre uma distância de 100 mm, ou um de 50mm em um metro.

A orientação e a posição da medição são importantes. Certas orientações podem maximizar o efeito dos erros de geometria, permitindo ser detectados e quantificados durante a avaliação. Como exemplo, a figura 3 mostra um problema de perpendicularidade. É aparente que o comprimento medido da peça em um sistema de coordenadas quadrada (X_1, Y_1) é maior que o sistema fora de esquadro (X_2, Y_2). Se a peça medida tem um comprimento conhecido, então esta discrepância aparecerá como um erro da medida. Se o comprimento da peça é desconhecido, então dependerá da avaliação dos erros de perpendicularidade para poder confiar no resultado da medição.

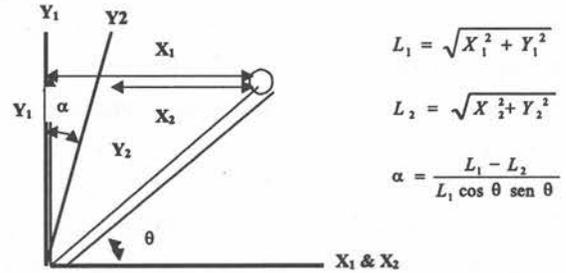


Figura 3 - Erro de perpendicularismo

4. MÉTODOS DE MEDIÇÃO DO ERRO DE PERPENDICULARIDADE DE UMA MÁQUINA

1º - Método da Reversão do Esquadro Mecânico

A figura 4(a) mostra a aplicação do método de reversão do esquadro mecânico para o eixo vertical Z. Apóia-se uma das faces do esquadro mecânico em L sobre o desempenho e a outra aresta fica livre para que o apalpador percorra, executando assim a medição do erro de perpendicularidade do eixo Z. Para medir o erro fixa-se no eixo Z o apalpador do comparador, em seguida é feito o levantamento do desvio entre o deslocamento do eixo Z e a aresta. Essa é a primeira etapa.

Em uma segunda etapa, gira-se o esquadro em 180 graus sobre o plano XY, para poder eliminar o erro do esquadro, a seguir realizam-se as medições para a determinação do ângulo q_2 , adotando-se os mesmos critérios que os da etapa anterior.

Como pode ser observado pela figura 4(b), o erro de perpendicularidade do eixo Z é dado por: $qE = q_1 - q_2$



(a) (b)
Figura 4 Aplicação do método de reversão

Caso o eixo Z não apresente erro de perpendicularidade, os valores absolutos dos ângulos avaliados q_1 e q_2 serão iguais e representarão o erro de perpendicularidade do esquadro.

Caso o eixo Z possua erro de perpendicularidade, os valores absolutos de q_1 e q_2 serão diferentes e, em conjunto com o sinal de rotação adotado, fornecerão o desvio de perpendicularidade do eixo Z.

A exatidão da medição, com esse tipo de esquadro, é geralmente difícil porque alguns problemas dificultam a exatidão do processo, tais como: desgaste das faces do esquadro, os dados da calibração do esquadro podem ser incorretamente aplicados e a calibração da linha ao longo de cada lado é usualmente não identificada.

2º - Método de Medição das Diagonais Cruzadas

Neste método a peça é medida em orientação cruzada, como mostra a fig. 5. Na primeira posição a peça é colocada a 45° no plano, e na segunda posição a peça é colocada perpendicularmente com relação à primeira posição, ou seja a 135° . Para cada posição é medida a distância L_A e L_B , respectivamente, pré-calibradas; a diferença desta em relação à medida padrão indica o erro de perpendicularidade.

Este método de medição do erro de perpendicularidade entre eixos também pode ser realizado utilizando-se barra de esferas, o que permite a medição de perpendicularidade com resultados excelentes ou medições de distância com interferômetro a laser.

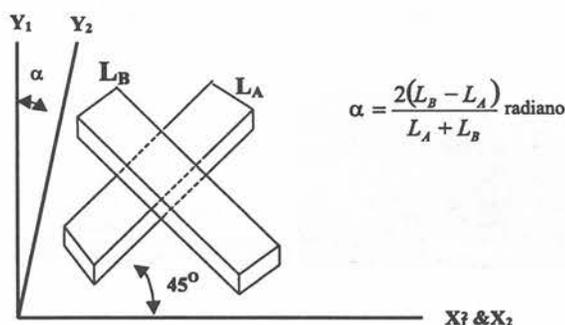


Figura 5 – Método de medição angular

3º - Método da Lei dos Co-senos

Neste método usa-se um transdutor de deslocamento linear (não necessariamente calibrado) para medir os lados L_1 , L_2 e L_3 de um triângulo, conforme figura 6. Note-se que L_1 , L_2 e L_3 são unidades *transducer*. O erro de perpendicularidade da máquina será dado por a , com ângulo de vértice igual a $90^\circ + a$.

Então para a lei dos co-senos:

$$L_3^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2 \cos(90^\circ + \alpha)$$

$$L_3^2 = L_1^2 + L_2^2 + 2\alpha L_1L_2 + 2\alpha L_1L_2, \text{ sen } \alpha \ll 1$$

$$\alpha = \frac{L_3^2 - L_1^2 - L_2^2}{2L_1L_2}$$

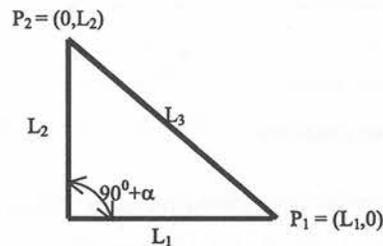


Figura 6 - Método dos co-senos

5. CONCLUSÃO

Ao executar uma medição o esperado é obter o valor verdadeiro da grandeza analisada. Porém, sempre haverá uma incerteza no resultado da medição. São diversos os fatores, que por não serem adequadamente controlados, podem influenciar esse resultado. Conseqüentemente, obtêm-se vários valores durante uma medição, os quais vão representar a grandeza observada. Do resultado final da medição comparado a um padrão, determina-se o “erro” da medição, dado pela diferença dos valores.

A origem das fontes dos erros pode estar na máquina, na peça ou no ambiente. Aqui, o foco do estudo foi apenas sobre um dos erros da máquina, o de perpendicularidade. Esse erro tem sua origem durante a montagem das guias da máquina. Como efeito, no resultado final da medição, pode-se dizer que quando existe erro

de perpendicularidade, há alteração na forma do objeto obtida durante sua avaliação. Para melhor explicar como ocorre essa alteração da forma, é usado o seguinte exemplo. Uma circunferência é traçada através do plano XY. O eixo Y, com direção perpendicular ao eixo X, apresenta um desvio representado pelo ângulo α . Durante a velocidade de movimento do eixo Y ocorre um erro no eixo X, causado pelo erro de perpendicularidade e_{xy} . Assim, a forma descrita não será mais circular e sim elíptica, conforme mostra a figura 7. Pode-se determinar o vetor erro como se segue.

$$e_{xy} = (-Y) \tan \alpha - \alpha Y$$

Desde que os outros termos sejam 0,

$$\vec{E}_y = (-\alpha Y, 0, 0)$$

Assim, o vetor erro é dado por

$$\vec{C} = -\vec{E}_y = (\alpha Y, 0, 0)$$

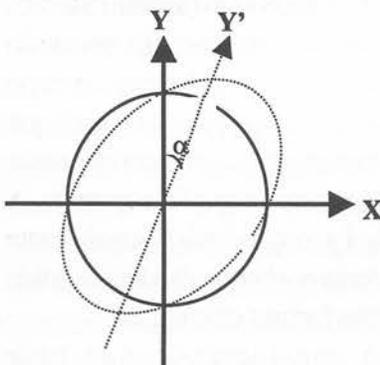


Figura 7 - Efeito do erro de ortogonalidade

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSI/ASME B 89.4.1 Methods for performance evaluation of coordinate measuring Machines. 1997.
- BOSCH, J. A *Coordinate measuring machines and systems*. New York: Marcel Dekker. 1995.

- CARDOZA, J. A. S. *Máquinas de medir a três coordenadas*. São Carlos. Tese (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1995. 209 p.
- DI GIACOMO, B. *Computer aided calibration and hybrid compensation of errors in coordinate measuring machines*. Inglaterra, 1986. 418p. Tese (Doutorado). Manchester: University of Manchester Institute of Science and Tecnology, 1986. 418 p.
- HOCKEN, R. J. *Tecnology of machine tools*. V. 5. California: National Technical Information Service, 1980.
- KAKINO, Y. at. al. Accuracy inspection of NC machine tools by double ball bar method. New York: Ed. Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 1993.
- NIST Technical Note 1297. *Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results*. National Institute of Standards and Technology, 1994.
- PAHK, H. J. *Computer aided volumetric error calibration of co-ordinate measuring machine using the base as a metrological reference*. UMIST, 1989.
- SCHWENKE, H., at. al. *Coordinate measuring machines: how to make best use of their accuracy*. PTB Braunschweig, Germany, 1997.
- VDI/VDE 2617 – *Accuracy of coordinate measuring machines*, 1986.

Para contato com a autora:

rosanacamargo@gmail.com

SOBRE A AMPLIFICAÇÃO DA ENERGIA

Clístenes Xavier de França

Professor da Área de Projeto e Representações Gráficas para Edificações
do CEFET-PB / UNED-Cajazeiras

A energia do universo é constante? É possível criar energia do nada? Essas e outras questões são tratadas neste artigo que discute a conservação da energia no processo descrito em artigo, do mesmo autor, sob o título “É possível amplificar a energia?”.

Palavras-chave: energia, eletromagnetismo, trabalho.

Is the energy of the universe constant? Is it possible to create energy from nothing? This and other matters are treated in this article which discusses the conservation of the energy in the process described in the article, by the same author, under the title “Is it possible to amplify energy?”

Key words: energy, electromagnetism, work.

INTRODUÇÃO

Para melhor compreensão das questões ora discutidas é indispensável a leitura do artigo anterior “É possível amplificar a energia?” [1], onde é descrito um processo no qual a energia parece não se conservar. Agora é retomada a discussão sobre a amplificação da energia enfocando a conservação. Finalmente é feita uma análise da afirmação de Rudolf Julius Emmanuel Clausius (1822-1888) [2], que descobriu a segunda lei da termodinâmica em 1850, e ao estudar o trabalho de Nicolas Leonard Sadi Carnot (1796-1832), em 1865, afirmou: “A energia do universo é constante...”.

UMA ANALOGIA

Para facilitar a análise da conservação da energia no processo descrito no artigo “É possível amplificar a energia?” [1] vamos fazer uma analogia com a conservação da energia no campo gravitacional:

Na sacada do décimo andar de um edifício existe um objeto. Um indivíduo (agente externo) executa o trabalho de efetuar um pequeno deslocamento até que ele caia. Ao cair, o corpo fica sujeito à ação do campo gravitacional, que transforma sua energia potencial em energia cinética, até que ele se choque com a superfície terrestre. A energia cinética do objeto, que é máxima no instante imediatamente anterior ao choque, é toda convertida em calor e em outras formas de energia.

Estamos considerando que esse processo se inicia com o corpo já na altura relativa ao décimo andar do edifício. Está faltando, portanto, computar uma parcela da energia: exatamente aquela relativa à energia externa necessária para elevá-lo até aquela altura. No final do processo, essa é a energia que é transformada em calor e em outras formas após o choque do corpo com a superfície da Terra. Nenhuma energia potencial fica no objeto porque, na queda, ele não pode ir além da superfície terrestre.

É interessante observar que a energia adquirida pelo corpo, ao cair, *independe*

totalmente da grandeza do trabalho realizado pelo indivíduo do décimo andar. Isso ocorre porque o campo gravitacional é conservativo e, nesse caso, tanto a energia potencial quanto a cinética dependem apenas da altura em que o objeto se encontrava em relação à superfície terrestre.

O processo descrito no artigo [1], no subtítulo “*Um amplificador de energia*”, se inicia, como no exemplo acima descrito, numa posição em que um pequeno trabalho realizado faz desencadear uma energia muito maior.

Na posição inicial, com o sistema desligado, os átomos do gás, no interior da válvula, são neutros ou não têm um movimento preferencial por não estarem sujeitos à ação de um campo elétrico. Essa posição é equivalente, no processo acima, ao objeto situado no décimo andar do edifício. Ao ser ligado, a energia da fonte, fluindo através de um circuito apropriado, causa a ionização do gás residual no interior da válvula, criando elétrons livres e íons positivos e dotando essas partículas de alguma energia cinética necessária para que elas se choquem com os coletores da válvula. Essa ação é semelhante ao trabalho executado pelo indivíduo do décimo andar dando um empurrãozinho no objeto até que ele caia.

Após chocarem-se com os coletores, as cargas elétricas adquirem energia cinética até chegarem à superfície externa da armadura interna do capacitor, indo compor a carga dele. Essa energia cinética é fornecida pela propriedade inerente aos condutores isolados que estabelece que o excesso de cargas elétricas tem que fluir, obrigatoriamente, para a superfície externa. Isso é equivalente, na analogia acima, à ação do campo gravitacional acelerando o objeto e transformando sua energia potencial em energia cinética. No capacitor, a energia é novamente transformada em energia potencial e aí fica acumulada para ser convertida em trabalho.

A parcela que falta ser computada, no processo, é relativa à energia acumulada no campo elétrico que é equivalente à energia que um agente externo utilizaria para transportar a carga de uma até a outra armadura do capacitor. Tal parcela não foi computada porque a carga

em questão é proveniente do interior; isso resulta numa energia excedente que fica disponível no campo elétrico do capacitor.

Analogamente, o campo elétrico é também conservativo. Assim, a energia adquirida pela carga no deslocamento até a armadura interna do capacitor *é totalmente independente da grandeza do trabalho realizado pela fonte interna.*

TRÊS ETAPAS

Na discussão que se segue a palavra *condutor* é equivalente ao vocábulo *capacitor*, uma vez que um condutor isolado equipara-se a um capacitor onde uma das armaduras foi colocada no infinito.

A partir de agora, vamos utilizar os termos processo *conservativo* para distinguir o processo do qual resulta uma parcela de energia que altera a energia do campo elétrico e processo *não-conservativo* quando o resultado da energia, nele envolvida, não causa nenhuma alteração na energia acumulada no campo elétrico do capacitor. Por exemplo: na analogia que fizemos acima, o trabalho realizado pelo indivíduo no décimo andar, embora possa ser calculado como o produto da força utilizada pela grandeza do deslocamento no nível do décimo andar, do ponto de vista do campo gravitacional é nulo, porque não altera a grandeza da energia potencial do objeto; é, portanto, um processo *não-conservativo*.

Designaremos de subprocesso a um processo que está inserido em um outro mais amplo, de modo semelhante à definição matemática de conjunto e subconjunto.

Para identificar os subprocessos *conservativos* e *não-conservativos* envolvidos no processo, podemos dividi-lo em três etapas.

Na primeira, a energia do gerador (W_g) é utilizada apenas para dissociar as cargas elétricas dos átomos gerando elétrons livres e íons positivos (E_i energia de ionização) e para dotar essas partículas de energia cinética (E_c) suficiente a fim de se chocarem com os coletores da válvula. É, desse modo, um subprocesso *não-*

conservativo. Logo,

$$W_g = E_i + E_c. \quad (1)$$

Na segunda etapa, a energia relativa ao deslocamento (E_d) das cargas para a superfície pode ser considerada como “quantizada”. A energia potencial de uma carga, no interior de um condutor oco isolado, independe da posição da carga em relação à superfície e depende unicamente de sua grandeza e dos parâmetros geométricos do condutor. Isso significa que, de qualquer ponto do interior que a carga elétrica for deslocada, chegará à superfície com a mesma energia potencial ($q^2/2C$). Assim, qualquer elétron que chegue à superfície transporta consigo a energia ($E = e^2/2C$), onde e é a carga do elétron e C é a capacidade elétrica do condutor. Essa é também a energia que um agente externo utilizaria para transportar um elétron de uma a outra armadura do capacitor. *Essa etapa é um processo conservativo*. Sendo (E_e) a energia adquirida pelo campo elétrico, tem-se que:

$$E_d = E_e = \frac{q^2}{2C}. \quad (2)$$

Finalmente, na terceira etapa, constatamos que a energia da carga não é dissipada quando chega ao capacitor, como acontece na analogia que fizemos com o campo gravitacional, onde a energia cinética do objeto que cai, ao se chocar com a superfície da Terra, é convertida em calor e em outras formas. A energia da carga é acumulada no campo elétrico do capacitor (E_e) e pode ser utilizada na produção de trabalho (W). Assim:

$$E_e = W. \quad (3)$$

É CONSTANTE A ENERGIA DO UNIVERSO?

Para analisar esta questão, vamos começar vendo o que diz Sonntag [3] no que se refere a um moto-perpétuo e à criação da

energia:

(...) a segunda lei da termodinâmica tem sido enunciada como a impossibilidade da construção de um moto-perpétuo de segunda espécie. Um moto-perpétuo de primeira espécie criaria trabalho do nada ou criaria massa e energia, violando, portanto, a primeira lei. Um moto-perpétuo de segunda espécie violaria a segunda lei [funcionaria em ciclo sem consumir energia externa], e um moto-perpétuo de terceira espécie não teria atrito e assim operaria indefinidamente porém não produziria trabalho.

Na analogia que fizemos acima todas as formas de energia se equivalem. A energia potencial é equivalente à energia cinética na queda. A energia externa fornecida ao objeto para elevá-lo ao décimo andar é equivalente à que é dissipada quando transformada em calor, ao chocar-se com a superfície da Terra. Para que o corpo retorne à posição anterior, uma outra quantidade de energia externa, equivalente àquela que foi transformada no choque, tem que ser fornecida, a fim de que ele seja reconduzido ao décimo andar do edifício e possa de lá cair novamente.

No campo eletromagnético, as equações (1) (2) e (3) acima mostram quantidades de energia que se equivalem (Fig.1). No entanto, é correta a afirmação de que a energia necessária para reconduzir as cargas elétricas de volta ao interior do condutor isolado, para serem novamente dissociadas e aceleradas, *tem que ser igual* à que ficou acumulada no campo elétrico?

Suponha que no interior do condutor isolado esteja funcionando uma fonte de energia. Uma bateria, por exemplo. Após algum tempo de uso, a bateria se descarrega. Ela é, então, substituída por uma outra carregada e pode ser recarregada, a partir da energia do campo elétrico, num circuito especialmente construído para esta finalidade. Vimos no artigo anterior [1] que a energia acumulada no campo elétrico é muito maior do que a despreendida pela fonte interna e seria suficiente para carregar muitas baterias e não apenas uma.

Após efetuada a carga, a bateria seria

novamente utilizada no interior do capacitor. No deslocamento da fonte, nenhuma reação é fornecida pelo campo elétrico, porque as armaduras do capacitor são muito próximas e o campo elétrico pode ser considerado inteiramente confinado entre elas. As cargas elétricas no interior da bateria não são percebidas pelo campo. É como se, na analogia que fizemos com o campo gravitacional, pudéssemos retornar o objeto para o décimo andar, de modo que seu deslocamento não seja percebido pelo campo gravitacional da Terra. Assim, a energia utilizada no deslocamento da fonte é também independente da energia do campo elétrico. As baterias podem ser alternadas e o excedente da energia pode ser utilizado para produzir trabalho.

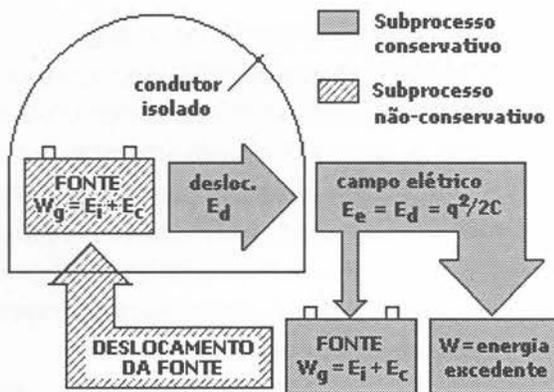


Figura 1 - Subprocessos conservativos e não-conservativos

Observando a figura 1, onde estão indicados os subprocessos envolvidos, vemos que após a carga da fonte, no campo elétrico, temos apenas o deslocamento dela que é um subprocesso *não-conservativo*. A fonte, quando submetida ao processo de recarga, ligada ao capacitor, participa de um *processo conservativo*, porque acumula energia decrementando a energia do campo e, quando colocada no interior do *condutor isolado*, participa de um subprocesso *não-conservativo*, porque, como foi visto, *a partir do interior a energia do campo não depende da grandeza do trabalho realizado pela fonte*.

Considerando as etapas do processo independentemente, a energia se conserva em

cada uma delas. Entretanto, considerando o processo como um todo, inclusive a recarga e o deslocamento da fonte, a energia não se conserva *por causa da falta de simetria da fonte, que participa de um subprocesso não-conservativo quando carrega o capacitor e de um subprocesso conservativo quando é, por ele, carregada*.

A questão agora é a seguinte: sendo a energia cedida pelo gerador bem menor do que a energia relativa ao deslocamento das cargas para a superfície e havendo a possibilidade de quando a fonte, no interior, descarregar-se, ser recarregada a partir da energia do campo elétrico, não estamos, nesse caso, criando trabalho ou energia do nada? Estamos negando a afirmação de Clausius? Ou seja, estamos criando um moto-perpétuo de primeira espécie? E de segunda?

Um moto-perpétuo de terceira espécie, não. Apesar de tudo as baterias têm um desgaste e após certo tempo de uso ficam inutilizadas. *Entretanto, qual seria o rendimento de um sistema como este?*

CONCLUSÃO

Parece-me possível obter grandes quantidades de energia a partir das propriedades elétricas dos condutores ociosos isolados, como um cilindro ou uma esfera. Essa energia seria totalmente fria, limpa, barata. Seria um processo muito mais simples do que retirar energia utilizável da fusão atômica onde estão envolvidas altíssimas temperaturas e não deixaria, como na fissão, resíduos perigosos, difíceis de serem descartados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FRANÇA, Clístenes Xavier de. É possível amplificar a energia? *Sinergia*, São Paulo, CEFET-SP, volume 03, nº 2, jul./dez. 2002, p. 147-153.
- [2] PAIS, Abraham. Sutil é o senhor... A

ciência e a Vida de Albert Einstein.
Tradução de Fernando Parente e
Viriato Esteves. Revisão da tradução
César Benjamim. Rio de Janeiro:
Nova Fronteira, 1995. p. 68.

- [3] SONNTAG, Richard E.,
BORGNAKKE, Claus., WYLEN,
Gordon J. Van. *Fundamentos da
termodinâmica.* São Paulo: Edgard
Blücher, 1998. p. 149.

Para contato com o autor:
clistenesxf@bol.com.br

SAMOA – SISTEMA DE APOIO À MODELAGEM ORIENTADA A OBJETOS DE APLICAÇÕES

Edemberg Rocha da Silva

Professor Temporário do CEFET-PB / Unidade Descentralizada - Cajazeiras

Ulrich Schiel

Doutor em Informática pela Universidade de Stuttgart
Professor da Universidade Federal de Campina Grande
Departamento de Sistemas e Computação

Padrões de projeto são considerados uma das mais valiosas técnicas para produzir projetos de software com qualidade. Uma técnica para melhorar o uso de padrões de projeto é identificar suas realizações e inferir um conhecimento para melhorá-las. Essa tarefa de encontrar todas as realizações de padrões num projeto caracteriza-se por ser tediosa para o engenheiro de software. O presente artigo propõe um sistema assistente, para auxiliar programadores e arquitetos de software nessa tarefa, chamado SAMOA (Sistema de Apoio à Modelagem Orientada a Objetos de Aplicações).

Palavras-chave: padrões de projeto, detecção automática de padrões de projeto, geração de código, geração de críticas, UML.

Design patterns are considered one of the most valuable techniques to produce quality software designs. One technique to improve the use of design patterns is to identify all realizations and deduce a knowledge to improve them. This task to find all realizations of patterns in the design is rather tedious to software engineer. This paper proposes a support system for programmers and software architects called SAMOA (Sistema de Apoio a Modelagem Orientada a Objetos de Aplicações) to help them on that task.

Key words: design patterns, automatic design patterns detection, source code generation, critique generation, UML.

1. INTRODUÇÃO

O projeto de sistemas de *software* complexos tem-se mostrado como uma tarefa difícil, e ferramentas de suporte são sempre necessárias para produzir projetos de qualidade. Para auxiliar essa tarefa, uma idéia importante tem sido utilizar soluções típicas já encontradas para problemas-padrão. Essas soluções-padrão são conhecidas como *padrões de projeto* (*design patterns*). Esses *padrões* têm sido amplamente aceitos pela comunidade *orientada a objetos* - em particular desde a publicação do livro de GAMMA (1995) - e são considerados um dos mais valiosos mecanismos adotados

pelos projetistas de sistemas complexos. Além disso, padrões têm sido reconhecidos como um importante meio de representar as abstrações que um projetista pode usar para favorecer uma melhor compreensão, qualidade e reutilização de um projeto de *software* complexo.

Uma técnica das mais simples, porém muito poderosa para aprimorar um projeto, é o uso de padrões quando possível, e seguir regras para realizá-los. A aplicação dessa técnica para um projeto existente é tediosa, pois requer encontrar todas as realizações desses padrões no projeto. Isso força analisar os diagramas elaborados no projeto para identificar essas possíveis realizações e, em seguida, aplicar

regras para aprimorá-las. A automação dessa tarefa é um elemento desejável para melhorar o trabalho do arquiteto de *software*. Este artigo mostra uma visão geral de um assistente automatizado para programadores e arquitetos de *softwares*, chamado de SAMOA (*Sistema de Apoio à Modelagem Orientada a Objetos de Aplicações*), que se confronta com o problema de automatizar o *refatoramento* de projetos existentes, que fazem uso de padrões de projeto, e propõe críticas para a melhoria do seu emprego (ROBBINS, 1998).

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, serão discutidos assistentes automatizados de produção de *software*. Na seção 3, será introduzido um metamodelo adotado para representar padrões de projeto e a seção 4 introduz a arquitetura do SAMOA. Na seção 5, será discutido um *framework* para detecção de padrões de projeto adotado pelo SAMOA. Na seção 6, um estudo de caso será exibido. Na seção 7, trabalhos relacionados estarão destacados e concluiremos comentando a importância da ferramenta proposta na seção 8.

2. ASSISTENTES AUTOMATIZADOS

Assistentes automatizados para o desenvolvimento de *software* são considerados ferramentas valiosas na engenharia de *software*. Uma categoria desses assistentes pode ser classificada como *sistemas de críticas* que provêm críticas sobre artefatos existentes para melhorar a sua utilização, baseando-se na análise dos artefatos em desenvolvimento e sugerindo melhorias baseadas em regras já predefinidas.

Padrões de projeto podem ser usados para descrever um sistema de *software* complexo em termos de uma abstração em mais alto nível do que classes, objetos e mensagens, mostrando situações típicas de componentes de soluções para sistemas de *software*. Contudo, pouquíssimos assistentes automatizados empregam padrões como abstrações básicas para projeto e engenharia reversa, embora esses

padrões derivem de uma experiência concreta. Num projeto, um engenheiro de *software* pode encontrar uma solução de projeto similar a um padrão sem notar a semelhança. Também apenas a experiência pode encaminhar o engenheiro ao uso de padrões, e regras sobre onde utilizar um padrão particular não são, geralmente, triviais. Essas características sugerem que os engenheiros possam se beneficiar de um assistente automatizado capaz de criticar seus projetos em relação ao uso de padrões de projeto.

O SAMOA é um sistema crítico para trabalhar numa interação direta com o arquiteto de *software* e propor críticas a padrões específicos - subconjunto dos padrões identificados pela GoF – *Gang of Four* (GAMMA, 1995). Essa tarefa é executada através da detecção das realizações de padrões, num projeto em construção descrito em UML (BOOCH, 2000), com apresentação de um conjunto de críticas visando à sua melhoria. O SAMOA poderá receber dois tipos de entradas: a primeira é um diagrama de classes em UML exportado no formato XMI; a segunda, num processo de engenharia reversa, arquivos gerados a partir de códigos fontes em Java (JAVA). Sobre ambas entradas, será realizado um trabalho de detecção de realização de padrões de projeto. Se as informações necessárias para detectar um padrão podem ser obtidas de um diagrama, chamaremos esse padrão de “*detectável*”. Alguns padrões estão fora dessa categoria, pois não estão completamente definidos em termos de classes, objetos e interações, e os chamaremos de “*não detectáveis*”. Esse é o caso, por exemplo, de padrões como o *Facade* ou o *Interpreter* (GAMMA, 1995). Estes são caracterizados pelo seu papel num projeto inteiro e não pelas suas estruturas, portanto sua detecção automática requer uma compreensão mais aprofundada do modelo e, atualmente, nenhum sistema capaz de desempenhar essa atividade está disponível. Neste trabalho nos deteremos aos padrões detectáveis.

Quando a realização de um padrão é detectada, o SAMOA verifica regras a serem aplicadas a determinados padrões, para

selecionar um conjunto de críticas visando à melhoria dessas realizações. Essas críticas são direcionadas para melhoria do uso de padrões de projeto, sugerindo:

- nome para classes, atributos e operações: por exemplo, o nome de um *factory method* no padrão *Factory Method* deverá ter o sufixo *Factory*;
- escopo para operações: por exemplo, métodos *hook* no padrão *Template Method* devem ser declarados *protected*;
- operações que serão provavelmente perigosas para reutilização, tais como prover um acesso direto ao *subject* de um objeto *proxy* no padrão *Proxy*;
- técnicas que podem ser usadas para resolver problemas de projetos: por exemplo, o padrão *Iterator* pode ser usado para acessar componentes de um objeto *composite* no padrão *Composite*.

As regras, para realizar críticas sobre as realizações de padrões encontrados, são especificadas em uma linguagem lógica orientada a objetos e formam o conjunto de conhecimento base do SAMOA. A ajuda que esse sistema poderá prover ao engenheiro não está limitada ao propósito de regras para estabelecer críticas aos padrões empregados. A detecção automática de padrões, num modelo ou classes *Java*, pode representar uma valiosa ferramenta para verificar a coerência entre o projeto concreto e as intenções do engenheiro. O usuário poderá fornecer qualquer conjunto de classes *Java* ou diagrama ao SAMOA, para este inferir conhecimento em relação à realização de padrões. A discrepância entre o resultado desse processo e as intenções do engenheiro pode ter as seguintes conseqüências:

- probabilidade de o projeto conter algum erro se o engenheiro quiser empregar um

padrão, mas este não puder ser detectado;

- detecção de um padrão onde o engenheiro não planejou usá-lo, induz a uma melhor compreensão e documentação do projeto.

O sistema também auxilia na instanciação de padrões do GoF, assim como na geração de código, em *Java*, de tais padrões.

3. VISÃO GERAL DO METAMODELO

Técnicas baseadas em metamodelagem consistem em definir um conjunto de meta-entidades para descrever as entidades do modelo. A descrição de um *design pattern* é obtida pela composição dessas meta-entidades. Essa composição segue regras semânticas, fixadas pelos relacionamentos entre meta-entidades. Desse ponto de vista, metamodelagem é um meio para formalizar padrões.

Um metamodelo padrão não captura o que é um padrão no geral, mas como ele é usado em um ou vários casos específicos (AMIOT, 2001), por exemplo, na aplicação, validação, representação estrutural etc. Um metamodelo padrão nunca “produz” padrões, mas sim modelos de padrões.

O metamodelo incorpora um conjunto de entidades e regras de interação entre eles. Todas as entidades necessárias para descrever a estrutura e o comportamento dos padrões de projeto introduzidos por GAMMA (1995) são representadas. A figura 1 mostra o metamodelo baseado em fragmentos elaborado por MEIJERS (1997) e adotado nesta pesquisa pela facilidade de geração de código, que é um dos focos do SAMOA. Esse metamodelo de padrão é uma instância da classe *Pattern*. Ela consiste de uma coleção de entidades (instâncias de *PEntity*), representando a noção de participantes como definidas por GAMMA (1995). Cada entidade contém uma coleção de elementos

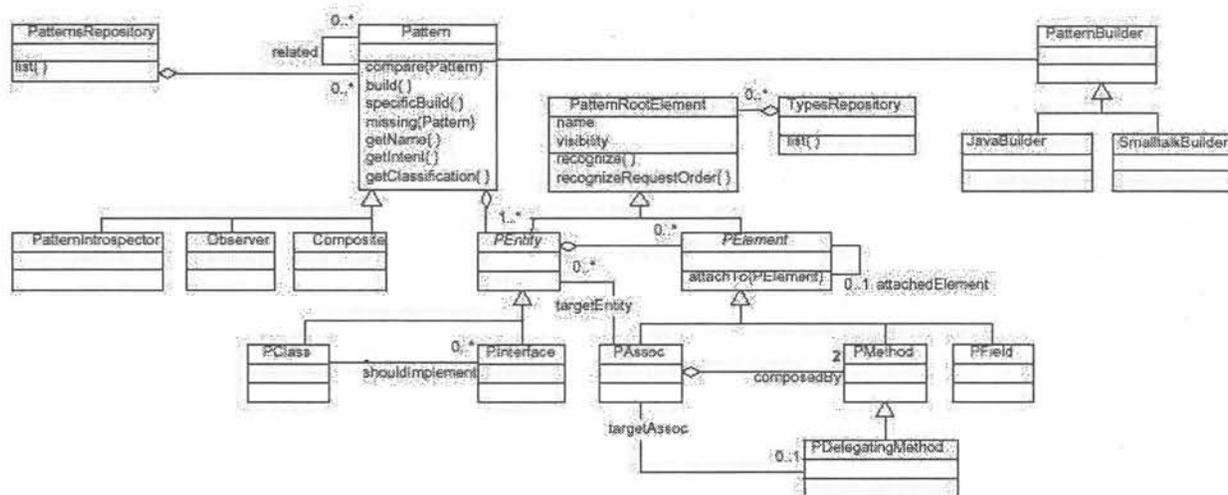


Figura 1 - Um diagrama simplificado de classes do metamodelo

(instâncias de *PElement*), representando os diferentes relacionamentos entre entidades. Se necessário, novas entidades ou elementos podem ser adicionados pela especialização das classes *PEntity* ou *PElement*.

O metamodelo define a semântica dos padrões. Um padrão é composto de uma ou mais classes ou interfaces, instâncias de *PClass* e *PInterface* (subclasses de *PEntity*). Uma instância de *PEntity* contém métodos e atributos, instâncias de *PMethod* e *PField*. Uma associação (classe *PAssoc*) diz respeito a uma *PEntity* que referencia outra *PEntity*. Por exemplo, uma associação estabelecida entre uma classe *B* e uma classe *A* é definida usando duas instâncias da classe *PClass*, *A* e *B*, e uma instância da classe *PAssoc* entre *A* e *B*.

4. ARQUITETURA DO SISTEMA

O projeto do SAMOA é composto por quatro módulos:

- módulo de entrada – recebe um diagrama de classes UML corrente, editado numa ferramenta CASE, e exportado no formato XML. Com isso, o SAMOA fica independente de qualquer ferramenta, e o uso de XML irá prover uma interoperabilidade entre o SAMOA e qualquer editor de diagramas UML. Uma

vez recuperado o modelo, este será mapeado para uma representação padrão baseada no modelo proposto por MEIJERS (1997) que foi implementado por PATTERNSBOX em 2000 (ver seção 5). Alternativamente, em um processo de engenharia reversa, o SAMOA poderá receber como entrada arquivos fonte em Java, também com o intuito de mapeá-los para uma representação padrão;

- detecção da realização de padrões de projeto - uma vez que as entradas foram mapeadas para uma representação padrão, inicia-se um processo de detecção de padrões de projeto. Desde que os padrões encontram-se armazenados num repositório, seguindo o modelo proposto por MEIJERS (1997), desencadeia-se um processo de fragmentação das entradas do sistema e um processo de introspecção é iniciado. Existe hoje um *framework* chamado *PatternsBox* (PATTERNSBOX,2000), que implementou todo o metamodelo de MEIJERS e realiza a detecção de padrões de projeto. Esse *framework* está conectado ao SAMOA para auxiliar a realização desse módulo;
- geração de críticas sobre a aplicação dos

padrões – uma vez que os padrões foram detectados, inicia-se um processo de inferência de conhecimento sobre eles, visando estabelecer críticas sobre a má utilização dos padrões (ver seção 2) e provendo sugestões para sua melhoria. Um conjunto de críticas, associadas aos padrões de projeto, já estará armazenado numa base lógica de conhecimento, tendo suas regras especificadas na linguagem lógica, a fim de utilizar os seus recursos para representar informações orientadas a objetos que esta dispõe (KIFER, 1995). Quando um padrão for detectado, esse será repassado para a base de conhecimento; esta listará, como saída, algumas críticas ao usuário sobre o mau uso do respectivo padrão;

- *instanciação* e geração de código – o SAMOA não só funcionará como um processo de detecção e geração de críticas sobre empregos de padrões de projeto. Os padrões poderão ser *instanciados*, desde que estejam definidos no repositório de padrões, e em seguida terão seu código fonte gerado em Java.

- Tradutor XMI: extrai as informações contidas no formato XMI, mapeando-os para classes Java e em seguida as repassa para o PatternsBox.
- PatternsBox (ver seção 5).
- Processador de críticas: os padrões de projeto detectados pelo PatternsBox são passados ao Processador de críticas. Em seguida, esse módulo comunica-se com a base lógica no intuito de inferir críticas aos padrões encontrados. Tal processador enviará consultas em uma linguagem lógica para a base de conhecimento.
- Base lógica de dados: contém um conjunto de possíveis críticas relacionadas a uma má realização de um determinado padrão.
- Repositório de padrões de projeto: contém a definição dos padrões de projeto detectáveis.
- Instanciador: permite que o usuário *instancie* um padrão de projeto qualquer, desde que este esteja definido no repositório de padrões de projeto, gerando seu código fonte em Java.

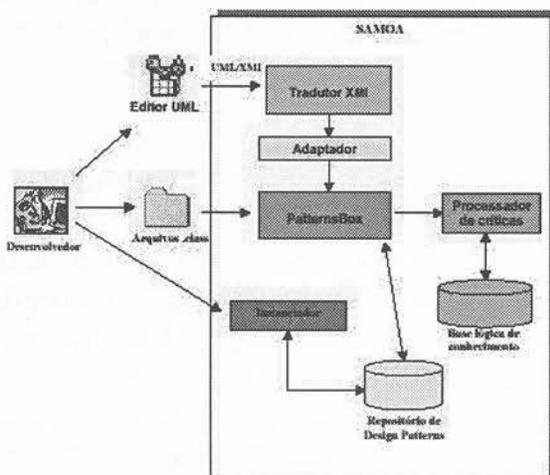


Figura 2 - arquitetura geral do SAMOA

Mostramos, na Figura 2 a arquitetura geral do SAMOA. Componentes do sistema:

5. PATTERNSBOX

Foi desenvolvido por Hervé Albin-Almiot, da École des Mines de Nantes (França), um *framework* que implementou o metamodelo proposto por MEIJERS (1997), visando à detecção de padrões de projeto (PATTERNSBOX,2000).

Seu sistema de detecção é projetado para analisar arquivos fonte Java.

A detecção é baseada principalmente na informação estrutural de um padrão de projeto (seu *template*). Em seguida utiliza um repositório que possui todos os constituintes de um padrão (elementos e entidades). Esse repositório, instância da classe *TypesRepository* (figura 1), contém todos os *PEntities* e *PElements*

definidos por GAMMA (1995).

A detecção é decomposta em dois passos:

- (a) a classe *PatternInspector*, encarregada de realizar a detecção, submete todos os elementos sintáticos (classes, interfaces, métodos...) encontrados no código fonte do usuário e os armazena no *TypesRepository*. O *PatternInspector* constrói um modelo concreto que representa o código do usuário contendo apenas constituintes definidos no metamodelo. Finalmente, ele solicita cada modelo abstrato encontrado no *PatternsRepository* para determinar quais padrões foram detectados.
- (b) Cada modelo abstrato é examinado e são determinadas quais entidades (instâncias de *PEntity*) do modelo submetido podem ser associadas a diferentes papéis. Devem ser consideradas heranças e associações, e o modelo deve conter todas as entidades descritas no modelo abstrato.

6. ESTUDO DE CASO

Para elucidar um dos funcionamentos do SAMOA, realizaremos o seguinte estudo de caso que trata da detecção da utilização do padrão *Composite*, num diagrama de classe UML. Seja o seguinte diagrama de classe, editado numa ferramenta CASE:

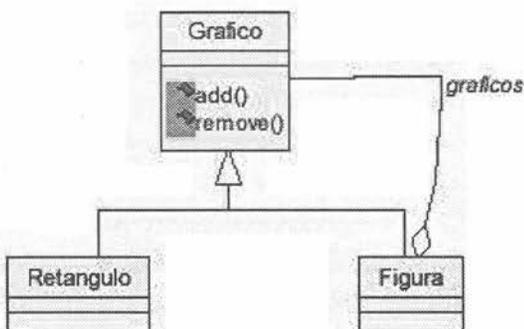


Figura 3 - Realização do padrão Composite

Agora suponha que o projetista deseja saber se ele está fazendo uso correto do padrão Composite. Ele exportará o modelo no formato XMI para entrada no SAMOA. Este realizará a detecção de padrões de projeto no modelo fornecido e efetuará um conjunto de críticas, caso haja, sobre ele. O sistema então irá fornecer a seguinte saída:

Padrões detectados		Críticas listadas
Composite		
Gráfico	Component	1. Não colocar a referência para o filho em Gráfico 2. Considerar inserir o método <code>getGráficos</code> em <code>Figura</code> . 3. Considerar o uso do padrão <code>Iterator</code> para acessar os objetos "Gráfico" em <code>Figura</code> . 4. Em <code>Gráfico</code> deverão ser definidas tantas operações e para <code>Retângulo</code> e <code>Figura</code> quanto possível.
Retângulo	Leaf	
Figura	Composite	

Figura 4 - Algumas críticas selecionadas sobre o modelo da fig. 3

A saída fornecida e ilustrada, na figura 4, é a mesma tanto para as entradas no formato UML/XMI quanto para os arquivos em fontes *Java*.

Note que, no caso de um processo de reengenharia, fica difícil para o engenheiro inferir conhecimento de um conjunto de classes em fontes *Java*. Ele não tem uma visão estrutural, mas sim um conjunto de caracteres Unicode armazenados em arquivos. Então, se ele desejar detectar a existência de padrões (a fim de obter um maior nível de conhecimento sobre isso), terá uma tarefa árdua, principalmente se o engenheiro quiser saber se existem algumas possíveis melhorias na utilização desses padrões.

7. TRABALHOS RELACIONADOS

Pouquíssimos trabalhos têm sido realizados no campo da detecção automática de padrões. E a maioria deles trabalha com processos de reengenharia.

Em KELLER (1999) está descrita uma análise estática para descobrir padrões de sistemas escritos em C++. O sistema PAT - Program Analysis Tool - (PRECHELT, 1998) detecta padrões estruturais pela extração de

informações de projeto nos cabeçalhos de arquivos C++ e os armazena em fatos Prolog. Os padrões são armazenados como regras e a pesquisa é feita pela execução de consultas Prolog.

Já em BROWN (1996) a detecção de padrões está restrita a sistemas escritos em Smalltalk. Um metamodelo para representar padrões de projeto num modelo OMT foi proposto por MEIJERS (1997). Já PATTERNSBOX (2000) realizou a implementação desse modelo em Java.

8. CONCLUSÃO

O uso de padrões de projeto é considerado fundamental para a produção de projetos de qualidade. E uma das técnicas para melhorar um projeto existente é pesquisar por todas as realizações de padrões, para a aplicação de regras a fim de melhorá-las. Tal técnica visa encontrar todas as realizações de padrões de projeto empregadas num projeto, sendo essa tarefa tediosa para o engenheiro. Esta pesquisa trata de uma ferramenta de assistência automatizada, para programadores e arquitetos de *software* e que introduz o SAMOA para uma orientação no uso correto de padrões de projeto. Esse sistema procura prover críticas sobre modelos UML, especificamente diagramas de classe ou arquivos fontes *Java*, sobre a realização dos padrões encontrados.

O coração do SAMOA é o módulo que automaticamente detecta a realização de padrões. O processo de realização de críticas inicia-se verificando um conjunto de regras com o intuito de testar se essa realização pode ser melhorada. Atualmente, o SAMOA está sendo projetado para reconhecer um subconjunto dos padrões do GoF (GAMMA, 1995).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIOT, H. A. and GUÉHÉNEUC, Y.G. *Meta-modeling design patterns: application to pattern detection and code synthesis*. ECOOP'2001.
- BOOCH, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I. *UML: Guia do usuário*. Editora Campus, 2000.
- BROWN, K. Design reverse engineering and automated design pattern detection in smalltalk. *Relatório técnico TR-96-07*, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1996.
- GAMMA, E. et al., J. *Design patterns: elements of reusable object-oriented Software*. Addison-Wesley, 1995.
- JAVA. Linguagem de programação orientada a objetos. Disponível em <http://java.sun.com>.
- KELLER, R. K. Et al. *Pattern-based reverse-engineering of design components*, ISCE, pág. 226-235, 1999.
- MEIJERS, M. *Tool support for object-oriented design patterns*, 1997. (Tese de Doutorado. Universidade de Utrecht).
- PATTERNSBOX. Framework disponível em <http://www.emn.fr/albin>.
- PRECHELT, L. and KRÄMER, C. *Functionality versus practicality: employing existing tools for recovering structural design pattern*, J.UCS, 1998.
- ROBBINS, J. E. Design critiquing systems. *Relatório técnico UCI-98-41*, University of California, 1998.

Para contato com os autores:

Edemberg Rocha da Silva
edemberg@yahoo.com

Ulrich Schiel
ulrich@dsc.ufpb.br

PROPOSTA DE GESTÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO A MÉDIO PORTE¹

Mario Sergio Cambraia

Professor e ex-coordenador da área de Eletrotécnica do CEFET-SP, professor da ETE Getúlio Vargas e Aristóteles Ferreira, professor e coordenador do curso de Mecatrônica da ETE Martin Luther King.

Diretor técnico da Instalart. Mestre em engenharia elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A iluminação pública é essencial para a qualidade de vida da comunidade. É de fundamental importância para o desenvolvimento social e econômico dos municípios e constitui-se num dos vetores importantes para a segurança pública dos centros urbanos no que se refere ao tráfego de veículos e de pedestres e à prevenção da criminalidade. Além disso, valoriza e ajuda a preservar o patrimônio urbano, embeleza o bem público, e propicia a utilização noturna de atividades como: lazer, comércio, cultura e outras. Assim, a importância deste trabalho para os municípios de pequeno a médio porte está no gerenciamento de todo o serviço da iluminação pública, no controle eficiente e na manutenção do parque instalado. Espera-se, assim que este trabalho seja de grande valia, não somente para os municípios interessados, mas também para o público em geral, como um meio de informação e uma nova proposta para a administração da iluminação pública.

Palavras-chave: iluminação, iluminação pública, gestão da iluminação pública.

The street lighting is essential for the quality of life of the community. It's extremely important for the social and economic development of the city and it's one of the keys for public security in the urban centers, regarding the vehicles and pedestrian traffic and criminal prevention. It valorizes and helps to preserve the urban asset, to decorate the public asset and to provide its nocturnal use for several activities, such as leisure, commerce, culture and others. So, the importance of this project for small and medium-sized towns is the management of all public street lighting services, with an efficient control of the installed power plant and its maintenance. I hope this project can have an important meaning, not only for the interested cities, but also for the community, as a resource of information and a new proposal for the street lighting administration.

Key words: lighting, street lighting, street lighting administration.

1. INTRODUÇÃO

A Iluminação Pública (IP) no Brasil corresponde a aproximadamente 7% da demanda nacional e a 3,5% do consumo total de energia elétrica. Estima-se que as redes de IP possuam cerca de 14,5 milhões de pontos e

totalizem uma potência instalada da ordem de 2.471 MW, equivalente a um consumo anual de 10.674 GWh/ano, segundo dados do último balanço energético da ELETROBRAS/PROCEL (2002) [4].

A figura 1.1 apresenta a distribuição dos percentuais dos pontos de IP por região no Brasil [4].

¹ Resumo de dissertação de mestrado, sob orientação da Profa. Dra. Eliane Aparecida Faria Amaral Fadigas.

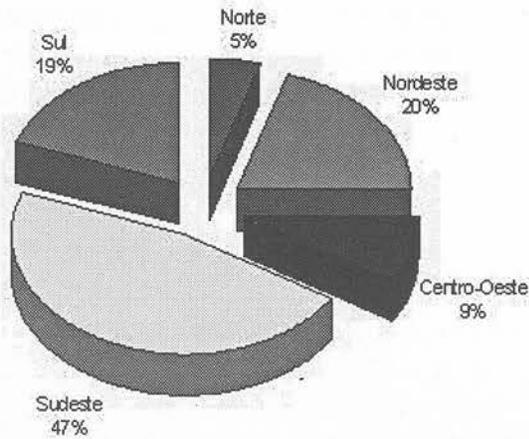


Figura 1.1 - Distribuição dos pontos de IP por região no Brasil

A cidade de São Paulo possui o maior acervo de IP do mundo, segundo a Secretaria de Vias Públicas de São Paulo, com 460.000 unidades de iluminação ou 525 mil lâmpadas espalhadas por 47 mil ruas, praças e avenidas. Esse acervo totaliza 15 mil km de ruas, com uma potência instalada de 141 MW, e média de consumo na ordem de 50 GWh/mês ou 590 GWh/ano. Cerca de 150 mil lâmpadas são trocadas a cada ano, seja pelo término da vida útil, seja por vandalismo ou por furto de tais lâmpadas. A operação e a manutenção desse sistema mobilizam 90 equipes, que hoje realizam cerca de 10.000 manutenções por mês [7].

2. ESTRUTURA BÁSICA DO MODELO DE GESTÃO DA IP

O modelo de gestão de IP foi desenvolvido com base na estruturação de um banco de dados.

A Figura 2.1 apresenta a estrutura básica do sistema de gestão da IP.

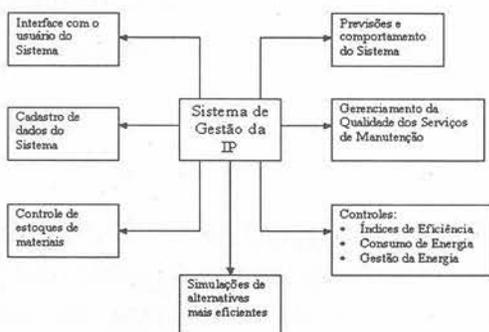


Figura 2.1 -Estrutura básica do Sistema de Gestão da IP

• Sistema de Gestão da IP

É um sistema capaz de gerenciar de forma eficiente toda a IP de um município de pequeno a médio porte.

• Cadastro de Dados do Sistema

Banco de dados capaz de registrar as características técnicas de um ponto de luz e também todo o cadastro dos componentes utilizados na IP.

• Interface com o Usuário do Sistema

Possibilita ao usuário ter acesso às informações contidas em todo o banco de dados.

• Previsões e Comportamento do Sistema

Possibilita realizar previsões de manutenções e detectar possíveis falhas dos componentes.

• Gerenciamento da Qualidade dos Serviços de Manutenção

Gerencia toda a manutenção corretiva, preventiva, preditiva e periódica de forma eficiente, buscando menores custos e máxima qualidade dos serviços.

• Controles: Índices de Eficiência, Consumo de Energia e Gestão da Energia

Permite exercer o controle do índice de eficiência, consumo e gastos com energia elétrica.

• Simulações de Alternativas Mais Eficientes

Possibilita realizar simulações, tais como substituições de lâmpadas ineficientes por outras mais eficientes, aumento ou redução do número de pontos de luz e outras alternativas visando conhecer o sistema e verificar os resultados das implementações de alternativas voltadas ao uso racional de energia elétrica.

- **Controle de estoques de materiais**

Permite controlar o estoque de materiais utilizados e a entrada e a saída desses materiais.

3. APLICAÇÃO DO SGE-MIP 1.0 NO SISTEMA DE IP DA CIDADE UNIVERSITÁRIA DA USP

Este capítulo demonstra a aplicação do SGE-MIP 1.0, como ferramenta de gestão para avaliar o sistema da IP da Cidade Universitária da USP.



Figura 3.1 -Tela de Abertura do SGE-MIP 1.0

O SGE-MIP 1.0 é um sistema de gestão da IP, desenvolvido com base na estruturação de um banco de dados, utilizando a ferramenta Access e rotinas de cálculos e simulações desenvolvidas em Visual Basic.

3.1 Cadastramento dos Pontos de Luz

Com o cadastramento dos pontos de luz da Cidade Universitária da USP (CUUSP) no SGE MIP 1.0, foi possível verificar e conhecer as características do sistema de iluminação pública da USP (SIPUSP) e, do ponto de vista gerencial, verificar as deficiências e propor soluções mais eficientes beneficiando a população usuária.

A figura 3.2 apresenta a tela de cadastro dos pontos de luz.

Código	Logradouro	Luminária	Poste	Uso
AH016AV074F001	Av. da Universidade	Luminária Pública Fechada (	Poste de Aço Simples (SP-11)	N
AH016AV074F002	Av. da Universidade	Luminária Pública Fechada (	Poste de Aço Simples (SP-11)	N
AH016AV074F003	Av. da Universidade	Luminária Pública Fechada (	Poste de Aço Simples (SP-11)	N
AH017AV074F004	Av. da Universidade	Luminária Pública Fechada (	Poste de Aço Simples (SP-11)	N
AH017AV074F005	Av. da Universidade	Luminária Pública Fechada (	Poste de Aço Simples (SP-11)	N
AH017AV074F006	Av. da Universidade	Luminária Pública Fechada (	Poste de Aço Simples (SP-11)	N

Código: AH016 AV074 F001

Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4	Posição 5	Posição 6	Posição 7	Posição 8
Lâmpada 1	Reator 1	Ignitor 1					
Lâmpada VSAP (400W)	Reator VSAP 400W	Ignitor VSAP 250.400W					

Luminária: Luminária Pública Fechada (LP11) - Pórtala
Uso: N
Tipo de Tarifa: B4s
Tensão(V): 220

Poste: Poste de Aço Simples (SP-11)
Altura: 20
Espaçamento: 30
Fam. de Alimentação: 1

Data: 09/04/2003
Observações:

Figura 3.2 - Tela de cadastramento de pontos de luz

• **Análise do Código dos Pontos de Luz**

Todo ponto de luz cadastrado no sistema recebe um número ou código identificador. Com o código do ponto de luz é possível:

- Localizar o ponto de luz dentro do mapa da região ou do mapa de cadastro.
- Identificar o tipo do logradouro (Ex.: avenida, rua, praça, etc.).
- Verificar o número seqüencial do ponto de luz de acordo com a ordem de instalação ou cadastro.

3.2 **Cálculo da Energia Consumida**

De acordo com a o Art. 60 da Resolução 456/2000, “para fins de faturamento de energia elétrica destinada à iluminação pública ou iluminação de vias de condomínios fechados, será de 360 (trezentos e sessenta) o número de horas a ser considerado como tempo de consumo mensal, ressalvado o caso de logradouros públicos que necessitem iluminação permanente, em que o tempo será de 24 (vinte e quatro horas)”.

3.3 Análise do Relatório de Fechamento Mensal

O sistema SGE MIP 1.0 emite no início de cada mês, o relatório de fechamento mensal referente ao mês anterior.

A figura 3.3 apresenta a tela com os dados de fechamento mensal referente ao mês de abril de 2003.

The screenshot shows a software window titled "Fechamento mensal" with a standard Windows-style title bar. The interface includes input fields for "Ano" (2003) and "Mês" (abril), along with "Salvar" and "Sair" buttons. Below these are several rows of data, each with a label, a numerical value in a text box, and a unit. A "Atualizar campos" button is located below the main data section. The data is as follows:

Item	Valor	Unidade
Consumo (kWh)	290606,76	
Pontos cadastrados	1651	
Despesas com energia	36.195,07	R\$
ICMS	18	%
Total desp. energia	44.140,33	R\$
	14.713,44	US\$
Despesas com manutenção	84,69	R\$
	28,23	US\$
Despesas administrativas	10.000,00	R\$
	3.333,33	US\$
Equipamentos instalados	2.764.944,90	R\$
	921.648,30	US\$
Material em estoque	14.077,20	R\$
	4.692,40	US\$
Atualizar campos		
Eficiência do sistema	0,19	R\$/kWh
	0,06	US\$/kWh
Eficiência da manutenção	0,29	R\$/MWh
	0,10	US\$/MWh
Eficiência luminosa	109	lúmen/W
Eficiência do consumo	176,02	kWh/pto de luz

Figura 3.3 - Tela de fechamento mensal, mês abril de 2003

Resultados relacionados ao consumo de energia (Abril de 2003):	
Pontos cadastrados	1651
Consumo de energia mensal (kWh)	290.606,76
Valor da tarifa (R\$/kWh)	0,12455
Despesas com energia (R\$)	36.195,07
Despesas com energia e ICMS (R\$)	44.140,33

Resultado das despesas adicionais (Abril de 2003):	
Despesas de manutenção (R\$)	84,69*
Despesas de administração (R\$)	10.000,00**

* Foi simulado procedimento de manutenção para obter o valor acima (troca de lâmpada, reator e ignitor).

** Este valor foi adotado, pois a prefeitura da CUUSP não possui conhecimento desses valores.

Resultado do inventário mensal (Abril de 2003):	
Equipamentos instalados (R\$)	2.764.944,90
Materiais em estoque (R\$)	14.077,20

Os valores dos equipamentos instalados foram calculados com base nos preços dos SGE-MIP 1.0 (preço base 1º/3/2000 da ILUME). Os valores atuais praticados pela prefeitura da CUUSP, que são utilizados em concorrências públicas, portanto não puderam ser divulgados.

Quanto aos materiais em estoque, em função de falta de informações precisas, foram adotadas as quantidades. Os preços utilizados basearam-se nos valores cadastrados no SGE-MIP 1.0.

Resultado e avaliações dos índices de eficiência (Abril de 2003):	
Eficiência luminosa (lm/W)	109
Eficiência de sistema (R\$/kWh)	0,19
Eficiência da manutenção (R\$/MWh)	0,29
Eficiência do consumo (kWh/Pto.Luz)	176,02

Índice da Eficiência Luminosa:

O valor encontrado foi de 109 lm/W, que representa o índice médio da iluminação do SIPUSP. Comparando esses valores com os valores de eficiência luminosa apresentados na tabela 3.1, pode-se considerar que o índice médio de iluminação do SIPUSP está adequado, devido ao uso predominante de lâmpadas VSAP.

Tipo de Lâmpada	Eficiência Luminosa (lm/W)
Incandescente	10 a 15
Halógenas	15 a 25
Mista	20 a 35
Vapor de mercúrio	45 a 55
Fluorescente tubular	55 a 75
Fluorescente compacta	50 a 80
Vapor metálico	65 a 90
Vapor de sódio	80 a 140

Tabela 3.1 - Índice de eficiência luminosa

Fonte: Manual de Iluminação Eficiente [2]

Índice da Eficiência do Sistema:

Reflete os custos totais do sistema, despesas com energia elétrica consumida, considerando as tecnologias dos equipamentos utilizados, considera também as despesas com manutenção e administração. O valor encontrado foi de 0,19 R\$/kWh, sendo que esse valor deve ser acompanhado pelo administrador do sistema da IP, mês a mês, pois indica uma tendência de aumento ou de redução das despesas do sistema.

Índice da Eficiência da Manutenção:

Reflete os custos da manutenção pelo consumo de energia, considerando os materiais utilizados na reposição e as despesas dos serviços executados. O valor encontrado foi de 0,29 R\$/MWh e esse valor também deve ser

acompanhado mês a mês, pois indica uma tendência de aumento ou de redução das despesas com a manutenção.

Índice da Eficiência do Consumo:

Reflete o consumo de energia elétrica consumida pelo número de pontos de luz instalados. Considerando-se as tecnologias utilizadas, o valor encontrado foi de 176,02 kWh/Pto.luz. Esse valor também deve ser acompanhado mês a mês pelo administrador do sistema da IP, pois indica uma tendência de aumento ou de redução das despesas do sistema por ponto de luz.

3.4 Análise do Recurso de Simulação com Base no SIPUSP

Utilizando-se o recurso de simulação do SGE MIP 1.0, é possível avaliar os resultados da simulação de instalação de equipamentos mais eficientes em substituição aos ineficientes.

A figura 3.4 apresenta o cálculo do consumo de energia mensal para o recurso de simulação.

Quantidade	Tipo de Lâmpada	Potência(W)	Perdas	Uso	Tarifa	Consumo Wh	Consumo R\$
76	Lâmpada VSAP (400w)	400	56,00	N	B4a	12.476,16	1.553,91

Despesas com energia: 1.553,91 R\$
ICMS: 341,10 R\$
Total de despesas com energia: 1.895,01 R\$
Índice de eficiência luminosa: 125,00 lúmen/W
Índice de eficiência do consumo: 20,45 kWh/pto de luz
ICMS adotado (%): 18
 Permitir simulação

Figura 3.4 - Tela de Consumo/Simulação

Para este caso foi escolhido o projeto de modernização da Av. Prof. Luciano Gualberto, elaborado pela Prefeitura da Cidade Universitária da USP.

Situação Inicial:

Esta avenida possuía 22 postes de 20 m de altura (SP-11) com 4 pétalas, cada pétala com 8 lâmpadas de 400W de sódio.

Alternativa proposta:

Substituição de todo o conjunto dos 22 postes de 20 m de altura (SP-11) e luminárias atuais com 4 pétalas com 8 lâmpadas de 400W de sódio, num total de 79.552W, por 76 postes de 6 m de altura com luminárias de alto rendimento, cada luminária com 1 lâmpada de 400W de sódio, num total de 34.352W.

Resultados referentes à economia de energia e custos na avenida:		
	Situação inicial	Alternativa proposta
Consumo de energia mensal (kWh)	28.904	12.481
Valor da tarifa (R\$/kWh)	0,1245	0,1245
Despesa com energia (R\$)	3.598,52	1.553,91
Despesa com energia e ICMS (R\$)	4.388,44	1.895,01

A redução das despesas com a energia da avenida estudada é de 43,18 %.

3.5 Análise da Eficiência da Iluminância

Através deste recurso é possível verificar se o nível de iluminância de uma via pública está de acordo com o recomendado pela norma.

A figura 3.5 apresenta a tela de Cálculos da iluminância de um ponto da via pública.

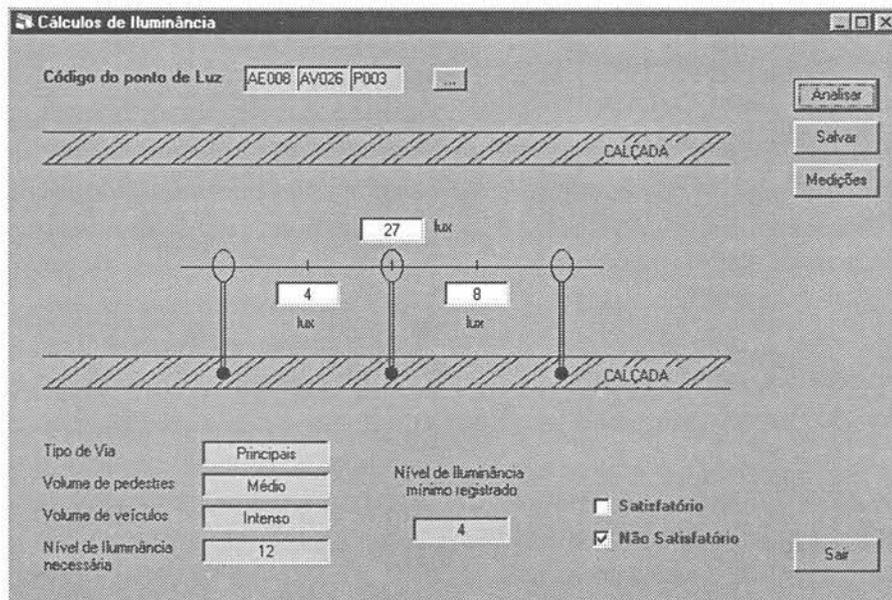


Figura 3.5 -Tela de Cálculos de iluminância na situação inicial

	Ponto de luz medido		
	à esquerda	em baixo	à direita
Situação inicial*	4	27	8
Alternativa proposta	13	41	14

Tabela 3.2 - Medições práticas de iluminância (em lux) em um ponto da avenida

* No ponto de luz escolhido, havia 3 lâmpadas queimadas, em decorrência das dificuldades de manutenção dos postes de 20 metros.

Na situação inicial, o valor mínimo medido foi de 4 lux e o mínimo necessário pela NBR 5101 é de 12 lux, portanto a situação não é satisfatória. Na alternativa proposta o valor mínimo medido foi de 15 lux. O mínimo necessário é de 12 lux; portanto a situação é satisfatória.

3.6 Análise da Eficiência dos Serviços de Manutenção:

Os serviços de manutenção podem ocorrer de várias maneiras, conforme:

- **Opção: Reclamações**
(Manutenção Corretiva)

O programa controla as reclamações sobre a IP, registrando a ocorrência (local, número do ponto de luz, tipo de reclamação e outras informações relevantes). O sistema possui recurso para emitir uma ordem de serviço via operador do sistema.

A ordem de serviço emitida é encaminhada para a execução da manutenção e a ordem de serviço é registrada no sistema.

- **Opção: Previsões**
(Manutenção Preventiva)

Todo o equipamento da IP é cadastrado com a data da instalação e sua vida útil. O programa analisa o banco de dados, verificando todos os equipamentos instalados e informa

através da tela de Previsões todos os equipamentos que estão com a vida útil vencida.

Com essas informações é possível decidir qual medida pode ser tomada com o intuito de otimizar custos de manutenção. É possível também, nesta opção, emitir ordem de serviço para manutenção preventiva.

A manutenção preventiva deverá realizar inspeção no local e definir sobre a troca ou não do equipamento. Caso o equipamento esteja em bom estado de conservação é alterado o prazo de vencimento da vida útil e, no caso das lâmpadas, elas deverão ser trocadas.

- **Opções: Inspeções**
(Manutenção Periódica)

O programa controla as inspeções ou rondas programadas na planta da IP. Durante as rondas nos locais programados, ao retornar à Central, as irregularidades são registradas no sistema e é emitida a ordem de serviço para conserto. Caso a própria ronda tenha efetuado o serviço, é emitida a ordem de serviço já com a execução tal feita. Toda informação originada nesta opção é guardada no banco de dados.

- **Opção: Serviços executados**
(Manutenção Preditiva)

O serviço de manutenção é feito pelas prefeituras, quando não depende de acordos estabelecidos entre as prefeituras e as concessionárias locais ou entre as prefeituras e as empresas prestadoras de serviços.

Após a execução da ordem de serviço pelo pessoal de manutenção, essa ordem retorna preenchida, informando os serviços executados e os materiais que foram utilizados.

O sistema, com os dados do atendimento digitado, calcula as despesas da ordem de serviço, utilizando as tabelas de serviços e os preços do cadastro dos equipamentos. Somando todos os itens, temos o custo do atendimento.

A figura 3.6 apresenta a tela de serviços executados, com base na reclamação apresentada.

Serviços Executados

Ordem de Serviço: 0503018

Ponto de Luz: AE009 | AV026 | P004 Data: 21/05/03 Executado em: 21/05/03
dd/mm/aaaa

Serviços cadastrados

Código	Descrição	Valor US\$
A008	Limpeza interna e externa do	5,76
A009	Limpeza interna e externa da	14,20
A010	Manobrar proteção de comando de	6,98
A011	Manobrar proteção de comando de	20,08

Listagem dos Serviços Executados

Código	Descrição	Valor US\$
A025	Substituição de lâmpada	5,76
A027	Substituição de reator e	22,00

Listagem de equipamentos trocados

Tipo	Descrição	Posição	Causa
Lâmpadas	Lâmpada VSAP (400W)	Posição 1	vandalismo

Equipamento a ser trocado: Lâmpadas Posição: Posição 1

Descrição: Lâmpada VSAP (400W) Causa provável: vandalismo

Novo equipamento: Lâmpada VSAP (400W)

Total de Despesas: 27,58 US\$

Data base: 01/05/02 Despesas em reais: 65,16 R\$

Botões: Salvar, Sair

Figura 3.6 - Tela de Serviços executados

O sistema é alimentado com as informações dos serviços executados e os materiais substituídos. Após o cadastro dos novos equipamentos instalados, o sistema atualiza os dados e a informação sobre a vida útil dos equipamentos.

A informação sobre a causa provável do defeito é utilizada no sistema para realizar o controle estatístico acerca de tais defeitos. Através do gráfico de manutenção anual as causas prováveis são identificadas e totalizadas na forma de porcentagem. O administrador do sistema, com essas informações, poderá adotar ações corretivas de causa provável do problema, diminuindo assim os gastos e o tempo de manutenção.

A figura 3.7 apresenta a tela de gráficos de manutenção, em que o sistema identifica as causas prováveis com base nas manutenções simuladas.

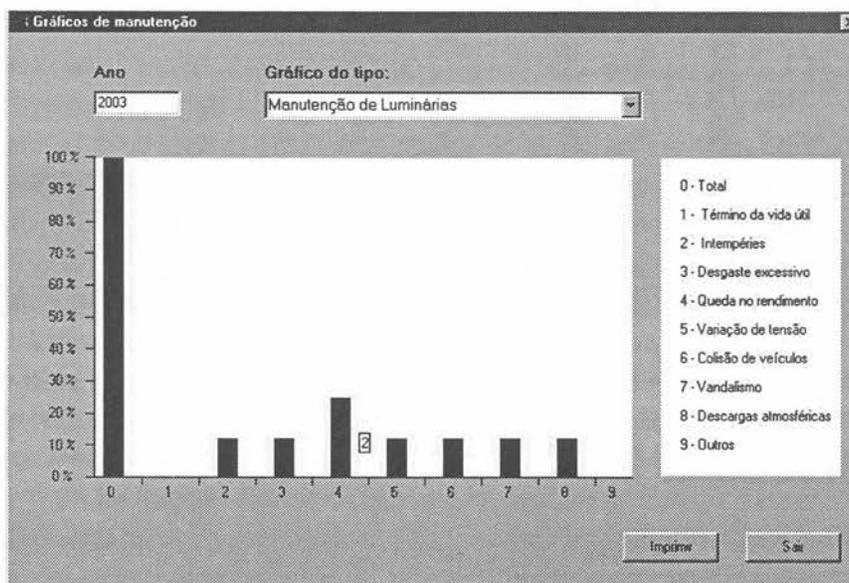


Figura 3.7 - Tela com gráficos de manutenção

- **Estoque de materiais**

Esta etapa visa analisar a necessidade de se realizar um controle de estoque dos materiais utilizados nos serviços de manutenção do SIPUSP.

No sistema de gestão da IP, o controle de estoque de materiais destinados à manutenção é vital, pois além de garantir os materiais para substituição, diminui a falta e a demora na prestação dos serviços. O controle de estoque auxilia também na compra de materiais e no inventário mensal.

3.7 Gráficos Emitidos

O SGE-MIP 1.0 fornece vários gráficos que auxiliam o acompanhamento das diversas grandezas do SIPUSP, tais como: consumo mensal (kWh), pontos de luz cadastrados, despesas com manutenção (R\$), despesas com administração (R\$), despesas com energia (R\$), equipamentos instalados (R\$), estoque (R\$), índice de eficiência do consumo (kWh/Pto.luz), índice de eficiência da manutenção (R\$/MWh), índice de eficiência do sistema (R\$/kWh), índice de eficiência luminosa (lúmen/W), durante o ano em estudo.

A figura 3.8 apresenta o gráfico de consumo mensal de energia (kWh), durante o ano de 2003.

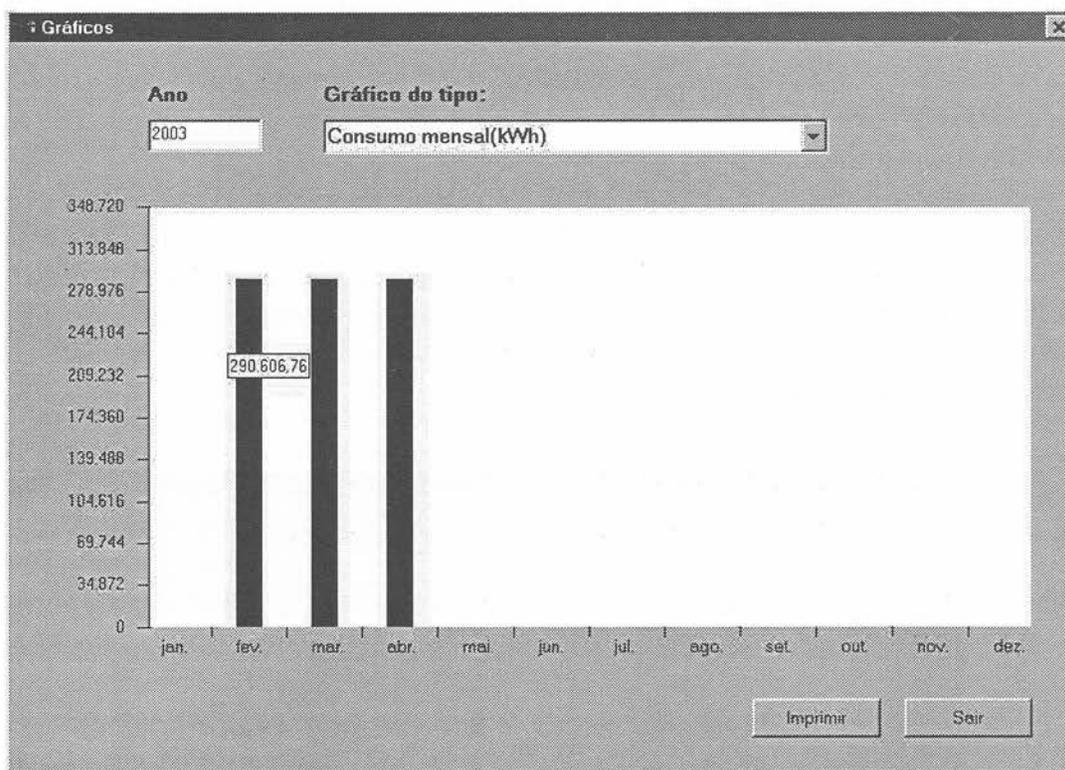


Figura 3.8 -Gráfico do consumo de energia (kWh) - 2003

3.8 Equipamentos Instalados

Foram considerados todos os pontos de luz ligados nos circuitos elétricos de IP, tais como: iluminação de jardins, fontes, ponto de ônibus, guaritas, estacionamentos e os postes de IP.

Com a conclusão do cadastro dos pontos de luz, o SGE MIP 1.0, foram identificados 1651 pontos de luz e 2650 lâmpadas instaladas no SIPUSP.

Num programa de gestão, esse recurso é muito útil, pois totaliza e separa os equipamentos por tipo e características, além de localizar sua instalação através do código. Isso possibilita obter, de um modo rápido e fácil, informações necessárias para um projeto futuro de modernização de uma parte do IP.

A figura 3.9 apresenta a tela dos equipamentos instalados, de acordo com o tipo do equipamento.

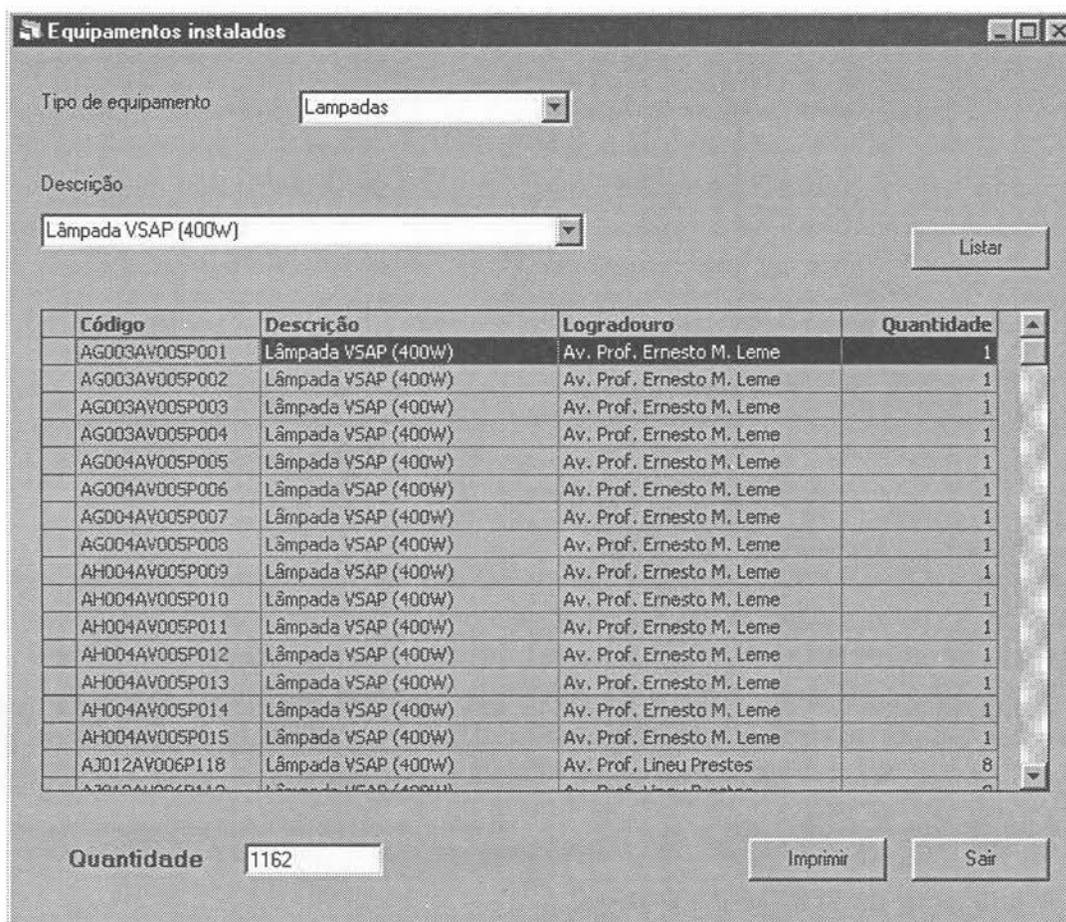


Figura 3.9 - Tela de Equipamentos instalados

3.9 Recurso de Localização

- **Mapa**

O SGE-MIP 1.0 fornece o mapa das vias públicas da CUUSP, o que possibilita a localização do código do ponto de luz, através das coordenadas inseridas no mapa.

Esta ferramenta do sistema é muito útil, pois ajuda a localizar mais rapidamente o ponto de luz dentro da CUUSP.

O mapa também possibilita uma aproximação dentro dos quatro quadrantes em que se encontra dividido.

A figura 3.10 fornece o mapa da CUUSP, com as coordenadas de localização.

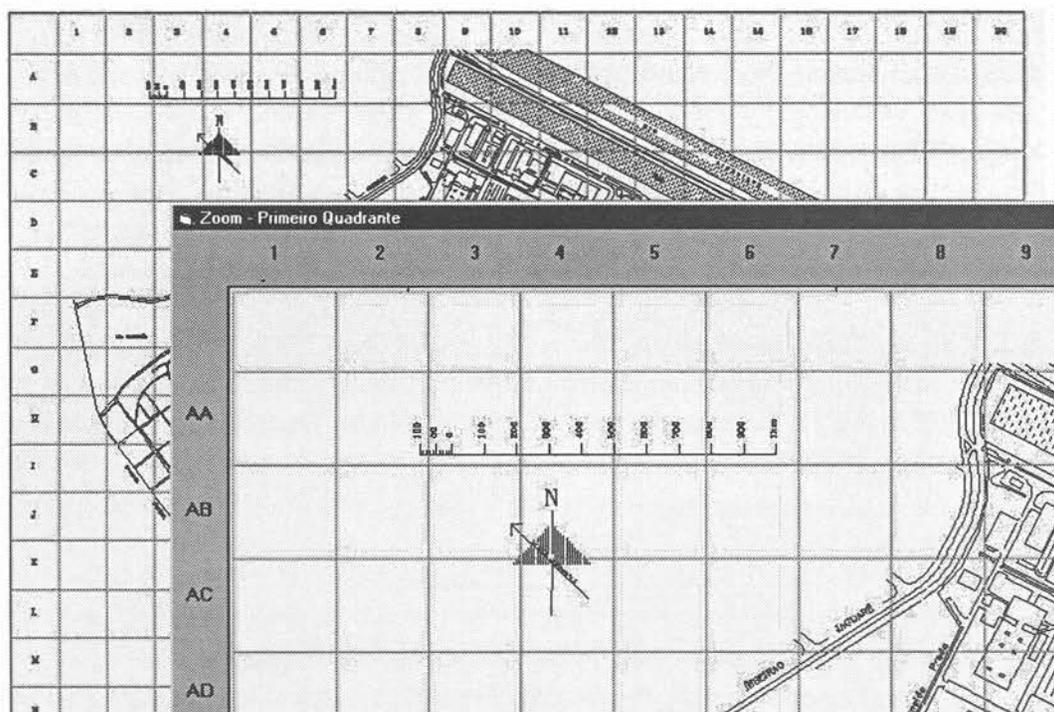


Figura 3.10 - Tela do mapa da Cidade Universitária da USP

4. CONCLUSÃO

4.1 Análise dos Resultados

A utilização do SGE MIP 1.0 como ferramenta de gestão da IP da CUUSP possibilita ao administrador do sistema ter uma visão geral da SIPUSP, fator importante para a sua tomada de decisões.

Com base nas informações cadastradas e na análise dos resultados obtidos, considera-se que o SIPUSP é eficiente. O índice encontrado de eficiência luminosa foi de 109 lm/W e esse bom nível luminoso é devido à predominância das lâmpadas VSAP.

Existem instaladas 519 lâmpadas VSAP 210W com ignitor interno e 279 lâmpadas VSAP 360W com ignitor interno. Essas lâmpadas possuem uma queda de luminosidade muito rápida, por serem instaladas nos reatores de VMAP. A melhor

solução para esse problema é a troca das lâmpadas com reatores. Quanto às lâmpadas VMAP ainda em uso, apesar da pequena quantidade existente, é recomendada também a sua substituição pelas lâmpadas VSAP.

4.2 Análise dos Objetivos Propostos

O produto final deste trabalho foi o de fornecer uma ferramenta de gestão da IP aos municípios, um sistema informatizado capaz de cadastrar todos os pontos de luz e seus equipamentos, as informações técnicas e sua localização georeferenciada, o que permite aos gerenciadores do processo localizar rapidamente cada ponto de luz e seus respectivos equipamentos. O sistema é capaz também de gerar relatórios técnicos, verificar os índices de eficiência do sistema e, fundamentalmente, monitorar os custos de consumo de energia

elétrica, controlando todo o serviço de manutenção do parque instalado.

4.3 Principais Conclusões

A principal conclusão deste trabalho é a que o setor de IP no Brasil, de modo geral, necessita de uma reestruturação. Propõe a regulamentação dos aspectos técnicos e econômicos com um recadastramento geral da IP dos municípios brasileiros, através de métodos e sistema de informática bem definidos, que venham ajudar a gestão eficiente de todo o parque instalado.

4.4 Recomendações

Quanto ao controle dos materiais de estoque, este trabalho tratou do assunto de um modo simplificado. No entanto, no SGE-MIP 1.0, é possível desenvolver um sistema de controle de estoque mais sofisticado, com códigos específicos para cada produto, localização de tal produto dentro das gôndolas, tempo de estada do material em estoque e outros.

Outro aspecto que pode ser incluído no sistema desenvolvido é a questão do controle da sucata ou dos materiais substituídos e descartados. De acordo com a ISO 14.000, as concessionárias e os municípios são os responsáveis por esses produtos na preservação do meio. Esses dejetos têm em sua composição materiais nobres, tais como: alumínio, cobre, ferro, vidro e outros que podem render verbas com sua reciclagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Resolução 456 de 19 de nov. 2000*. Brasília Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf>>. Acesso: 20 de nov. 2002.

- [2] BARBOSA, R.; ALMEIDA, J.G.P. *Manual de Iluminação Pública Eficiente*. IBAM-DUMA/ELETROBRÁS-PROCEL. Rio de Janeiro, 1998.
- [3] BARBOSA, Robson. *A gestão e o uso eficiente de energia nos sistemas de iluminação pública*. Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (IEE-USP, EPUSP, FEA-USP, IFUSP). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.
- [4] ELETROBRÁS/PROCEL. *Iluminação pública*. Rio de Janeiro Disponível em: <http://www.eletrabras.gov.br/procel/3.htm>>. Acesso: 5 de jan. 2002 e 21 de abr. 2003.
- [5] INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. *Publicações*. Rio de Janeiro Disponível em: <http://www.ibam.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>. Acesso: 5 de nov. 2002 e 20 de jan. 2003.
- [6] PREFEITURA DA CIDADE UNIVERSITÁRIA DE SÃO PAULO. *Iluminação pública*. São Paulo Disponível em: <<http://www.usp.br/pco/>>. Acesso: 20 de nov. 2002 e 14 de mai. 2003.
- [7] PREFEITURA DE SÃO PAULO/ILUME. *Iluminação pública*. São Paulo. Disponível em: <<http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/infraestruturaurbana/serviços/0002>>. Acesso: 21 de abr. 2003.
- [8] SENADO FEDERAL. *Constituição federal de 1988*. Brasília. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/bdtextual/const88/const88.htm>>. Acesso: 20 de nov. 2002.

Para contato com o autor:
cambraia@ifsp.edu.br

A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Siony da Silva

Professora do CEFET-SP e Mestre em Educação

Este artigo parte de um panorama resumido da evolução tecnológica e sua incorporação gradativa na sociedade, segundo o enfoque feito por Castells (1999) e discute com base nesse autor a Educação a Distância que emprega como recursos a tecnologia da comunicação e da informação. A discussão ressalta a importância do relacionamento humano e interativo, fonte dos processos sociais, e destaca alguns resultados que essa modalidade de educação pode trazer, tais como: autonomia discente, crescimento profissional e pessoal de alunos e professores e construção de um ambiente colaborativo, propício à aprendizagem em grupo.

Palavras-chave: educação a distância, tecnologia da informação, processo ensino-aprendizagem.

This article starts with a short overview of technological evolution and its gradual incorporation of society, according to Castell's approach (1999) and, based in this author, discusses Online Learning, that uses as its resources the technology of communication and information. This discussion emphasizes the importance of human and interactive relationship, sources of social processes, and highlights some results this kind of education can bring, such as: the student autonomy, professional and personal background acquired by the students and teachers and a cooperative environment building, appropriate to learning in groups.

Key words: online learning, information technology, teaching and learning process.

A revolução tecnológica está determinando novos conceitos de comunicação, facilitando o contato entre as pessoas, permitindo o acesso a uma grande quantidade de informações necessárias à tomada de decisão no mundo globalizado.

O tópico da revolução tecnológica deste artigo toma como referência básica o trabalho de Castells (1999) que faz uma análise da revolução tecnológica, destacando sua importância histórica, comparando o que esta revolução tem em comum com outros momentos da evolução humana, além de fazer uma caracterização do que vem a ser especificamente a revolução da tecnologia da informação.

Segundo Castells (1999, p. 49), estamos vivendo um dos raros intervalos da história cuja

característica é a transformação de nossa “... ‘cultura material’ pelos mecanismos de um novo paradigma tecnológico que se organiza em torno da tecnologia da informação”.

Segundo o mesmo autor, entre as tecnologias da informação destacam-se microeletrônica, *hardware*, *software*, telecomunicações, radiodifusão optoeletrônica e engenharia genética, que são rodeadas por avanços tecnológicos em relação às fontes de energia, aplicações em medicina, técnicas de produção, entre outras.

Essa revolução da tecnologia da informação não deve ser subestimada, e sim deve ser atribuída a mesma importância dada à revolução industrial, ocorrida no século XVIII, que induziu um “...padrão de descontinuidade

nas bases materiais da economia, sociedade e cultura". (CASTELLS, 1999, p.50)

Melvin Craizberg e Carroll Purssell, citados por Castells (1999, p.50), mostram que todas as revoluções são caracterizadas pela "penetrabilidade" ou seja, "...uma penetração em todos os domínios da atividade humana, não como fonte exógena de impacto, mas como o tecido em que essa atividade é exercida". O que caracteriza a revolução tecnológica atual é a aplicação dos conhecimentos e a informação para a geração de novos conhecimentos e dispositivos de comunicação/processamento que irão gerar novos conhecimentos e informação, aumentando portanto sua difusão a partir do momento em que os usuários se apropriam dela e a redefinem.

Outro aspecto da revolução tecnológica da informação citada por Castells é que quando comparada a seus antecessores históricos, observa-se que se disseminou rapidamente em vinte anos, começando a tomar forma a partir da década de 70, atingindo seu grande desenvolvimento na década de 90 com o progresso das redes de computadores.

Castells (1999) afirma que, para os historiadores, ocorreram pelo menos duas revoluções industriais: a primeira no final do século XVIII – caracterizada por novas tecnologias como máquina a vapor e fiadeira, bem como pela substituição das ferramentas manuais pelas máquinas – e a segunda, após aproximadamente cem anos, com o desenvolvimento da eletricidade, do motor de combustão interna e pelo início de novas tecnologias (telégrafo e telefone).

Segundo o autor, para que ocorra uma inovação tecnológica tem que existir todo um contexto, pois é a tecnologia que reflete o estágio de conhecimento, o ambiente institucional e industrial específico, a disponibilidade de pessoas com capacidade para definir e solucionar um problema técnico, a mentalidade econômica e a rede de pessoas que irão produzir e usar a tecnologia.

Castells cita que a transformação que as tecnologias causam na sociedade, segundo registros históricos parecem indicar, será tanto

mais rápida quanto mais próxima for a relação entre locais de inovação, produção e utilização.

O grande salto da tecnologia da informação para Castells (1999) ocorreu durante o período da Segunda Guerra Mundial e no período imediatamente seguinte, com as descobertas em eletrônica do primeiro computador eletrônico e do transistor, embora não possamos nos esquecer das tecnologias do telefone (1876), do rádio (1898) e da válvula (1906), mas foi na década de 70 que as novas tecnologias da informação difundiram-se amplamente, ocorrendo em 1971 a invenção do microprocessador *chip* por Ted Hoff, engenheiro da Intel; em 1975, por Ed Roberts, a construção do "Altair", base do Apple I e posteriormente em 1976 do Apple II, idealizado por Steve Wozniak e Steve Jobs. Devido ao grande sucesso do computador, em 1981 a IBM lança o PC (*Computer Personal*) e em 1984 surge o Macintosh da Apple, sendo o primeiro passo rumo aos computadores de fácil utilização, com tecnologia baseada em ícones e interfaces com o usuário.

O mesmo autor ainda afirma que, desde meados da década de 80, os microcomputadores atuam em rede graças ao desenvolvimento das telecomunicações (roteadores e comutadores eletrônicos "nós") e novas conexões (tecnologias de transmissão). A optoeletrônica (transmissão por fibra ótica e laser) e a capacidade de transmissão de pacotes digitais promoveram um aumento surpreendente da capacidade de linhas de transmissão. A radiodifusão (transmissão tradicional, direta via satélite, microondas, telefonia celular digital), cabos coaxiais e fibras óticas são tecnologias que vieram a favorecer a tecnologia da informação que estamos vivenciando. "*Cada grande avanço em um campo tecnológico específico amplifica os efeitos das tecnologias da informação conexas*". (CASTELLS, 1999, p. 63)

A primeira revolução da tecnologia da informação, segundo Castells, concentrou-se nos Estados Unidos, em especial na Califórnia na década de 70, sendo influenciada pelos progressos econômicos, institucionais e culturais das duas décadas anteriores, ocorrendo como

resultado mais da indução tecnológica do que da determinação social.

Embora quem tenha iniciado essa revolução tenha sido o Estado, estimulando e incentivando os projetos de pesquisa em vários países, se não houvesse a participação de empresários inovadores que deram início ao Vale do Silício ou clones do PC em Taiwan, seria pouco provável que existissem dispositivos tecnológicos flexíveis e descentralizados que estão se difundindo em todas as áreas de atividade humana. (CASTELLS, 1999)

Para Castells (1999, p. 78), os aspectos centrais do paradigma da tecnologia da informação são:

- informação como matéria-prima. Ou seja, são tecnologias para agir sobre a informação;
- penetrabilidade dos efeitos das novas tecnologias: como a informação é parte integral da atividade humana, quer seja individual ou socialmente, as tecnologias da informação moldam esse processo;
- lógica das redes: a morfologia das redes parece se adequar a essa nova estrutura de tecnologia da informação, caracterizada pela crescente complexidade de interação e pelos modelos imprevisíveis do desenvolvimento derivado do poder criativo dessa interação;
- flexibilidade: possibilidade de modificações e alterações dos componentes das organizações;
- convergência de tecnologias específicas para um sistema altamente integrado. Dessa forma, microeletrônica, telecomunicações e optoeletrônica ficam integradas no sistema de informação.

Essas novas tecnologias de comunicação e informação empregadas no ensino, segundo Castells (1999), têm a característica da penetrabilidade, ou seja, podem ser incorporadas

em todas as atividades exercidas pelo homem, permitem o acesso de grande parte da população a grandes centros tecnológicos, através de meios como a internet, redes de computadores, teleconferências, ou videoconferências, o que pode minimizar sensivelmente as barreiras geográficas, sem deixar de respeitar as características regionais, e sem perder o foco da universalização do saber. “*Ensinar e aprender são os desafios maiores que enfrentamos em todas as épocas e particularmente agora em que estamos pressionados pela transição do modelo de gestão industrial para o da informação e do conhecimento*”. (MORAN, 2001, p.12)

O emprego de novas tecnologias, segundo Assmann (2000), “*ampliam o potencial cognitivo do ser humano (seu cérebro e mente) e possibilitam mixagens complexas e cooperativas*”, estimulando tanto o aluno a ser autônomo, para conduzir o seu conhecimento no seu ritmo e conforme sua necessidade ou interesse, quanto o professor a se capacitar e conhecer novas técnicas do processo ensino/aprendizagem, pois a tecnologia envolve novos conceitos de comunicação, diferentes dos conhecidos em um ambiente de aula presencial.

A internet, ao ser utilizada como recurso educacional, modifica vários elementos presentes no processo ensino-aprendizagem, com relação à atuação do professor, da Instituição de ensino e do aluno.

O professor deverá refletir sobre o novo modelo didático, que deverá ser de caráter participativo, interativo e contextualizado (SAMPAIO; LEITE, 1999), sendo que a aula não estará mais limitada a um espaço de tempo determinado, tornando-se flexível em um espaço cibernético. Para que os objetivos do professor sejam atingidos, tal educador deverá conhecer as tecnologias e saber empregá-las de forma adequada às necessidades do perfil de alunos e do conteúdo que será ministrado nesse novo processo de aula não presencial.

Todos esses fatores geram insegurança no professor, pois, a grande maioria foi alfabetizada culturalmente através de textos e

com a utilização de novos recursos de comunicação e informática, o professor terá que realizar uma “*ruptura com suas raízes*” (YANES; AREA, 1998), aprendendo a interagir com esses recursos. No entanto os autores alertam que se deve evitar que ocorra tanto uma tecnofobia, como uma “*fascinação irreflexiva destas formas de magia cultural*”. Os novos recursos de comunicação e informação devem ser um meio de aprendizagem ativa e participativa, sendo necessário, portanto, que o professor receba a alfabetização tecnológica. Sampaio e Leite (1999, p. 75) definem a alfabetização tecnológica como:

...um conceito que envolve o domínio contínuo e crescente das tecnologias que estão na escola e na sociedade, mediante o relacionamento crítico com elas. Este domínio se traduz em uma percepção global do papel das tecnologias na organização do mundo atual e na capacidade do professor em lidar com as diversas tecnologias, interpretando sua linguagem e criando novas formas de expressão, além de distinguir como, quando e por que são importantes e devem ser utilizadas no processo educativo.

A instituição terá que investir em tecnologia e na atualização dos docentes e deverá possuir preferencialmente uma equipe que dê suporte e acompanhamento aos professores e aos alunos. Para tanto, Gomes, Pezei e Barcia (2001) destacam a necessidade de se elaborar com clareza uma abordagem educacional para todos envolvidos no projeto, conhecendo onde, por que e como chegar para que os esforços sejam direcionados a um objetivo comum, que é a aprendizagem do aluno.

O aluno terá que conhecer as ferramentas de comunicação, além de dispor da tecnologia para essa comunicação. Como o processo de Educação a Distância (EaD) pressupõe autonomia do aprendiz frente aos conteúdos estabelecidos, o aluno terá que ser autogestor do seu conhecimento, participando de forma ativa no curso com os elementos disponíveis de comunicação, além de ter autodisciplina e organização para realizar as tarefas solicitadas no tempo determinado pelo planejamento do

curso. Mas, para que essa aprendizagem ocorra, Moran (s/d) destaca a necessidade do aluno estar maduro, para que possa efetivamente

... incorporar a real significação que essa informação tem para ele, para incorporá-la vivencialmente, emocionalmente. Enquanto a informação não fizer parte do contexto pessoal intelectual e emocional – não se tornará verdadeiramente significativa, não será aprendida verdadeiramente.

A interação que professores e alunos fizerem com os meios, por si só, não definirá as potencialidades ou as limitações de um aprendizado. Para que o aprendizado ocorra em um ambiente que contemple novas tecnologias de informação e comunicação, devem-se analisar também os meios que são empregados, considerando o contexto de uma metodologia organizada com tecnologia, sem deixar de apontar a relevância do fator humano nessa comunicação.

A Ead é globalizante e integradora, não se referindo a produtos, mas sim a processos, métodos e técnicas, o que caracteriza seu papel de mediadora numa relação onde professor e alunos estão fisicamente separados. Daí a necessidade, a nível (sic) pedagógico de uma comunicação bidirecional mediatizada, através de tecnologias adequadas, objetivando a formação integral dos alunos, de forma que se transformem em construtores do seu próprio conhecimento e não em meros receptores de informações. (MARTINS et al, 2001)

Para o estabelecimento de um novo processo de aprendizagem bem sucedido, não basta apenas a técnica, mas também há a necessidade de que Instituição, professor e aluno, estejam engajados e imbuídos de um objetivo comum, e que a escola possa produzir, em conformidade com o meio em que está, novos conhecimentos, não sendo apenas uma preparação para o mercado. Haverá, assim, *uma sinergia entre competências, informações e novos saberes*”. (PRETTO, 2000)

A utilização da tecnologia na educação não nos deve encantar a ponto de torná-la um

elemento não construtivo e antidemocrático, pelo contrário, deve ser um elemento de crescimento individual e coletivo para uma sociedade mais justa e igualitária, pois conforme Pretto (1995) destaca, *“uma nova razão começa a ser gestada, baseada em outro ‘logos’, não mais operativo, mas que tem na globalidade e na integridade seus valores mais fundamentais”*, propiciando ao aluno atuar, refletir e responder ao aprendizado de forma consciente e colaborativa, não mais sendo um sujeito passivo e mero receptor de informação, mas participando de forma ativa de seu aprendizado.

É importante destacar a crítica que Demo (2000, p.149) faz ao “instrucionismo” como prática educacional.

Na aprendizagem não só se maneja conhecimento, como também se forja a habilidade emancipatória do ser humano, tornando-o capaz de sair da condição de massa de manobra. Daí não segue que somente aprendemos o que nos emancipa, porque a direção pode voltar-se pelas avessas, quando nos tornamos competentes na habilidade de imbecilizar os outros.

Cabe lembrar que não é a possibilidade gerada pelas novas tecnologias computacionais para interagir e compartilhar o saber que vai mudar o contexto de domínio dos que sabem mais sobre os que menos sabem. Continuamos na mesma necessidade, ou seja, é preciso que o educador se posicione e acredite no processo de aprendizagem que permita ao sujeito construir a própria história, conforme destaca Demo (2000, p.149), ao afirmar: *“como sempre, o sentido ético da aprendizagem não é algo apenas dado, mas necessita ser arduamente construído e reconstruído na sociedade”*

Portanto, o surgimento das novas tecnologias da informação e da comunicação, foi fruto do desenvolvimento progressivo da humanidade e tais tecnologias atualmente fazem parte de várias atividades profissionais, no mundo científico e no lazer, favorecendo a viabilização de negócios, eliminando distâncias e permitindo comunicações a qualquer tempo.

A utilização desses recursos, na

educação, é uma forma de fazer frente a este mundo em transformação, pois os recursos que podem ser disponibilizados como hipertexto, multimídia, mecanismos de comunicação, entre outros, facilitam o aprendizado, pois possibilitam a comunicação e a interação entre os participantes de um processo ensino-aprendizagem.

As conseqüências da utilização da tecnologia na educação podem ser:

- autonomia do aluno – o educando passa a elaborar seu próprio plano de aprendizagem, não mais através de uma estrutura fixa, mas sim através de uma estrutura sem linearidade, tornando-se agente ativo na construção do conhecimento;
- elaboração por parte do professor de um planejamento minucioso, prevendo, na medida do possível, as possibilidades de dúvidas que o aluno possa vir a ter no acompanhamento da tarefa, já que não haverá assistência presencial. O professor não mais será o “centro do saber”, mas um orientador do processo ensino-aprendizagem, realizando adequações na estrutura de curso, sempre que se fizer necessário, mediante as “pistas” fornecidas pelos alunos nas interações ocorridas;
- apoio do grupo na construção do conhecimento: a interação ocorrida entre os participantes do curso pode favorecer o estabelecimento de um ambiente de respeito e ajuda mútua na construção do conhecimento. Nesse aspecto, tanto professor como os alunos podem crescer profissional e pessoalmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, H. A. A metamorfose do aprender na sociedade da informação. In: *Revista*

- Ciência da Informação*, Brasília, v.29, n.2, p.7-15, 2000. Em: <http://www.ibict.br/cionline/290200/29020002.htm>. Acesso em: 7/2001.
- CASTELLS, M. *A sociedade em rede – a era da informação: economia, sociedade e cultura*. Vol 1. 5. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- DEMO, P. Teleducação e aprendizagem: busca da qualidade educativa da teleducação. In: PRETI, O. (org) *Educação a distância: construindo significados*. Cuiabá: NEAD/IE_UFMT; Brasília: Plano, 2000.
- GOMES, R. C. G., PEZZI, S., BARCIA, R. M. Tecnologia e andragogia: aliadas na Educação a distância. In: *VIII Congresso internacional de educação a distância*, Brasília, 2001. Em: <http://www.abed.org.br/> Acesso em: 8/2001.
- MARTINS, A. R. da et al. O suporte em educação a distância. In: *VIII Congresso internacional de ead*, Brasília, 2001. Em: <http://www.abed.org.br/congrsso2001>. Acesso em: 8/2001.
- MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação tecnológica*. 2. ed. São Paulo: Papirus, 2001, p.11-65.
- _____. *Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias - transformar as aulas em pesquisa e comunicação presencial virtual*. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/uber.htm>. Acesso em 6/2000.(s/d)
- PRETTO, N. L. Desafios da Educação na Sociedade do Conhecimento. In: *52ª reunião anual da SBPC*, Brasília, 2000. Em: <http://www.ufba.br/~Pretto/textos/sbpc2000.htm>. Acesso em: 9/2000.
- _____. A educação e as redes planetárias de comunicação. In: *Seminário preparatório sobre aspectos socioculturais da internet no Brasil*, Rio de Janeiro, 1995. Em: <http://www.alternex.com/~bresocius/t-pretto.html>. Acesso em: 7/2001.
- SAMPAIO, M. N.; LEITE, L. S. *Alfabetização tecnológica do professor*. Petrópolis: Vozes, 1999.
- YANES, J. G.; AREA, M. M. El final de las certezas. La formación del profesorado ante la cultura digital. In: *Revista de Educación y Medios*, n. 10., 1998. Em: <http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/documento13.htm>. Acesso em: 9/2001.

AGRADECIMENTO

À Prof^a Dr^a Maria Helena Palma de Oliveira (Uniban) pelo apoio na redação deste primeiro artigo.

Para contato com a autora:

siony.silva@gmail.com

EDUCAÇÃO, CINEMA E CIDADANIA
Relatos de uma experiência em um Projeto no Ensino Médio tendo o filme
***A cor da fúria* como motivador de discussões sobre o racismo**

Renata Plaza Teixeira
Mestra e Doutoranda em Psicologia pela USP

Ricardo Roberto Plaza Teixeira
Doutor em Ciências pela USP e Professor de Física do CEFET-SP

*Existem muitas possibilidades de aprofundar discussões em sala-de-aula a respeito do racismo. O cinema certamente oferece grandes possibilidades se o objetivo for buscar desvendar as causas do racismo para melhor lutar contra ele. Neste artigo apresentamos algumas reflexões acerca de um trabalho pedagógico desenvolvido com alunos do Ensino Médio do CEFET-SP em 2003, utilizando o filme *A cor da fúria*, com o intuito de provocar em tais alunos uma reflexão mais profunda acerca das razões do racismo. O filme é uma ficção na qual os papéis na sociedade aparecem de forma invertida: os negros ocupam o papel de dominadores e os brancos, o de dominados. O trabalho foi feito no espaço curricular de duas disciplinas-projeto que têm como temas centrais a História, a Ciência e a Cultura.*

Palavras-chave: educação, racismo, preconceito, história, psicologia, cinema, projeto.

*There are many ways to deepen the debate about racism inside the classroom. The cinema certainly offers a wide variety of important possibilities if the objective is to try to find out the causes of racism in order to better fight it. We present in this paper some reflections on a pedagogical work developed with high school students from CEFET in 2003, using the film *White Man's Burden* (the title in Portuguese is *A cor da fúria*) to stimulate them to discuss the reasons of racism more deeply. The fictional plot of the film includes a society in which the roles are reversed, with black people being the dominators, and white people being dominated by them. The work presented here was carried out in the curricular space of two project-disciplines that have History, Science, and Culture as their central themes.*

Key words: education, racism, prejudice, history, psychology, cinema, project.

**1. PRECONCEITO,
VIOLÊNCIA E EDUCAÇÃO –
UMA INTRODUÇÃO**

Deparamo-nos freqüentemente com o preconceito. Muitas vezes, ele se encontra dentro de nós mesmos, sendo mais fácil, no entanto, reconhecê-lo no outro (Otta e Bussab, 1998). É uma questão relacionada com o indivíduo e com a sociedade, podendo portanto ser

analisada tanto a partir do ponto de vista psicológico quanto a partir da dinâmica social.

Segundo José Leon Crochik (1997), “o preconceito diz mais respeito às necessidades do preconceituoso do que às características de seus objetos”. Crochik cita “O ego e o id”, de Freud (1976a), para quem o temor ao estranho, ao desconhecido, é menos produto daquilo que desconhecemos do que daquilo que não queremos e não podemos reconhecer em nós

mesmos por intermédio dos outros. Freud também aborda essa temática do estranho em outro texto (1976b), no qual afirma que “esse estranho não é nada novo, ou alheio, porém algo que é familiar e há muito estabelecido na mente, e que somente se alienou desta através do processo da repressão”.

Para Miriam Chnaiderman (Schwarcz e Queiroz, 1996), no texto “Racismo, o estranhamento familiar: uma abordagem psicanalítica”, o racismo não tem a ver com a diferença, mas com a transformação do diferente no mesmo: “A meu ver, o racismo não tem a ver com a questão das diferenças. O que leva ao racismo não parece ser a incapacidade para suportar a diferença; muito pelo contrário, o que leva ao racismo, o que exaspera alguém até torná-lo racista, é ver o diferente tornar-se o mesmo. Ou seja, é ver o outro como muito parecido, e por isso sentir-se ameaçado na sua identidade”.

Ora, se o medo do desconhecido diz respeito ao temor de encontrar no outro aquilo que não queremos admitir dentro de nós mesmos, então a aproximação do estranho, ou, segundo Chnaiderman, a transformação do estranho no familiar, parece acirrar esse temor, por aumentar a visibilidade daquilo que se deseja manter na opacidade. Talvez pudéssemos dizer que se trata de um medo de si mesmo.

Na mesma direção, Nogueira (2003) define o racismo como sendo a “expressão violenta da diferença, que parte da desconstrução e portanto da eliminação do outro, baseado na suposta inferioridade de certas etnias”.

Crochik (1997) e Chnaiderman (Schwarcz e Queiroz, 1996) relacionam a questão do racismo com essa abordagem psicanalítica, mais especificamente freudiana, da familiaridade do estranho. Para Chnaiderman, ao tornar-se igual, o diferente ameaçaria a identidade do outro. Para Crochik, teme-se reconhecer no outro algo que diz respeito a si mesmo.

De qualquer forma, constatamos que o diferente parece provocar uma reação. Seria essa reação inata ou adquirida? E o preconceito? Seria da mesma ordem da aversão ao diferente? Seria

o preconceito adquirido ou inato?

Costa (1986) fala da “violência racista” ao discorrer a respeito da violência do branco contra o negro: “A violência racista do branco é exercida, antes de mais nada, pela impiedosa tendência a destruir a identidade do sujeito negro”. Sem dúvida, somos frequentemente testemunhas de comportamentos agressivos de caráter racista, agressividade essa que tanto pode ser física quanto verbal. Às vezes, configura-se até mesmo na forma do silêncio, da omissão. Johnson (1979) menciona a ritualização da agressão humana por meio da linguagem: “muito da agressão humana é ritualizada por sinais visuais ou outros sinais, dos quais o mais importante é a linguagem. Utilizamos a linguagem para expressar qualquer coisa desde o sarcasmo até a obscenidade, e até o silêncio pode ser devastador”. A falta de solidariedade, por preconceito racial, diante de um ser humano que sofre e necessita de ajuda, por exemplo, pode ser sentida como sendo extremamente agressiva.

O comportamento agressivo é multideterminado (Eibl-Eibesfeldt, 1970; Johnson, 1979). Estabelecer uma única causa a ele constitui uma falácia. A agressividade, ao que tudo indica, possui um componente inato, mas também pode ser socialmente determinada. E um dos disparadores sociais do comportamento agressivo é justamente o preconceito, que, segundo Queiroz (1997), Crochik (1997) e Johnson (1979), não é inato. Para Queiroz (1997), “os seres humanos não nascem preconceituosos, ou seja, o preconceito não é um fenômeno natural, instintivo ou inevitável”. Crochick (1997) também afirma que o preconceito não é inato e, portanto, “a criança pode, de fato, perceber que o outro é diferente dela, sem que isso impeça o seu relacionamento com ele. Contudo, essa percepção é dificultada, pois é sob a forma de ameaça que o preconceito é introjetado”. Segundo Nogueira (2003), o racismo é a “expressão violenta da diferença, que parte da desconstrução e portanto da eliminação do outro, baseado na suposta inferioridade de certas etnias”.

Sendo o preconceito uma construção

social, qual o caminho para desconstruí-lo? Freud (1973) afirma que somos pacifistas em virtude de razões orgânicas. É verdade que os seres humanos têm uma grande capacidade para a cooperação, para a solidariedade, para o amor. O amor é apontado por autores como o antídoto para combater a violência. A desumanização do outro atua como facilitador do comportamento agressivo direcionado contra ele (Queiroz, 1998; Johnson, 1979; Eibl-Eibesfeldt, 1970). Assim, enxergar o outro como inferior, mais próximo de coisas ou animais do que de seres humanos, aumenta a propensão à violência. O distanciamento físico, psicológico ou social também diminui a percepção do humano no outro. Essa insensibilidade pode ser combatida justamente por intermédio do amor.

Para Comte-Sponville (1997), o amor é das mais elevadas virtudes, é “o primeiro, não em absoluto, sem dúvida (pois então seria Deus), mas em relação à moral, ao dever, à Lei. É o alfa e ômega de toda virtude”. A virtude, segundo ainda esse autor, “é uma força que age, ou que pode agir” (Comte-Sponville, 1997), sendo que ela ocorre no “cruzamento da hominização (como fato biológico) e da humanização (como exigência cultural); é nossa maneira de ser e de agir humanamente, isto é (já que a humanidade, nesse sentido, é um valor), nossa capacidade de agir *bem*” (Comte-Sponville, 1997). Assim, a virtude está relacionada com a ação que se dirige para o bem. E o amor é uma virtude justamente por ser pleno dessa capacidade. O amor corresponde ao próprio bem. O que fazemos por amor, não fazemos por coerção, nem, conseqüentemente, por dever. Poderíamos dizer que o amor tem um imenso potencial transformador. Não seria exagero, ainda, afirmar que ele é dotado de poder revolucionário.

Freud (1973) afirma que tudo aquilo que estabelece vínculos afetivos entre os homens deve atuar contra a guerra. Para Adorno, estudos sobre a personalidade autoritária sugerem ser a falta de amor a principal causa da agressão (Johnson, 1979). Sanford afirma que as crianças devem ser criadas com amor, confiança, justiça, liberdade e verdade, sendo que “a criança precisa ser amada para

desenvolver sua auto-estima e senso de identidade que lhe permita amar outros de maneira genuína” (Johnson, 1979). Confiar no outro é essencial para que se estabeleçam relações estáveis.

A aproximação permite que o amor e a confiança ocorram. O temor do desconhecido pode, assim, ser vencido. E, afinal, encontrar igualdade na diversidade simplesmente nos mostra que somos todos humanos. Diferenças existem e devem ser respeitadas. Alguns têm olhos castanhos, outros têm olhos azuis. Alguns têm a pele escura, outros têm a pele mais clara. Alguns são cristãos, outros não. Alguns são homossexuais, outros são heterossexuais. Mas somos essencialmente todos humanos.

Partindo da premissa de que a melhor maneira de lutar contra os preconceitos é conhecendo melhor a forma pela qual eles aparecem, resolvemos trabalhar o tema do racismo em sala-de-aula, com alunos do Ensino Médio de uma instituição pública de ensino, o Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo. Para isso, foi necessário um espaço curricular para efetivar o trabalho: a existência das chamadas disciplinas-projeto na nova configuração do Ensino Médio se mostrou de grande ajuda para a efetivação desse trabalho pedagógico. A liberdade – tanto por parte do professor, quanto por parte dos alunos - de poder criar, dada pela existência destes projetos, certamente foi fundamental para a execução de todo o trabalho que será descrito aqui. As disciplinas-projeto foram criadas nas turmas de Ensino Médio do CEFET-SP a partir de 2001 e consistem de quatro aulas semanais de 45 minutos, na grade curricular que tem em média 30 aulas semanais para todas as disciplinas. Os alunos têm esta disciplina-projeto nas três séries do Ensino Médio. Em cada série há diferentes possibilidades de eixos temáticos trabalhados por professores que escolhem, dentro da sua carga de trabalho normal, desenvolver atividades com estes eixos e assuntos nas disciplinas-projeto. Os assuntos de cada uma destas disciplinas em 2003 foram: sexualidade e comportamento; água e lixo; xadrez; formação de repertório e leituras da contemporaneidade; hipertextos; matemática

aplicada; paisagens brasileiras; o tridimensional na arte; o espaço urbano de São Paulo; aprendizagem de inglês com filmes e músicas; relatividade e física quântica; atividade física e qualidade de vida; clube da ciência; som e ecologia; literatura e história; coral cênico; produção teatral; representação gráfica; iniciação tecnológica na área de mecânica; Ciência, História e Cultura; História da Ciência. As duas últimas disciplinas-projeto citadas foram ministradas em 2003 por um dos autores deste trabalho (Ricardo Teixeira), para uma 1ª e uma 3ª série do Ensino Médio, respectivamente. Ambas foram concebidas originalmente de forma a integrar, em um mesmo espaço curricular, os três conceitos centrais que denominam uma delas: a ciência, a história e a cultura. No contexto de uma disciplina-projeto norteada por estes três conceitos é possível discutir como surgiu historicamente o racismo, como ele pode ser explicado e como é possível combatê-lo eficazmente dentro da nossa cultura.

Além disto, necessitávamos de algumas “ferramentas” para poder interagir melhor com os alunos e para poder “atingi-los” de forma efetiva no que diz respeito a discussões sobre racismo e preconceitos, sem cairmos na artificialidade ou no falso didatismo de aulas do tipo “educação moral e cívica”. Na verdade, esta questão é fundamental na Educação: Como ensinar valores? A Lei de Diretrizes e Bases (Brasil 1996), as Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil 1998) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil 2002) apontam de forma clara a importância de trabalhar a formação de valores durante o processo educativo, inclusive combatendo todas as formas de preconceito e de discriminação. Nos documentos oficiais escritos nos últimos anos, aparecem com frequência expressões e palavras como: respeito pelo outro, solidariedade, ética, responsabilidade social, igualdade, diversidade. Assim, de várias maneiras, é um dever profissional e ético aprofundar estratégias educacionais que visem formar um cidadão consciente.

Para isto, decidimos trabalhar com alguns filmes que pudessem de alguma forma sensibilizar

os alunos para a questão do racismo em nosso país e no mundo, nos dias de hoje e no passado. Procuramos também filmes que fossem além da visão “simplista” acerca da luta do bem contra o mal! Ou seja, o ato de sentir é necessário – ainda mais numa sociedade cada vez mais insensível à violência e às injustiças sociais -, mas jamais exclui o ato de refletir.

Um dos filmes escolhidos foi *A cor da fúria*, uma ficção que se passa numa sociedade na qual estão invertidos os papéis entre negros e brancos. Na seqüência, descreveremos o filme e detalharemos o trabalho desenvolvido.

2. A COR DA FÚRIA – O FILME E ALGUMAS IDÉIAS AFINS

Thaddeus: “Há algo intrinsecamente errado quando um povo histórica e repetidamente incendeia seu próprio bairro.”

Convidado: “Da próxima vez, deviam trocar de bairro?”

Thaddeus: “Não. Não.”

Convidada: “Intrinsecamente errado”? É um modo educado de se referir a diferenças genéticas?”

Thaddeus: “Não me refiro a nada. Os brancos são geneticamente inferiores, culturalmente limitados e socialmente carentes. Argumentos que não valem nada. A questão é simples. Esta gente está além da ajuda?”

Para Queiroz (1998), “a criação artística, ao contrário do que se passa com a produção científica, não é cativa da demonstração empírica. Sendo assim, o artista desfruta de ampla liberdade de atuação, podendo por isso alcançar certos *insights*, captando manifestações que nem sempre se encontram no horizonte da percepção ou do interesse do cientista”. Por isso,

o acesso à produção artística é extremamente importante para que ampliemos nossa compreensão dos fenômenos humanos. Também para cuidarmos de não cair em cegueiras criadas por nós mesmos, em idéias cristalizadas e imobilizadoras que impedem o fluxo do pensamento. Nas palavras de Carlos Drummond de Andrade, extraídas do poema “Qualquer tempo”:

“Nenhum tempo é tempo bastante para a ciência de ver, rever.”

Os artistas, assim como as crianças, parecem encontrar-se mais abertos para o mundo. Relacionam-se, em geral, de maneira mais direta com as outras pessoas e com os objetos. Enxergam aquilo que a nossa percepção cansada não consegue ver. Talvez por isso Ezra Pound (1988) os tenha comparado a “antenas”.

Ainda segundo Queiroz (1999, comunicação pessoal), “a ficção, seja a da literatura, seja a do cinema, presta-se à avaliação das relações entre o cotidiano vivido e o cotidiano construído pelo produto ficcional”. Assim, conclui o autor, “a obra cinematográfica pode ser tomada como uma etnografia, prestando-se a uma análise centrada no sentido, nas relações aí estabelecidas, sem que se imponha a necessidade de demonstração”.

O filme *A cor da fúria* (ou *White Man's Burden*, conforme título original), do qual o diálogo que encabeça este item foi retirado, foi produzido em 1995 e levanta questões ligadas tanto à temática da violência quanto à do preconceito. Trata-se de uma interessante história de ficção que permite uma reflexão sobre o problema do preconceito racial por meio da sensibilização provocada no telespectador a partir da inversão de papéis sociais vividos pelas personagens. No filme, brancos são os dominados e negros são os dominadores. Negros compõem a elite, vivendo nos melhores bairros, vestindo as melhores roupas, degustando as melhores comidas. Também detêm os cargos de poder. Brancos vivem na periferia, submetem-se a empregos mal remunerados, nos quais servem a patrões negros e sofrem inúmeras

humilhações.

O diálogo acima destacado ocorre na cena inicial do filme, antes mesmo de os créditos serem apresentados. Em um jantar oferecido por Thaddeus Thomas, personagem interpretada por Harry Belafonte, empresário milionário dono de uma fábrica de chocolate, um dos convidados (sendo estes todos negros, muito bonitos e extremamente bem vestidos) menciona o episódio em que um *shopping center*, construído por Thaddeus, é incendiado por brancos apenas três meses após o término de sua construção, que custou seis milhões de dólares e levou dezoito meses para ser concluída. Na seqüência, o diálogo ocorre.

Essa cena do filme é tocante e impressionante. Ela nos coloca de imediato na pele da vítima do preconceito racial, causando-nos um forte impacto provocado pela sensação do que é ser discriminado em função da cor da pele. Durante a cena em que o diálogo preconceituoso ocorre, uma empregada branca serve o jantar e é simplesmente ignorada por todos, tratada como se fosse um objeto, coisificada, desumanizada, estando muito próximo de uma completa insignificância, ou até mesmo de absoluta inexistência.

Louis Pinnock, interpretado por John Travolta, é empregado da fábrica de chocolate cujo proprietário é Thaddeus Thomas. Certo dia, vai realizar uma entrega na mansão de Thaddeus e vê, através de uma janela, a mulher deste último nua. Thaddeus se incomoda com isso e pede a Lionel, supervisor de Pinnock, para enviar um outro entregador da próxima vez. Lionel acaba demitindo-o. Esta demissão desencadeia uma série de fatos que vão se desdobrando ao longo de filme e evidenciando a desigualdade em que vivem brancos e negros.

3. O TRABALHO COM O FILME EMSALA-DE-AULA

Basicamente, podemos dizer que o filme *A cor da fúria* é constituído de apenas uma única idéia-força recorrente: supor que a sociedade fosse invertida, com os brancos realizando o papel que hoje é desempenhado

majoritariamente pelos negros, e vice-versa. As inversões vão acontecendo ao longo do filme das mais variadas maneiras, de forma a tornar visível o preconceito que, em um país com as características do Brasil, é bastante invisível, permitindo até que alguns concluam pela sua não existência. Entretanto, sabemos que “o pior cego é aquele que não quer ver”. E o filme *A cor da fúria*, com o truque das “lentes inversas”, de certa forma nos ajuda a ver melhor, tornando-se didático ao extremo na tarefa de evidenciar o racismo existente na sociedade.

É interessante salientar que numa pesquisa informal feita com os sessenta e sete alunos das duas classes que assistiram ao filme, nenhum afirmou tê-lo visto anteriormente. Isso é bastante relevante. Outros filmes sobre este assunto foram trabalhados ao longo do bimestre e mesmo no caso de filmes bem mais antigos, mais desconhecidos e menos comerciais, sempre existiam pelo menos alguns alunos que já os tinham visto. O que de alguma forma permite supor que o alcance de *A cor da fúria* é limitado, seja porque os canais de televisão não dão destaque a ele, seja porque as pessoas não o vêem por algum motivo – porque se sintam incomodadas, por exemplo.

Os alunos assistiram ao filme durante o período regular de aulas - no horário da disciplina-projeto - em uma sala para projeções de filmes existente no CEFET-SP.

Após o filme, aplicamos um questionário (ver o Apêndice) com perguntas sobre as impressões dos alunos, que não precisaram se identificar nominalmente; apenas especificavam seu sexo e sua raça. As distribuições dos alunos por série, por sexo e por raça estão apresentadas nas tabelas 1, 2 e 3. É importante destacar que, em sua ampla maioria, estes são alunos de classe média, sendo que muitos têm TV a cabo, computador e internet em casa, por exemplo.

Série do Ensino Médio	Número de alunos	Porcentagem
1ª Série (idade média: 15 anos)	41	61,2%
3ª Série (idade média: 17 anos)	26	38,8%
Total	67	100,0%

Tabela 1 - Freqüência absoluta e percentual dos alunos da amostra por série

Sexo	Número de alunos	Porcentagem
Masculino	47	70,1%
Feminino	20	29,9%
Total	67	100,0%

Tabela 2 - Freqüência absoluta e percentual dos alunos da amostra por sexo

Raça ou Cor	Número de alunos	Porcentagem
Branco	34	50,7%
Negro	4	6,0%
Pardo/mulato	8	11,9%
Oriental/amarelo	18	26,9%
Indígena	-	0%
Outro	3	4,5%
Total	67	100,0%

Tabela 3 - Freqüência absoluta e percentual dos alunos da amostra por raça

Observando os dados percebemos que há uma predominância de estudantes do sexo masculino: cerca de 70%, bem acima dos cerca de 50% “esperados” nas escolas de educação básica. Há também um grande contingente de alunos que se declaram orientais/amarelos: cerca de 27%, bem acima dos 1,2% que essa faixa populacional representa na população do estado de São Paulo (de acordo com o Censo Demográfico de 2000, feito pelo IBGE). Além disso, o percentual de alunos que se declararam negros (6%) ou pardos/mulatos (11,9%) foi bastante minoritário.

A partir das respostas formuladas pelos alunos às várias questões é possível chegar a algumas conclusões importantes. Em primeiro lugar, a idéia força que move o filme (a INVERSÃO de papéis entre brancos e negros numa sociedade fictícia) faz que as pessoas brancas que assistam ao filme se ponham no papel das pessoas negras na sociedade real. Muitas frases escritas pelos alunos expressam de diferentes formas a eficiência dessa estratégia de sensibilização: “*eu me senti como se fosse um negro*”; “*a sensação ao ver o filme foi*

estranha, pois mostra as coisas invertidas”; “o filme faz os brancos sentirem na pele o racismo”; “pude sentir um pouco o sofrimento dos negros”; “a sensação ao ver o filme é estranha, pois você é praticamente ‘obrigado’ a enxergar a sociedade de uma maneira e quando você vê de outro jeito parece estar errado”; “ao ver o filme eu senti um pouco do racismo, pois todos nós sabemos que a realidade é exatamente o contrário”; “não me senti bem vendo o filme, pois é ruim ter a sensação de desprezo (ficar de fora da sociedade)”; “o que dói no negro, dói igual no branco”; “com o filme percebemos detalhes que podemos considerar racistas, detalhes que só percebíamos inconscientemente”; “gostei do filme, pois ele nos deu a visão de como seria o outro lado”; “o filme apresenta o óbvio para quem não enxerga”; “o filme permitiu ver o quanto a sociedade ainda é racista”; “tive a sensação de como é difícil estar do outro lado”; “a diferença deste filme para qualquer outro é a inversão, pois o resto é igual”.

Isso confirma a idéia de que os problemas só fazem sentido para nós a partir do momento em que de fato os sentimos! Nas palavras de alguns alunos: *“é possível combater o racismo deixando os povos do mundo se conhecerem bem, pois só se gosta de alguma coisa quando se conhece ela”* (sic); *“nós temos dificuldades de nos pormos na situação de outros”; “acho que é assim que as pessoas se sensibilizam, quando sentem na pele, quando vêem que poderia estar acontecendo com elas”; “o ‘sentir na pele’ faz com que as pessoas reflitam sobre os seus próprios conceitos”; “a sensação ao ver o filme foi de auto-reflexão, pois racismo pode acontecer com qualquer um”; “o filme mostrando uma inversão de papéis, leva a uma abertura mental sobre o racismo”.*

Além disso, o filme torna visível o racismo que cotidianamente é “invisível” – para quem não sofre com ele: *“o racismo é como um vírus que ninguém vê”; “o racismo está mais presente do que eu imaginava”; “[o racismo] cega porque tende a ver só um lado da moeda”.*

É senso comum por parte dos alunos que no Brasil há menos racismo que nos Estados Unidos: *“no Brasil há algum racismo contra os negros e um pouco mais contra os índios. Nos EUA há mais racismo contra os negros”; “nos EUA o racismo é mais forte”; “Eu acho que o racismo que existe aqui é menor do que o que existe nos EUA”.* Confrontados durante a aula com o fato concreto de que a classe média negra no Brasil é proporcionalmente muito menor que a sua correspondente nos EUA, a maior parte dos alunos não conseguiu ou não tentou dar explicações.

Quando perguntados se eles se consideravam pessoas preconceituosas, vários alunos assumiram ter preconceitos (sobretudo contra homossexuais): *“tenho preconceito do tipo contra homossexuais”; “[sou] um pouco [preconceituoso], para com os negros e homossexuais, mas estou tentando melhorar”; “de certo modo tenho preconceito contra homossexual, se mexerem comigo”; “eu me considero de certa maneira preconceituoso, do tipo oriental para com não orientais”; “me considero uma pessoa preconceituosa, porém trabalho para vencer isto, pois a minha razão não me permite pensar como os ‘idiotas’”; “as vezes me considero preconceituoso por uma certa imaturidade de aceitação (tradições, valores)”; “me considero preconceituoso mas prefiro não opinar de que tipo, não se refere a cor”.*

Sobre isso, a tabela 4 mostra as frequências percentuais das respostas à pergunta “Você é uma pessoa preconceituosa?”. Percebe-se um equilíbrio entre “sim” (44,8%) e “não” (40,3%), com 9% dos alunos respondendo que são preconceituosos, mas que estão tentando combater essa característica sua.

Você é Preconceituoso(a)?	Frequência percentual
Sim	44,8%
Não	40,3%
Não sei	6,0%
Sim mas tento combater	9,0%

Tabela 4 - Frequência de respostas à pergunta “você é preconceituoso(a)”?

Algumas perguntas apresentaram uma esmagadora maioria de respostas semelhantes. Uma porcentagem de 91% dos alunos declarou ter gostado do filme. À pergunta “Você acha que o preconceito cega?”, a maioria esmagadora (95,5%) respondeu que “sim”. O mesmo percentual de alunos respondeu “sim” à pergunta “Você acha necessário combater o racismo?”. À pergunta “Você acha que as pessoas aprendem a ser racistas?”, 92,5% dos alunos responderam que sim. À pergunta “Você acha o racismo uma violência?”, 83,6% dos alunos responderam que sim, enquanto 9% responderam que não. Uma resposta interessante dada por um aluno a essa questão foi: *“acho [que o racismo é uma violência], afinal por que algumas pessoas usam denominações de cor como se entoassem uma grande ofensa? Isso não é tão violento quanto qualquer palavrão?”*

A tabela 5 mostra a frequência percentual de respostas à indagação – de caráter mais psicológico – sobre qual é a causa do racismo.

Qual é a causa do racismo?	Frequência percentual
O racista tem medo do diferente	17,9%
O racista tem medo de que o diferente seja igual a ele	41,8%
As duas anteriores	14,9%
Outra resposta / Não sei	25,4%

Tabela 5 - Frequência de respostas à pergunta “qual é a causa do racismo?”

Percebe-se, significativamente, que uma maioria (41,8%) pensa que o racista tem medo de que o diferente (em termos de raça ou etnia) seja na verdade igual a ele.

Alguns problemas devem ser atacados se o objetivo é formar um cidadão consciente e solidário. Em primeiro lugar, alguns alunos mostraram em suas respostas uma certa ingenuidade a respeito dos meios de comunicação: *“os filmes e programas de TV se mostram anti-racistas pois afinal esse é o papel dos meios de comunicação”*; *“[a maior parte dos filmes e programas de TV] é neutro [sobre o racismo] porque se contivesse algum tipo de racismo geraria muita polêmica”*; *“os filmes e programas de TV são neutros, pois*

desejam atingir qualquer parcela da população e não querem causar polêmica com um tema tão sério”; *“não notei nos filmes e programas de TV tendência alguma racista”*. Para reforçar essa preocupação, é interessante observar a tabela 6 que mostra os resultados das respostas à pergunta sobre se os filmes e TV em geral são racistas, anti-racistas ou neutros. Percebe-se nitidamente uma divisão entre a opinião de que estes meios de comunicação sejam racistas (50,7%) e a opinião de que eles sejam neutros no que diz respeito ao racismo (34,3%).

Filmes e TV em geral são racistas, anti-racistas ou neutros?	Frequência percentual
Racistas	50,7%
Anti-racistas	6,0%
Neutros	34,3%
Não sei	9,0%

Tabela 6 - Frequência de respostas à pergunta “filmes e tv em geral são racistas, anti-racistas ou neutros?”

Em segundo lugar, vários alunos mostraram, em suas respostas, que nunca tinham pensado seriamente antes a respeito do problema do racismo: *“Nunca pensei sobre isso [sobre o racismo em filmes e em programas da TV]”*; *“Sim, ele [o racismo] existe em todo lugar; por que eu não sei”*; *“Não sei como [combater o racismo]”*; *“Não me prendo muito nisso [sobre se há racismo em filmes e na TV]”*; *“Realmente, eu nunca pensei sobre isto [sobre se filmes e programas da TV são racistas]”*; *“Sei lá [se a maior parte dos programas e filmes de TV são racistas]; não fico prestando muita atenção nisso”*. Como sensibilizar esses alunos mais insensíveis a esse problema é um desafio posto para nós educadores e, na verdade, para toda a sociedade. Associado a essa insensibilidade apareceu também no relato de alguns poucos alunos uma tentativa de diluir a “culpa” de pessoas racistas: *“o racismo na maioria das vezes não é uma violência, pois acredito que os racistas assim o são sem terem consciência disto”*.

Em terceiro lugar, e com muito maior importância, percebemos nas respostas dos alunos uma inevitabilidade do racismo aliada à impotência para combatê-lo e à dificuldade quase intrinsecamente insuperável para superá-lo: “[*combater o racismo*] é necessário, mas é um ‘investimento’ a longo prazo”; “acho que precisaria refletir muito para descobrir uma maneira de combater o racismo”; “[*o preconceito*] pela formação cultural ou outras influências se torna tão intrínseco nas mentes que só por um milagre de consciência poderia se desfazer, assim como um cego de nascimento só veria o mundo por um milagre”; “[*é necessário combater o racismo*] através de uma melhor educação social que não sei como seria feita”; “numa invasão de extraterrestres na Terra, talvez demoraria milênios para eles serem tratados [como] iguais”; “infelizmente os negros não têm chances de progredir devido ao racismo, o único modo seria começar o mundo de novo”; “não vejo nenhuma forma de combater o racismo, pois quanto mais falamos em racismo mais se cria o racismo”; “é praticamente impossível para mim encontrar um jeito de combater o racismo; é uma coisa que já vem de séculos e séculos atrás, e é muito difícil mudar a história”; “sempre existirão divisões na sociedade porque é da índole humana”; “é difícil combater o racismo, pois ele está mais arraigado do que a gente consegue perceber”; “eu ainda não sei como combater o racismo na raiz”. Como professores temos o dever de – sem vender ilusões e soluções prontas – construir uma “contraconsciência” de que, apesar das dificuldades, nada é inevitável na sociedade!

Vários alunos consideraram que o estímulo à educação, à cultura e à leitura seria uma forma de combater o racismo: “[*para combater o racismo*] acho que só estimulando a leitura e a cultura”; “é possível combater o racismo fazendo com que as pessoas tenham acesso à informação”. Quando confrontados com os fatos de que os escravagistas do século XVIII e os milhões de alemães que aderiram ao nazismo nos anos 30 eram cultos, bem

informados e com altos níveis de educação, esses alunos não conseguiram esclarecer a incoerência! Além disso, há estudos mostrando que nas últimas décadas no Brasil, os anos de escolaridade de brancos e de negros aumentaram, mas a diferença entre os anos de escolaridade de brancos e de negros continuou a mesma (da ordem de 2 anos), mantendo-se assim a desigualdade. Sobre isso, no Seminário IASI de Estatística Aplicada, realizado em julho de 2003, no Rio de Janeiro, foram apresentados dados estatísticos mostrando que, ao contrário do senso comum, quando a educação melhora de nível no país, as desigualdades raciais não diminuem! (IASI, 2003). Em outras palavras, numa situação de desigualdade, tratar os desiguais com igualdade não ajuda a eliminar a desigualdade!

Poucos foram os alunos que relacionaram o racismo à questão econômica e social, de forma até a buscar soluções concretas para o problema: “[*é possível combater o racismo*] fazendo que a classe social dos discriminados se elevasse economicamente”; “[*as pessoas aprendem a ser racistas já que*] as crianças se acostumam a ver uma quantidade escassa de negros nas classes mais abastadas da sociedade”; “é necessário combater o racismo mas é muito complicado, porque temos que tratá-los como iguais mas temos que dar a eles privilégios como cotas em universidades para que entrem para a sociedade”; “só é possível combater o racismo com a diminuição da desigualdade social”; “acho que o racismo é uma herança da época da escravidão”. Talvez uma boa questão a ser posta para a coletividade é: “Como criar uma classe média negra no Brasil que de fato represente o percentual de negros na nossa população?” A resposta pode apontar caminhos.

4. A FÚRIA TEM COR? - CONCLUSÕES

A fúria não tem cor. Na verdade, parece realmente haver um componente inato para a agressividade (Wilson, 1981). A agressividade

não é necessariamente ruim. Pelo contrário, ela é extremamente adaptativa (Johnson, 1979). O ser humano precisa dela para sobreviver. Segundo Engels, a violência tem até mesmo um papel revolucionário na história (Engels, 1981). A agressividade, no entanto, pode ser “desadaptativa” quando em excesso. Segundo Aristóteles, em *A Poética* (cf. Johnson, 1979), os piores crimes são praticados pelos excessos e não pela necessidade.

Passamos por uma evolução cultural (Tinbergen, 1968) e não apenas biológica. Somos “a expressão suprema de um animal cultural” (Leakey, 1982). Desenvolvemos a inteligência e a capacidade de criar armas extremamente potentes. Muitas vezes, o ser humano se vê envolvido em situações em que perde o controle sobre as armas. A bem da verdade, freqüentemente são elas que exercem o controle, pois conferem àquele que as manuseia um poder com o qual não sabe lidar. O ser humano, certas vezes, parece desconhecer as reais dimensões de sua capacidade letal. Para Eibl-Eibesfeldt (1970), o homem possui uma inibição inata para matar, sendo a compaixão seu correlato subjetivo. No entanto, a desumanização do adversário e a invenção das armas tornaram mais fácil passar por cima dessas inibições.

O racismo é violento. Por isso, falamos em “violência racista”. E a violência do racismo produz mais e mais violência. Gomide (1996) afirma, ao discorrer sobre o castigo, que ele “não diminui a incidência do comportamento agressivo”. Muito pelo contrário, gera um ambiente agressivo que produz mais agressão. Ainda nessa linha de raciocínio, Wieviorka postula (1997) que “o racismo, em particular e em expansão em inúmeras sociedades, é uma experiência amplamente vivida pelos que dele são vítimas como uma profunda negação de sua individualidade, o que pode transformar-se em raiva e daí em violência, por exemplo, amotinadora”. Podemos observar que uma sociedade em que toda uma população vive as mais cruéis situações de submissão, subjugação, carências, privações, injustiças, simplesmente em virtude da cor de sua pele, é uma sociedade violenta.

O preconceito é aprendido: “o preconceito racial é uma forma de agressão aprendida socialmente” (Johnson, 1979). Portanto, é possível mudar esse estado de coisas. Talvez o amor seja uma saída. Saída de difícil acesso, contudo, já que o problema é estrutural e de enormes proporções. De acordo ainda com Eibl-Eibesfeldt (1970), “se o nosso objetivo é o amor universal entre os homens, então é necessário ultrapassar a divisão da humanidade em classes”. Objetivo nem um pouco simples de ser atingido.

A aproximação do diferente e o desenvolvimento de afeto por ele minimizam o potencial para a agressividade. A eficácia da compaixão no sentido de impedir um ato violento para com um outro ser humano, tal como o seu assassinato, acha-se relacionada com o grau de intimidade pessoal (Eibl-Eibesfeldt, 1970). A compaixão também dificulta tentativas de desumanização. A sensibilização frente à questão do racismo pode minimizá-lo e, conseqüentemente, coibir uma série de problemas dele decorrentes. O filme *A cor da fúria* promove essa sensibilização no telespectador. O título do filme, em inglês, *A White Man's Burden*, revelaria o fardo que um homem branco poderia carregar por ter nascido com um determinado tipo de pigmentação de pele. Seria esse fardo ficcional equivalente ao fardo que os negros de fato carregam em nossa sociedade? Na cena final do filme, Marsha, mulher de Pinnock, recusa o dinheiro que Thaddeus lhe oferece e pergunta-lhe, ao ouvi-lo afirmar que poderia lhe dar mais dinheiro se achasse que não era suficiente: “E quanto acha que seria suficiente?” Essa indagação nos leva a uma outra: será que o que fazemos para combater o preconceito é suficiente?

A obra cinematográfica apresenta uma das muitas leituras, ou reconstruções, possíveis da realidade. A criação artística, por sua vez, não tem compromisso direto com uma racionalidade estrita ou com comprovações experimentais: seus caminhos são diferentes. Na experiência pedagógica relatada, o cinema permitiu reflexões e mudanças de comportamento, já que muitos alunos se

“esclareceram” e se sensibilizaram um pouco mais sobre o tema, não por meio de “argumentos” racionais, mas sim se pondo na pele do outro! Não é o suficiente, mas já é um passo!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A COR DA FÚRIA. [Filme-vídeo]. Direção de Desmond Nakano. Produção de Lawrence Bender. Videolar, Manaus, 1995. 1 cassete VHS, 85min.
- ANDRADE, Carlos Drummond de. *Nova reunião*: 19 livros de poesia. V.1. 3.ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1987.
- BRASIL. Lei Federal n.º 9394/96. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. 1996
- _____. Parecer CNE/CEB n.º 15/98. *Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio*. 1998.
- _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. MEC/SEMTEC, 2002.
- CHNAIDERMAN, Miriam. Racismo, o estranhamento familiar: uma abordagem psicanalítica. In: SCHWARCZ, Lilia Moritz; QUEIROZ, Renato da Silva (orgs.) *Raça e diversidade*. São Paulo: EDUSP, 1996.
- COMTE-SPONVILLE, André. *Pequeno tratado das grandes virtudes*. Trad. de Eduardo Brandão. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- COSTA, Jurandir Freire. *Violência e psicanálise*. 2.ed. Rio de Janeiro: Graal, 1986.
- CROCHIK, José Leon. *Preconceito: indivíduo e cultura*. 2.ed. São Paulo: Robe, 1997.
- EIBL-EIBESFELDT, Irenäus. O enraizamento biológico das normas éticas. In: _____. *Amor e ódio*: história natural dos padrões elementares do comportamento. Trad. Paulo Jorge Roovers de Almeida. Lisboa: Bertrand, 1970.
- ENGELS, Friederich. O papel da violência na história. In: NETO, José Paulo. (org.) *Engels*. São Paulo: Ática, 1981.
- FREUD, Sigmund. [1933]. El porque de la guerra. In: _____. *Obras completas*. Tomo III. Madrid: Biblioteca Nueva, 1973.
- _____. [1923]. O ego e o id. In: _____. *Obras completas de Sigmund Freud*. v.XIX. Trad. José Octavio de Aguiar Abreu. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- _____. [1919]. O estranho. In: _____. *Obras completas de Sigmund Freud*. v.XVII. Trad. Eudoro Augusto M. de Souza. Rio de Janeiro: Imago, 1976b.
- GOMIDE, Paula Inez Cunha. Agressão humana. In: _____. *Torre de Babel: reflexões e pesquisa em Psicologia*. v.3. Londrina: Editora da UEL, 1996.
- IASI – Inter American Statistical Institute. *Anais do IX Seminário IASI de Estatística Aplicada – Estatística na Educação e Educação em Estatística*. Rio de Janeiro, 2003.
- JOHNSON, R. N. *Agressão nos homens e nos animais*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1979.
- LEAKEY, Richard; LEWIN, Roger. Agressão, sexo e natureza humana. In: _____. *Origens*. São Paulo: Melhoramentos, 1982.
- LEITE, Dante Moreira. *O caráter nacional brasileiro: história de uma ideologia*. 5.ed. São Paulo: Ática, 1992.
- NOGUEIRA, I. B. Direitos Humanos e Discriminação: compromissos e comprometimentos de um psicanalista, 2003. Artigo ainda não publicado.
- OTTA, E.; BUSSAB, V. S. R. *Vai encarar? Lidando com a agressividade*. São Paulo: Moderna, 1998.
- POUND, Ezra. *ABC da literatura*. Trad. de A. de Campos e J. P. Paes. 7.ed. São Paulo: Cultrix, 1988.
- QUEIROZ, Renato da Silva. Ensaio apresentado durante o curso “Agressão: Biologia e Cultura”, na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, em dezembro de 1999.

- (Comunicação pessoal).
_____. *Não vi e não gostei: o fenômeno do preconceito*. 5.ed. São Paulo: Moderna, 1997.
- _____. Tanto preto quanto branco, mas sobretudo pretos: homenagem a Oracy Nogueira. In: SCHWARCZ, Lilia Moritz; QUEIROZ, Renato da Silva (orgs.) *Raça e diversidade*. São Paulo: EDUSP, 1996.
- _____. Nascemos para matar? Notas sobre o comportamento agressivo. *Revista de Etologia* (número especial), 86-96, 1998.
- TINBERGEN, N. Guerra y paz en los animales y en el hombre. In: DIVERSOS AUTORES. *Hombre y animal: studios sobre comportamiento*. Madrid: Hermann Blume, 1968.
- WIEVIORKA, Michel. O novo paradigma da violência. *Tempo social: revista de Sociologia da USP*, 9(1), 1997, p.5-41.
- WILSON, Edward. Agressão. In: _____. *Da natureza humana*. São Paulo: T. A. Queiroz & EDUSP, 1981.

APÊNDICE

Questionário

Série: _____

Data: _____

A) Você se considera:

branco negro pardo/mulato
oriental indígena outro – Qual?

B) O seu sexo é: masculino
feminino

1) Você gostou do filme *A cor da fúria*?
Por quê?

- 2) O filme *A cor da fúria* é um filme racista, anti-racista ou neutro sobre este assunto? Ou seja, este filme sensibiliza o telespectador de alguma forma? Justifique sua resposta.
- 3) A maior parte dos filmes e programas a que você assiste na TV ou no cinema são racistas, anti-racistas ou neutros sobre esse assunto? Explique sua resposta.
- 4) Qual foi a sua sensação ao ver no filme cenas em que as posições usuais de brancos e negros na sociedade estão invertidas?
- 5) Você acha que seria possível no futuro existir uma sociedade “invertida” como a descrita no filme? Quando?
- 6) Você acha que existe racismo no Brasil? Por quê? E nos Estados Unidos? Por quê?
- 7) Você se considera uma pessoa preconceituosa? De que tipo?
- 8) Você acha necessário combater o racismo? Caso positivo, de que jeito?
- 9) Você acha que o preconceito cega? Como?
- 10) Você acha que a fúria tem cor? Qual?
- 11) Você acha o racismo uma violência? Por quê?
- 12) Você acha que as pessoas aprendem a ser racistas? De que maneira?
- 13) Você acha que o racista tem medo do diferente e do desconhecido OU tem medo de que o diferente seja na verdade bastante igual a ele mesmo, ameaçando assim a sua identidade? Explique.

AGRADECIMENTO

Gostaríamos de agradecer ao Prof. Dr. Renato da Silva Queiroz, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), pela oportunidade oferecida à reflexão sobre a questão do preconceito e da violência durante a disciplina de pós-graduação “Agressão: biologia e cultura”, cursada por um dos autores deste trabalho (Renata Teixeira) em 1999 na FFLCH-USP.

Para contato com os autores:

Renata Plaza Teixeira
renatapt@usp.br

Ricardo Roberto Plaza Teixeira
rrpteixeira@bol.com.br

QUEBRANDO CÓDIGOS: A MATEMÁTICA, O PENSAMENTO E A EDUCAÇÃO

Eric Rodrigues Netto

Estudante do CEFET-SP

Ricardo Roberto Plaza Teixeira

Professor Doutor do CEFET-SP

*Este artigo faz algumas reflexões sobre a peça teatral *Quebrando Códigos* e o matemático Alan Turing, de forma a permitir pensar a respeito tanto do potencial educacional de um trabalho envolvendo o teatro, quanto da natureza do pensamento humano e das inter-relações entre Cultura, Ciência e História.*

Palavras-chave: teatro, pensamento, inteligência, matemática, computador, história, guerra, criptografia.

This article makes some reflections about the theatrical play “Breaking the code” and the mathematician Alan Turing, to think about the educational potential of a work involving the Theatre, about the nature of human thought and about the interconnections among Culture, Science and History.

Key words: theatre, thought, intelligence, mathematics, computer, history, war, cryptography.

Durante o ano de 2003 estive em cartaz em São Paulo a peça teatral *Quebrando Códigos*, cujo tema principal era a vida do matemático inglês Alan Mathison Turing. Essa encenação, parte de um projeto maior que leva aos palcos a Ciência e sua História, estimula no público em geral a idéia de que a o mundo científico também é parte da nossa Cultura e que pode, assim, ser exibido de forma “lúdica” e mais prazerosa. Trabalhos anteriores do mesmo grupo – “Arte Ciência no Palco” – envolveram personalidades como Einstein, Bohr, Heisenberg e Leonardo da Vinci. Um dos autores deste artigo (Ricardo Teixeira) vem trabalhando essas peças de forma sistemática desde 1998 com seus alunos do CEFET-SP – do curso de Licenciatura em Física e do Ensino Médio, como foi o caso do outro autor deste artigo (Eric Rodrigues) – e

de outras Instituições de Ensino Superior – de cursos como Psicologia, Marketing, Turismo e Administração. Percebemos ao longo destes anos o potencial pedagógico riquíssimo que há no cruzamento entre Ciência e Arte.

E o que pensar de uma peça envolvendo Turing? Como interpretá-la? *Quebrando Códigos* permite-nos vários ângulos de visão e entendimento. Alguém, mais próximo da Informática, pode ressaltar a relação entre Alan Turing e a Ciência da Computação. Outro, por amores ao cálculo que alicerça tal sistema automatizado da máquina, poderia ter outra forma de entendimento. E quem não é matemático nem conhecedor profundo de computadores, o que diria?

Turing, redivivo pelo ator Carlos Palma na peça, é apresentado como uma questão

humana, mais que somente exata. Até porque o homem não é só aquele que calcula ou percebe minuciosamente o mundo por experimentos, sem sensações psíquicas. Também é a sua própria problemática! É o drama o que mais marca na peça. Assistir a ela é, antes de tudo, deparar-se com uma questão primordial até hoje não resolvida pela Ciência e pela Filosofia: o que é o pensamento humano em sua mais profunda essência?

Alan Turing, brilhante matemático da primeira metade do século XX, teve um papel fundamental no trabalho para a quebra de criptogramas como o que envolvia a máquina “Enigma” nazista. Pena que, nesse embalo excitante, quebrou um código não tão fielmente científico e lógico, o do Direito vigente na Inglaterra de sua época. O homossexualismo era considerado crime! É aí que se comprova, por fatos, que o ser humano é bem mais complexo do que se pensa. Isso aparece de forma clara na emocionante cena em que o filho chora aos pés da mãe, Sra. Sara Turing. Esse código misterioso que em nós habita – relacionado por um lado à sexualidade humana e por outro às razões do preconceito – talvez tenha sido o único que Turing não conseguiu desvendar. Como anteriormente Oscar Wilde, Turing sofreu as conseqüências de ser ele mesmo! Muito deve ser pesquisado a respeito das causas do preconceito; mas seguramente um caminho para superá-lo de fato é também trabalhá-lo em sala de aula, estudando-o de forma a desnudá-lo (Teixeira, 2004).

Talvez nossas idéias careçam de ser completamente compreensíveis, indeterminismo este análogo, em certo aspecto, ao que existe na Física Quântica. Por outro lado, tudo o que é amplo, sensível e externo a nós é facilmente medido com pequeno fator de erro – que pode ser diminuído conforme for maior o esforço durante a medição –, como ocorre na Física Clássica. Assim, quando nos entranhamos na nossa essência, não conseguimos estabelecer estudos infalíveis. Como entender o pensamento sem agir sobre ele ou “estragá-lo”? Não se permite que um cérebro viva fora de um corpo para que o possamos pesquisar, abri-lo e dissecá-

lo pensando. Estamos condenados a não conhecer a consciência se realmente é só a massa física cerebral pensante a razão dela, do mesmo modo que se olhássemos um elétron em um suposto microscópio o excitaríamos pela luz que precisamos para enxergá-lo, de acordo com os princípios da Mecânica Quântica.

O que podemos, então, dizer sobre o pensamento? Nos deparamos com aspectos profundos, tal como Immanuel Kant colocou em seu livro *A Crítica da Razão Pura*: “Num determinado domínio dos seus conhecimentos, a razão humana possui o singular destino de se ver atormentada por questões, que não pode evitar, pois lhe são impostas pela sua natureza, mas às quais também não pode dar resposta por ultrapassarem completamente as suas possibilidades”.

Tentemos uma inferência no campo do pensamento pelo pensamento. Um sofista do período clássico da Filosofia Grega, Górgias de Leontini, disse, certa vez, que “nada existe; se existisse não poderia ser entendido; se fosse entendido não poderia ser comunicado”. Será assim mesmo? Sigamos com rigor lógico as afirmações e vejamos algo mais sobre o pensar:

- Se nada existisse, nem mesmo o pensamento existiria. Portanto, é impossível afirmar que nada existe e, ao mesmo tempo, haver o pensamento racional para tal conclusão: já este último existiria, quebrando a afirmativa.
- Se o que existisse fosse incompreensível, não se poderia compreender isso. Logo, é impossível afirmar que as coisas são incompreensíveis se para isso se precisou compreender que são incompreensíveis.
- Se o conhecimento fosse incomunicável aos outros, porque cada ser humano seria uma medida pessoal de tudo, não se poderia comunicar que o conhecimento é incomunicável. Portanto, é impossível falar que o conhecimento é incomunicável se se utiliza de comunicação para passar essa idéia.

- Se admitirmos que o conhecimento é fruto de percepções de nossos sentidos, e se os sentidos nos enganam, o conhecimento estaria enganado. Logo, é impossível dizer que o conhecimento é enganado e, ao mesmo tempo, se utilizar dele para essa afirmação.

Assim, vemos que, como Descartes proferia, com a expressão “*cogito, ergo sum*” (“penso, logo existo”), tudo isso só leva à idéia de que o pensamento é absoluto. Mas como saber explicá-lo melhor, já que, por aqui, só chegamos a uma das muitas conclusões que o poderiam caracterizar perfeitamente?

Turing queria, pelo que se vê em *Quebrando Códigos*, criar uma máquina inteligente como o homem, o que hoje chamamos de inteligência artificial. Estaria objetivando interpretar nossas faculdades analisando o pensamento da máquina? Parece que sim. Mas como conferir emoção a um aparelho? Essa verdadeira obsessão de Turing, a procura por uma “máquina pensante”, surgiu devido ao falecimento precoce do objeto de sua paixão platônica quando adolescente; ele se questionava: após a morte, para onde vamos? Essa pergunta não era bem sobre o espírito enquanto alma, mas sobre o espírito enquanto consciência, que pode ser estudado, analisado, compreendido e, quem sabe, “copiado”. É irônico que o computador, o artefato mais representativo da tecno-ciência em que estamos mergulhados, tenha sido concebido por razões tão subjetivas e transcendentais quanto uma paixão! Mas é exatamente desse modo não-linear que, muitas vezes, a Ciência é construída historicamente. Se o fim é um enigma, o início da consciência também não deixa de ser: como aprendemos e qual é a relação entre intelecto e aprendizagem? Não é por acaso que em seu artigo “Computação e Inteligência” Turing dedica muitos parágrafos ao que ele mesmo denomina “máquinas que aprendem” (Turing, 1996).

A eletricidade, dentro da mente do homem, é responsável por impulsos nervosos que nos fariam a consciência. Mas como a energia elétrica pode permitir tamanhas façanhas? Algo

nos impele a acreditar que não apenas íons causam tudo. Caso contrário, teríamos “elétrons inteligentes”, e a racionalidade seria fruto de uma simples combinação biológica que, à passagem deles, se acende como uma lâmpada.

“Seria Deus um matemático?”, indaga Turing. Seja lá a concepção que se tenha de Deus, quando tentamos nos comparar a Ele criando simulações do pensamento humano, nunca – até agora – obtivemos plenos resultados. Portanto, Ele possivelmente não seria só um matemático. Se julgamos a eletricidade, apenas, como o nosso motivo racional, por que não conseguimos reproduzi-lo perfeitamente nos mecanismos? Turing questiona: habitará algo metafísico em nós ou “haveria consciência fora dos limites do cérebro?”

Toda essa inquisição inquietante reaviva-se ao vermos a aflição do cientista na dramatização, quando sofre as conseqüências de ter assumido sua preferência pelo mesmo sexo. A homossexualidade, sendo vítima de preconceito e repressões, deveria ser controlada por ele, pelo menos nas suas manifestações externas, tão prudente e sabedor que era. Por que isto não ocorreu? As nossas preferências sexuais são originárias, inferimos, de fatores não determinados conscientemente. Já Freud fazia suas observações sobre a psique e percebia que basicamente ela é guiada por impulsos sexuais inconscientes.

Foi tão grande a repressão sobre Alan Turing que sua resistência sucumbiu. “A maçã sorve o sono da morte...”, sussurrou ao morder o fruto envenenado. A ele só restava isso. Se existia pensamento além do corpo, finalmente o saberia. Se não, sua dor findava-se pelo sono eterno.

Como?! Como saber se há Deus para tudo isso ver e permitir? Ele, o Onipotente, Onipresente e Onisciente, existe?

Muitas vezes, todos nós nos deparamos refletindo sobre isso. Turing não foi diferente. Os conhecimentos prevêm, num axioma, que toda causa tem um efeito. Se, nesse sentido, partíssemos na busca da causa de algo que não fosse produto do trabalho humano, e da causa dessa causa, e da causa da causa dessa causa,

até onde iríamos? Como toda a natureza poderia existir e ter leis fixas se suas origens fossem motivadas por outras coisas, e por outras mais, numa indefinição de procedências ou regressão infinita delas? Precisamos de uma causa primeira! Entrementes: precisamos de uma causa primeira? Deixando o ceticismo por ora de lado, procuramos cartesianamente um único motivo geral, não possibilitando desavenças que fizessem, por exemplo, a gravitação universal não mais existir de uma hora para outra. Se não, admitiríamos que alguma coisa pode vir do nada. Além disso, se Deus existe, por que ele permite que haja – no contexto do mundo real em que vivemos – a homossexualidade? Isso é ou não é conciliável com Sua inteligência moral? Não sendo compatível, Deus é injusto por dá-la como algo impossível de mudanças, como Turing mesmo experimentou?

Uma conclusão parece clara disto tudo: a de que dentro de nós vive uma centelha de vida imaterial, seja lá o que isto signifique mais apuradamente. Ao sorver o sono da morte para dentro de si, Turing desvendaria finalmente o seu maior enigma, pela experiência. Mas, se foi Deus quem deu aos homens essa faísca vívida animadora, Alan quebrou mais um código! O do Criador ao renunciar em continuar entre nós. Seria isso justo, já que Ele pareceu não agir perante o seu sofrimento?

Enfim, essas questões de alguma forma são universais: todos, em diferentes momentos, nos deparamos com elas paralelamente às nossas aflições, independentemente de nosso grau de escolaridade ou classe social. O teatro pode, então, tornar-se um veículo adequado para que a Ciência atinja pessoas que, de outra forma, não estariam dispostas a isso, por diferentes motivos. Certamente, *Quebrando Códigos* é um bom exemplo prático de como essas duas “culturas”, nas palavras de C.P. Snow (1995), podem ter mais ligação do que pensamos à primeira vista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SNOW, C. P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: Edusp, 1995.
- TEIXEIRA, Renata P. e TEIXEIRA, Ricardo R. P. Educação, cinema e cidadania – Relatos de uma experiência em um projeto no Ensino Médio tendo o filme *A cor da fúria* como motivador de discussões sobre o racismo. *Sinergia*. CEFET-SP, 2004 (publicado neste número).
- TURING, Alan. Máquinas que pensam. In: *Cérebros, máquinas e consciência: Uma introdução à filosofia da mente (Org.: João de Fernandes Teixeira)*. São Carlos: Editora da UFSCar, 1996.

Para contato com os autores:

Eric Rodrigues Netto
eric_rn@ig.com.br

Ricardo Roberto Plaza Teixeira
rrpteixeira@bol.com.br
rteixeira@ifsp.edu.br

OS PIONEIROS DA CIÊNCIA BRASILEIRA: BARTHOLOMEU DE GUSMÃO, JOSÉ BONIFÁCIO, LANDELL DE MOURA E D. PEDRO II

Diamantino Fernandes Trindade

Professor de História da Ciência e Divulgação Científica do CEFET-SP
Master of Science in Education Science – City University Los Angeles

Lais dos Santos Pinto Trindade

Mestre em Educação pela Universidade Cidade de São Paulo

O objetivo deste ensaio é apresentar alguns aspectos do desenvolvimento da ciência brasileira, bem como relatar o árduo e difícil trabalho de alguns cientistas que abriram os caminhos para que a ciência e a tecnologia pudessem conquistar um lugar de destaque na vida social de nosso país.

Palavras-chave: ciência, tecnologia, divulgação científica.

The aim of this essay is to present some aspects of the Brazilian Science development as well as telling the arduous work of some scientists who had opened the ways so that science and technology could conquer a place of prominence in the social life of our contry.

Key words: science, technology, scientific spreading.

INTRODUÇÃO

Apesar da defasagem científica e tecnológica brasileira em relação aos países do primeiro mundo, a ciência e a tecnologia do nosso país já conquistaram uma posição de grande importância, não só para sua existência, como também para a solução de nossas inquietantes desigualdades sociais.

Muitos foram, e ainda são, os obstáculos para o desenvolvimento da ciência no Brasil. No período colonial não havia condições propícias para a ciência, pois o objetivo principal da Coroa Portuguesa era enriquecer a metrópole. Nessa época a ciência brasileira ficou a cargo de uns poucos naturalistas estrangeiros como o médico holandês Wilhelm Piso, tido como o fundador da medicina tropical, com seu livro *De medicinae brasiliensis* (1648). Outro holandês, George Marcgraf, escreveu a *História naturalis braziliae* (1648). O engenheiro militar português, José

Fernandes Pinto Alpoim, ficou famoso ao publicar dois livros: *Exame de Artilheiros* (1744) e *Exame de Bombeiros* (1748).

A inércia de uma cultura cristalizada na escravidão não permitiu o desenvolvimento da ciência e da tecnologia nesse período. Não é de estranhar o insucesso da Sociedade Científica do Rio de Janeiro, fundada em 1772 pelo Marquês de Lavradio, Vice-Rei do Brasil.

Durante o Reino Unido, alguns naturalistas estrangeiros vieram com a comitiva da arquiduquesa Leopoldina, como o médico Karl Friedrich Philipp von Martius e seu companheiro Johan Baptist Spix que deixou um memorial científico sobre o Rio Amazonas. O engenheiro militar alemão Wilhelm Ludwig von Eschwege veio ao Brasil, junto com a Corte Portuguesa, para realizar trabalhos nos campos da mineralogia e da geologia.

O estudo das ciências da natureza teve um processo de expansão durante o Império com

a criação do Museu Nacional (1823) que recebia espécimes de animais e vegetais dos naturalistas estrangeiros que visitavam o país. Gustavo Schuch de Capanema, importante geólogo e mineralogista do Império, pertenceu ao quadro de pesquisadores do Museu Nacional.

Durante o império os parlamentares discutiam se valia à pena investir em pesquisa. Em 1892, quando D. Pedro II solicitou uma verba para a participação brasileira na observação da passagem de Vênus pelo disco solar, o protesto foi geral no Parlamento e na Imprensa. A ciência era considerada um luxo pela elite brasileira.

Tal estado de coisas persistiu até a República que teve início sob os auspícios da modernização, porém as dificuldades encontradas pelos cientistas continuavam. Landell de Moura, o inventor do rádio, tem o seu pedido de utilização de dois navios, para demonstrar o alcance das ondas de rádio, recusado pelo Presidente Rodrigues Alves. Oswaldo Cruz combateu a peste bubônica, a febre amarela e a varíola, mas foi vítima da Revolta da Varíola, pois a população não aceitava a imposição autoritária da vacina. Santos Dumont consegue sucesso na França com recursos próprios.

Apesar de tantas dificuldades, alguns “cientistas” desbravaram o caminho para outros tantos ao longo de quatro séculos. Em particular quatro deles merecem destaque pela importante contribuição à ciência e à tecnologia brasileiras: Bartholomeu de Gusmão, José Bonifácio, Landell de Moura e D. Pedro II

BARTHOLOMEU LOURENÇO DE GUSMÃO

O padre jesuíta Bartholomeu Lourenço de Gusmão nasceu em dezembro de 1685 na Vila de Santos, São Paulo. Era um dos doze filhos de Francisco Lourenço e Maria Álvares. Foi batizado com o nome de Bertholameu Lourenço, mais adiante modificou seu nome para Bartholomeu, acrescentando ainda o nome Gusmão em homenagem ao seu tutor e amigo, o padre Alexandre de Gusmão.

Bartholomeu fez seus primeiros estudos em Santos, seguindo posteriormente para a Bahia onde ingressou no Seminário Belém, fundado por Alexandre de Gusmão, para concluir seus estudos em humanidades. Aí mostrou desde cedo o seu interesse e a sua aptidão pela Física. Não se deteve apenas na teoria e mostrou seu espírito inventivo quando resolveu o problema da elevação da água a 100 metros de altura, no Seminário Belém, desenvolvendo uma máquina para tal evento e para a qual obteve um alvará. Dessa forma os escravos não necessitavam mais carregar água até o topo do morro.

Seguindo os conselhos de Alexandre de Gusmão, filiou-se à Companhia de Jesus. Como não aceitava a rigidez do seminário, que impedia os seus estudos científicos, pediu autorização para tornar-se padre secular. Foi ordenado em 1708, em Lisboa.

Bartholomeu era muito inteligente e conhecia os trabalhos de Descartes, Leibniz, Newton, Bernoulli e outros. Desenvolveu estudos em várias áreas do conhecimento: Matemática, Física, Filologia, Química e Astronomia.

Em 1708, embarcou para Lisboa e, em seguida, matriculou-se na Faculdade de Cânones da Universidade de Coimbra. Aí desenvolveu, com grande habilidade, os seus estudos de Física e Matemática que tanto interesse nele despertavam desde a época do Seminário Belém.

Alguns pesquisadores citam que a observação de como uma bolha de sabão elevava-se rapidamente no ar, ao passar por cima de uma fonte de calor, despertou em Bartholomeu a idéia de usar ar aquecido para elevar um balão. Passou então a trabalhar com afinco no projeto de um aparelho “mais leve que o ar”, deixando de lado outros projetos,

Bartholomeu foi apresentado à corte de D. João V pelo Duque de Carvalhal e pelo Marquês de Fontes e Abrantes que mantinham ótimas relações com o monarca. Mostrou então uma “Petição de Privilégio” ao rei, onde mencionava seu “instrumento de andar sobre o ar”. A petição lhe é concedida por alvará, em 19 de abril de 1709. D. João V decidiu também alocar fundos para a construção do aparelho e concedeu-lhe ainda o

cargo de Lente de Matemática na Universidade de Coimbra, com um rendimento vitalício substancial, de que ele necessitava para se dedicar de corpo e alma ao seu aeróstato.

Em 8 de agosto de 1709, na sala dos embaixadores da Índia, diante de D. João V, da Rainha, de membros do corpo diplomático e de autoridades eclesiásticas, Bartholomeu fez elevar a 4 metros de altura um pequeno balão de papel pardo grosso, cheio de ar quente produzido por combustível resinoso e contendo uma tigela de barro incrustada na base de um tabuleiro de madeira. Com medo de que o fogo atingisse as cortinas, dois criados destruíram o balão, mas o experimento foi um sucesso, impressionando bastante o rei e os demais convidados.

Bartholomeu, o padre voador, continuou seus experimentos, quase todos bem sucedidos, com balões de maior envergadura. Mostrou que era possível fazer um balão voar. No entanto, não foi capaz de continuar com as suas pesquisas, nem de encontrar seguidores. A principal razão foi o fato de que a Corte e o povo esperavam que ele usasse o balão para ele mesmo voar, mas ele apenas pretendia demonstrar que isso era possível, usando um modelo em escala. Esperava poder despertar o interesse de investidores para o seu empreendimento. Somente em 1783, os irmãos Montgolfier realizaram seu vôo épico em Paris.

Após ter encerrado abruptamente seus experimentos com balões, dedicou-se aos trabalhos literários. Seus sermões tornaram-se famosos. Foi investido como Fidalgo-Capelão da Casa Real, em 1722. As intrigas da corte fizeram-no cair em desgraça, sendo auxiliado pelos jesuítas quando já era perseguido pela Inquisição. Foi levado para a Espanha, onde morreu indigente e com nome falso, em novembro de 1724, no Hospital da Misericórdia em Toledo. Seu corpo foi enterrado na Igreja de São Romão, na mesma cidade.

JOSÉ BONIFÁCIO DE ANDRADA E SILVA

Para a maioria dos brasileiros José Bonifácio é o patriarca da independência, estadista

e político. No entanto essa é uma fase de sua vida que começou em 1821 quando já tinha 57 anos e após ter tido contato com a Europa permeada pelas idéias liberais da Revolução Francesa. A sua face científica é praticamente desconhecida dos brasileiros, mas é conhecida pelos pesquisadores europeus. Pode ser considerado o fundador da Marinha brasileira, o primeiro a propor um projeto de Universidade no Brasil e o patrono da Geologia e da Mineralogia em nosso país.

Como Bartholomeu de Gusmão, José Bonifácio também nasceu em Santos. Era filho do Capitão José Ribeiro d'Andrada e Maria Bárbara da Silva. Iniciou seus estudos em humanidades aos 14 anos no Colégio dos Padres em São Paulo, fundado pelo Bispo D. Manuel da Ressurreição. De 1780 até 1783 estudou no Rio de Janeiro, onde seu talento literário começou a se manifestar. Seus pais enviam-no então para Portugal, onde se matriculou na Universidade de Coimbra nos cursos de Direito e Filosofia Natural, formando-se em 1787. José Bonifácio era descendente de linhagem nobre e teve como incentivador o Duque de Lafões que o conduziu à Academia Real de Ciências, em Lisboa, onde foi admitido como sócio livre.

Em 31 de maio de 1790 casou-se com Narcisa Emilia O'Leary. Foi convidado a participar da Missão Científica à Europa instruída pelo Ministro dos Estrangeiros e da Guerra, Luis Pinto Souza. Antes de sua partida ofereceu à Academia Real das Ciências de Lisboa um trabalho intitulado *A Memória sobre a pesca das baleias*, uma dos primeiros trabalhos com preocupação ecológica, onde fez referência à prática perniciosa da caça aos baleotes, pois as baleias só reproduzem a cada dois anos.

Em Paris fez o curso de Mineralogia e Química com Dr. Antoine Fourcroy e o curso de Mineralogia, na Escola Real de Minas, com o Professor Duhamel. Foi também discípulo de René Just Hauy, fundador da Cristalografia, que cita o trabalho de José Bonifácio, *Memória sobre os diamantes do Brasil*, escrito em co-autoria com seu irmão Martim Francisco, e apresentado à Sociedade de História Natural de Paris, para a qual foi eleito em 1791. Nesse trabalho relatava o melhor modo de encontrá-los e garimpá-los. José

Bonifácio teve também contatos com Lavoisier e Antoine Lourenço Jussier, com quem estudou Botânica.

Após seus valiosos estudos na França partiu para a Alemanha. Na cidade de Freiberg, na Saxônia, estudou com o geólogo alemão Abraham Werner. Ainda nessa cidade assistiu às aulas de Química de Freisleben e Klotsch e de Metalurgia de Lampadius. Nessa época fez amizade com o conhecido Barão von Humboldt. Suas viagens profícuas pela Europa continuaram e fez pesquisas no Tirol, ao norte da Lombardia. Assistiu em Pávia às conferências de Alexandre Volta que alguns anos depois construiria a pilha que leva o seu nome.

Em 1796 foi para Uppsala, na Suécia, com o intuito de conhecer as coleções de Bergman, criador da classificação química dos minerais. Foi admitido como membro da Real Academia de Ciências de Estocolmo. Essa foi a fase mais importante de sua carreira, pois com o conhecimento adquirido com Werner, deixou de ser um estudante e tornou-se um cientista. Passou a estudar fósseis e pesquisar as jazidas e minas de Arandal, Sahia, Krageroe e Laugbansita, na Suécia e na Noruega, onde relatou as quatro espécies e as oito variedades de minerais que seriam a base de sua reputação como dos mais cultos da especialidade. Na atualidade dois desses minerais apresentam grande valor industrial, como o Espodumênio, utilizado nos cinescópios dos televisores e a Criolita, utilizada como fundente na fabricação do alumínio.

Em 1880 retornou a Portugal cercado de toda a admiração e respeito pelos portugueses, que se sentiam orgulhosos por sua cultura e sabedoria. Fez uma viagem mineralógica por Portugal e publicou um trabalho de valor inestimável para o desenvolvimento dessa atividade. Em 15 de abril de 1801 foi instituída na Universidade de Coimbra a cátedra de Metalurgia para que José Bonifácio pudesse dar formação de elite nessa matéria, até então com pouco valor na metrópole. A Carta Régia de 18 de maio de 1801 nomeou-o membro do Tribunal de Minas e Intendente Geral das Minas e Metais do Reino. Em 1802 foi empossado como secretário da Academia Real das Ciências de Lisboa e esta passou a ter um ritmo mais dinâmico

e atuante. Nos dias 5 e 20 de junho de 1802 recebeu os diplomas de doutor, nas Faculdades de Direito e Filosofia, sendo dispensado das teses e exames, por seu notório conhecimento. Em 12 de novembro do mesmo ano assumiu a diretoria do Real Laboratório da Casa da Moeda de Lisboa, reestruturando e reaparelhando o órgão para os trabalhos de metalurgia, além de ministrar aulas da matéria.

Durante vários anos o trabalho de José Bonifácio foi árduo e com remuneração muito reduzida. No entanto o que lhe causou mais tristeza foi a burocracia que emperrou o crescimento de Portugal e, por conseguinte, do Brasil. Em 1897, Napoleão invadiu a Península Ibérica e a família real transferiu-se para o Brasil. José Bonifácio resolveu ficar e recebeu a patente de major, combatendo com galhardia as tropas invasoras do General Junot, até sua expulsão, sendo promovido a tenente-coronel.

O desejo de retornar ao Brasil foi grande. Pouco antes do seu retorno propôs a criação da Universidade do Brasil que deveria se instalar em São Paulo. Seu passaporte foi expedido em 19 de agosto de 1819 e partiu para o Rio de Janeiro, depois de uma ausência de trinta e seis anos. Seguiu depois para Santos onde foi recebido com demonstrações de carinho e amizade.

Ainda na Europa fizera amizade com o Barão de Eschwege, a quem revelou não querer se envolver com política. Sabemos que tal intenção não se consumou. Fez uma viagem mineralógica pela Província de São Paulo, que seria de vital importância para a exploração de minérios, principalmente do ouro, no Brasil.

Outras viagens técnico-científicas foram realizadas até que em 1821 assumiu a chefia da Província de São Paulo, tendo início a sua vida política que todos os brasileiros conhecem. Às três horas da madrugada do dia 6 de abril de 1838, no bairro de São Domingos, em Niterói, o velho cientista, filósofo e estadista morreu serenamente.

ROBERTO LANDELL DE MOURA

Muito tempo antes que alguns padres se tornassem fenômenos de comunicação, Roberto

Landell de Moura já era um grande comunicador. Nasceu em 27 de janeiro de 1861 em Porto Alegre. Saiu do Rio Grande do Sul, aos 18 anos, para estudar Física no Rio de Janeiro. De lá foi para o Seminário em Roma, onde foi ordenado padre em 1886. Estudou também Física e Química na Universidade Gregoriana, desenvolvendo as primeiras idéias de sua teoria sobre “Unidade das forças e a harmonia do Universo”, que seria referência para suas futuras invenções.

Ainda em 1886 retornou ao Rio de Janeiro para exercer a função de pároco da igreja do Outeiro da Glória e desenvolver trabalhos pastorais em várias cidades brasileiras. Conheceu o Imperador D. Pedro II e chegou a dar-lhe palestras sobre ciências. Transferiu-se para São Paulo em 1892.

No final do século XIX as telecomunicações, por meio de ondas eletromagnéticas, começavam a modificar as dimensões do mundo. Em setembro de 1895, Guglielmo Marconi efetuou sua primeira transmissão de rádio. Um pouco antes, em 1893, o Padre Landell de Moura concluiu o projeto do transmissor de ondas, fazendo a primeira transmissão pública de rádio do mundo. Sua voz emitida num aparelho na Avenida Paulista, em São Paulo, atravessou oito quilômetros e foi ouvida, com clareza, num receptor no alto de Santana. Marconi só faria o seu aparelho dois anos mais tarde.

As dificuldades eram muitas e para aumentá-las repercutia na cidade que o padre falava com outras pessoas através de uma máquina infernal, tendo parte com o diabo. Alguns “fiéis” desvairados invadiram seu modesto, mas precioso laboratório, e destruíram todos os seus aparelhos e ferramentas. Após esse evento, juntou suas poucas economias e foi para os Estados Unidos onde foi bem recebido pela comunidade científica e conseguiu, após reconstruir seus aparelhos com muita dificuldade (principalmente financeira), patentear três inventos. O jornal *New York Herald*, por várias vezes, deu destaque aos inventos do padre gaúcho. O governo norte-americano concedeu-lhe as seguintes patentes: número 771917, de

11 de outubro de 1904 (Transmissor de ondas); número 775337, de 22 de novembro de 1904 (Telefone sem fio); número 775846, na mesma data (Telégrafo sem fio).

Em 1901, recomendou a utilização de ondas curtas para aumentar o alcance das transmissões. Marconi considerou que isso era algo inútil, mas em 1924 admitiu que estava equivocado. Criou também as válvulas de três pólos (tríodo), patenteadas em 1906 por Lee De Forest e que seriam fundamentais para o desenvolvimento futuro do rádio e da televisão. O padre gaúcho retornou ao Rio de Janeiro e pediu ajuda ao presidente Rodrigues Alves para dar continuidade ao seu trabalho. Após a negativa do governo brasileiro, muito desiludido, destruiu seus aparelhos e voltou a se dedicar ao sacerdócio.

O seu caráter investigativo levou-o a pesquisar e a descobrir, em 1907, que todos os corpos animados ou inanimados são envoltos por halos de energia luminosa, invisíveis a olho nu. Ele chegou a fotografar tal efeito que seria denominado de Efeito Kirlian em 1937.

Em 1924, numa entrevista concedida ao jornal *Última Hora*, de Porto Alegre, declarou: Estou feliz. Sempre vi nas minhas descobertas uma dádiva de Deus. Seus inventos, depois, como ele vislumbrara, serviriam até para comunicações interplanetárias. Morreu, desiludido com a incompreensão do governo brasileiro e com os cientistas de seu tempo, aos 67 anos de idade, no dia 30 de julho de 1928, num modesto quarto da Beneficência Portuguesa, de Porto Alegre, cercado apenas por seus parentes e alguns amigos fiéis e devotados.

D. PEDRO II

Na madrugada de 2 de dezembro de 1825, às duas e meia, nasceu o príncipe herdeiro Pedro de Alcântara, filho da Imperatriz Maria Leopoldina de Habsburgo da Áustria e D. Pedro I, Imperador do Brasil. Dez dias após o seu primeiro aniversário sua mãe, que já se encontrava enferma, faleceu. Em 7 de abril de 1831, D. Pedro I abdicou em favor de seu filho

D. Pedro II, que tinha pouco mais de cinco anos, e partiu para Portugal. José Bonifácio de Andrada e Silva foi nomeado, por D. Pedro I, o tutor de seus filhos.

D. Pedro II foi gradativamente se dedicando às ciências, às artes, à literatura, à filosofia e à astronomia. No dia 18 de julho de 1841, foi sagrado e coroado Imperador do Brasil numa cerimônia memorável e suntuosa. No dia 3 de setembro de 1843 casou-se com Teresa Cristina Maria, princesa das Duas Sicílias.

A partir da década de 1850 o imperador passou a tomar parte num projeto de criar uma identidade nacional. Se no plano da política externa uma monarquia encravada bem dentro do continente americano gerava desconfianças, mesmo internamente era também preciso criar uma identidade (Schwarcz, 2000). D. Pedro II buscava a imagem de um Imperador esclarecido e procurava sustentar a idéia de que a elite imperial brasileira estava empenhada no avanço científico e preparada para incorporar as conquistas técnicas modernas, como o telégrafo e a ferrovia.

D. Pedro II patrocinava, particularmente, projetos de pesquisa de documentos relevantes à história do Brasil, no país e no exterior. Ajudou, de várias formas, o trabalho de vários cientistas como Martius, Lund, Agassiz, Derby, Glaziou, Seybold e outros. Financiou ainda vários profissionais como agrônomos, arquitetos, professores, engenheiros, farmacêuticos, médicos, pintores etc. Um exemplo famoso é o de Guilherme Schuch, futuro Barão de Capanema. D. Pedro II tomou-o sob sua proteção, enviando-o em agosto de 1841 para a Áustria, a fim de estudar engenharia, pagando viagem, roupas e destinando uma mesada regular até terminar seus estudos no Instituto Politécnico. Foi também um grande incentivador da fotografia no Brasil, tendo adquirido seu equipamento em março de 1840, alguns meses antes que esses aparelhos fossem comercializados no Brasil.

O imperador delegou a Guilherme Schuch a tarefa da implantação do primeiro sistema de telégrafo brasileiro em 1852. Em 1854 ocorreu a primeira ligação telegráfica entre o Palácio de São Cristóvão e o Ministério da

Guerra. Em 1872, uma companhia de capital inglês lançou um cabo teleográfico entre Recife e Lisboa. Em 1879, D. Pedro II inaugurou um pequeno sistema de iluminação pública na Estação da Corte da Estrada de Ferro Central do Brasil.

A Segunda Revolução Industrial chegou ao Brasil e D. Pedro II não ficou alheio a esse momento tão importante para a burguesia. Participava pessoalmente da seleção de pedidos de privilégio industrial. O Brasil começou a participar também das exposições universais onde eram exibidos produtos, técnicas e novas ciências. Até o final da monarquia o Brasil fez-se presente nas exposições de 1862 (Londres), 1867 (Paris), 1873 (Viena), 1876 (Filadélfia) e 1889 (Paris).

Num domingo, 25 de junho de 1876, D. Pedro II parou em frente a um stand na Exposição Internacional da Filadélfia e fixou os olhos num rapazinho magro e exclamou “como vai, Mr. Bell?”. Graham Bell respondeu cordialmente, explicou que estava expondo sua pequena máquina e perguntou se o Imperador gostaria de ver e...ouvir!

– Dei a isto o nome de telefone – estendendo ao Imperador um objeto em forma de taça e pedindo para conservá-lo ao ouvido. Retirou-se à regular distância e falou para outro objeto de forma similar que levava nas mãos. D. Pedro deu um pulo subitamente e exclamou: “Santo Deus, isto fala!”.

– Meus parabéns, Mr. Bell. Quando a sua invenção for posta no mercado, o Brasil será o seu primeiro freguês estrangeiro.

Cumpriu a palavra. Em Boston foram recebidas encomendas do Rio de Janeiro muito antes que o telefone fosse comercialmente explorado. Quando voltou dos Estados Unidos, mandou instalar linhas telefônicas entre o Palácio da Quinta da Boa Vista e as residências de seus ministros.

D. Pedro II correspondia-se regularmente com as sociedades científicas e cientistas da Europa. São célebres as suas cartas

com Pasteur, tendo este colaborado com o Brasil nos graves problemas de saúde pública como o da raiva, da febre amarela e da cólera.

D. Pedro II foi, sem dúvida, um grande incentivador e primeiro divulgador da ciência no Brasil. Em 5 de dezembro de 1891 falecia em Paris o nosso grande monarca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Alexandra Osório. O Império ligado na ciência. São Paulo: Folha de São Paulo, 3 dez. 2000.
- AULER, Guilherme. Os bolsistas do imperador. Petrópolis: Tribuna de Petrópolis, 1956.
- FORNARI, Ernani. O "incrível" Padre Landell de Moura. Rio de Janeiro: Globo, 1960.
- GUIMARÃES, Argeu. D. Pedro II nos Estados Unidos. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1961.

GUIMARÃES, Fernando Luiz Campos (org.). José Bonifácio cientista. Rio de Janeiro: Mailty Comunicação e Editora, 1988.

MAGALHÃES, Gildo. Telecomunicações. In: VARGAS, Milton. História da técnica e da tecnologia no Brasil. São Paulo: UNESP/CEETEPS, 1995.

MOTOYAMA, Shozo (org.). 500 anos de ciência e tecnologia no Brasil. In: FAPESP pesquisa n. 52. São Paulo: FAPESP, 2000.

SCHWARCZ, Lilia Moritz. As barbas do imperador. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

www.emfa.pt/museu/histavi.htm

www.rudnei.cunha.nom.br/FAB/port/bartholomeu-de-gusmao.html

Para contato com os autores:

Diamantino Fernandes Trindade
diafetri@hotmail.com

Lais dos Santos Pinto Trindade
dilais@bol.com.br



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO PAULO
Rua Pedro Vicente, 625 - Canindé - São Paulo - SP - CEP 01109-010