

Volume 11 Número 3 Dezembro de 2011

ISSN 1519-8022

# REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG



UNIVERSIDADE IGUAÇU

---

# REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG

---

**Direitos exclusivos para esta edição:**  
**Universidade Iguazu, UNIG, Nova Iguazu, RJ**  
**Impresso no Brasil**

Os artigos desta revista são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos nela publicados, desde que seja citada a fonte.

## **Supervisor Editorial**

*Antônio Filipe Falcão de Montalvão, UNIG*

## **Corpo Editorial**

*Adriana Degrossoli, IOC/FIOCRUZ*  
*Alcina Frederica Nicol, IOC/FIOCRUZ*  
*André Luis Almeida Souza, FIOCRUZ*  
*Antônio Filipe Falcão de Montalvão, UNIG*  
*Antonio Neres Norberg, UNIG*  
*Bruna Oliveira e Carvalho, FAMESC*  
*Camilla Ramalho Duarte, UNIG*  
*Carlos Henrique Medeiros de Souza - UENF*  
*Clélia Christina Corrêa de Mello Silva, IOC/ FIOCRUZ*  
*Edwin Almerto Pile Maure – INIDA/Cabo Verde*  
*Fabiano Gerra Santos – FAMESC*  
*Francisco Antônio Caldas Andrade Pinto, UNIG*  
*Gilberto Sales Gazeta - FIOCRUZ*  
*Gilda Maria Sales Barbosa, UNIG*  
*Jeison Saturnino de Oliveira, UFS*  
*Jerônimo Alencar – FIOCRUZ*  
*José Tadeu Madeira de Oliveira,, UNIG*  
*Luís Guilherme Barbosa, UNIG*  
*Marcos Barbosa de Souza – FIOCRUZ*  
*Mauro Célio de Almeida Marzochi – FIOCRUZ*  
*Miguel Angel Aguilar Uriarte - UAA*  
*Nicolau Maués Serra Freire - FIOCRUZ*  
*Paulo Fernando Neves Rodrigues, FAU/UFRJ*  
*Raimundo Wilson de Carvalho – FIOCRUZ*

**REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA / Universidade Iguazu, v.11, n°2 (Dezembro 2011)**  
**Nova Iguazu - Rio de Janeiro: Gráfica Universitária, 2011.**

Semestral : ISSN 1519-8022

1. Ciências Exatas e Tecnológicas – Periódicos. I. Universidade Iguazu

---

# REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA

A revista tecnológica da UNIG

---

## **Objetivo e Escopo**

REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA é uma publicação de distribuição gratuita, editada semestralmente pela Universidade Iguazu, com o objetivo de divulgar *trabalhos científicos inéditos e artigos de revisão*, cobrindo temas das diversas áreas de ensino e pesquisa da Universidade Iguazu.

## **Informações para submissão de artigos**

Os interessados em submeter artigos para publicação deverão enviá-los ao endereço abaixo, em duas cópias, impressas em papel formato A4 (impresso somente de um lado da folha), coluna única, com espaçamento simples e letra Times New Roman tamanho 12, acompanhadas dos respectivos arquivos eletrônicos (e-mail ou CD), contendo o texto editado em Microsoft Word, figuras e tabelas necessárias. Com o intuito de agilizar a edição, recomenda-se que as figuras e tabelas sejam embutidas no texto já em suas respectivas posições. A primeira folha deve conter o *título do trabalho*, *nomes e endereços* completos dos autores e um *resumo* de, no máximo, 250 palavras. O corpo do trabalho deve ser subdividido em seções numeradas com algarismos arábicos. As referências devem ser numeradas em ordem de citação no corpo do texto. No final deve constar o resumo na língua inglesa com as palavras chave. O artigo completo não deve exceder 15 páginas, incluindo figuras e tabelas.

## **Revisão dos artigos**

Todos os artigos serão revisados por especialistas, membros do corpo editorial, ou, caso haja necessidade, revisores externos serão convidados. Neste caso, os nomes de tais revisores serão informados nos respectivos exemplares. No caso da aceitação do artigo estar condicionada às considerações feitas pelos revisores, estas serão repassadas ao autor para que o próprio faça as devidas modificações no artigo, reenviando-o para o corpo editorial. Após aceitação ou não do trabalho, os autores serão notificados. O material enviado para revisão não será, em hipótese alguma, retornado ao autor.

## **Endereço para submissão de artigos**

Os artigos devem ser submetidos para:

*Antônio Filipe Falcão de Montalvão*

UNIVERSIDADE IGUAÇU

Assessoria de Pesquisa

Av. Abílio Augusto Távora 2134, Nova Iguaçu, RJ

E-mail: [revista.unig@gmail.com](mailto:revista.unig@gmail.com)

**Chanceler**

*Dr. Fábio Raunheitti – in memorian*

**Presidente da Mantenedora**

*Dr. Eduardo Moilli*

**Reitor**

*Prof.<sup>o</sup>. André Nascimento Monteiro*

**Pró-Reitor Administrativo**

*Dr. José Carlos de Melo*

**Coordenação de Ensino**

*Prof.<sup>a</sup>. Cláudia Valéria Costa dos Santos Leite*

**Coordenação de Extensão e Assuntos Comunitários**

*Prof.<sup>a</sup>. Idália Maria Pereira de Miranda*

**Diretor Geral do Campus V - Itaperuna**

*Prof.<sup>o</sup>. Roger Leite Soares*

**Secretária Geral**

*Adilene Costa das Neves*



**Universidade Iguaçu**

Av. Abílio Augusto Távora, 2134 – CEP 26.260-000

Nova Iguaçu – RJ – Brasil – Tel.: 2666-2001

[www.unig.br](http://www.unig.br)

**Editorial**

- Estudo comparativo entre um aquecedor solar de baixo custo e um comercial:  
as eficiências térmicas experimentais sob a influência dos ventos ..... 7**  
Júlio César Penereiro, Denise Helena Lombardo Ferreira, Livia de Lima e Silva e Monica  
Cristina Meschiatti
- Estudos e modelagens da carga humana do caminhar sobre estruturas ..... 29**  
Wendell Diniz Varela
- Os conceitos do Programa 5S aplicados à gestão de saúde e segurança no  
trabalho portuário ..... 46**  
Pedro Paulo Zucarato
- Mensuração alternativa do risco sistêmico do desempenho bancário ..... 54**  
Francisco Antônio Caldas de Andrade Pinto
- Reconhecimento Automático de Tatuagens ..... 70**  
Marcelo Musci
- PURI OR NOT PURI? THAT'S THE QUESTION! ..... 77**  
Giovani Scaramella

## **Editorial**

Desde a primeira publicação, abril de 2000, a Revista de Ciência & Tecnologia tem sido um veículo de divulgação ampla dos trabalhos científicos e artigos de revisão produzidos pelo corpo docente da Universidade Iguazu e por professores e pesquisadores de outras unidades de ensino. O contínuo sucesso deste periódico está diretamente condicionado à alta qualidade dos artigos aqui publicados. Com o objetivo de agilizar a divulgação do conteúdo de cada número, a revista está disponível na versão eletrônica para impressão no endereço <http://www.unig.br>. Ratificamos o convite à comunidade científica para que participe da revista, remetendo seus artigos ao Corpo Editorial da Revista de Ciência & Tecnologia. A publicação de artigos é fundamental na divulgação de nossas pesquisas.

Antônio Filipe Falcão de Montalvão

## **Estudo comparativo entre um aquecedor solar de baixo custo e um comercial: as eficiências térmicas experimentais sob a influência dos ventos**

Júlio César Penereiro<sup>1</sup>, Denise Helena Lombardo Ferreira<sup>2</sup>, Livia de Lima e Silva<sup>3</sup>  
e Monica Cristina Meschiatti<sup>4</sup>

<sup>1</sup> E-mail: [jcpenereiro@puc-campinas.edu.br](mailto:jcpenereiro@puc-campinas.edu.br)

<sup>2</sup> E-mail: [lombardo@puc-campinas.edu.br](mailto:lombardo@puc-campinas.edu.br)

<sup>3</sup> E-mail: [ls\\_livia@hotmail.com](mailto:ls_livia@hotmail.com)

<sup>4</sup> E-mail: [monicameschiatti@hotmail.com](mailto:monicameschiatti@hotmail.com)

<sup>1,2,3,4</sup> Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias - CEATEC  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUC-Campinas  
Rodovia D. Pedro I, km 136 – Parque das Universidades.  
CEP: 13086-900 – Campinas – SP.

### **Resumo**

O presente trabalho consiste em um estudo experimental sobre o efeito da velocidade do vento em sistemas de aquecimento solar d'água com dois diferentes coletores, nos quais o gradiente de temperatura é suficiente para circular a água por termossifonagem. Foram avaliados experimentalmente os desempenhos dos sistemas, um empregando materiais de baixo custo e de fácil acesso à população, o outro existente no comércio e feito de metal. Com o intuito de obter a eficiência instantânea e média de cada coletor e a influência do vento sobre essas quantidades, foi desenvolvido um sistema automático de medidas das temperaturas, irradiação solar e velocidades do vento, empregando sensores intermediados com placas microcontroladoras e interfaciadas com um microcomputador. São descritos os procedimentos experimentais, os instrumentos e os sistemas térmicos, usados nas análises. Realizaram-se levantamentos das curvas de respostas dos coletores solares em vários ensaios em diferentes regimes de ventos e, assim, calcularam-se as medições das eficiências dos equipamentos pelo uso de um software específico. Os resultados obtidos são apresentados graficamente e comparados entre si, verificando que a eficiência térmica resultante do coletor de metal com cobertura de vidro transparente superou em 18,7% a do coletor de PVC sem cobertura.

*Palavras-chaves:* coletores solares, sistema fechado em aquecedores solares, aquecimento solar de água, medida de eficiência térmica.

### **1. Introdução**

Nos últimos anos muito se discutiu sobre a temática das energias renováveis, em particular da energia solar na conversão em energia térmica e na geração fotovoltaica. Talvez, um dos principais marcos destas

discussões tenham sido as realizações de vários trabalhos e encontros científicos para questionar metas, diretrizes e ações necessárias para garantir o desenvolvimento de fontes renováveis na matriz energética brasileira.

A possibilidade da aplicação de novas tecnologias na geração de energia renovável pode representar um importante vetor de desenvolvimento social e econômico para diferentes comunidades, isoladas ou não, de diversas regiões do país. Este tipo de iniciativa é fundamental para as estratégias que buscam a sustentabilidade do desenvolvimento e a democratização do acesso à energia em suas formas mais adequadas, favorecendo, dentre outras coisas, a geração de empregos, a melhoria da qualidade de vida de milhares de pessoas, o melhor uso das dimensões continentais e da diversidade de fatores sociais, econômicos e ambientais inerentes do Brasil.

Em particular, a geração descentralizada de energia, aproveitando recursos de um dado local ou ainda de regiões de difícil atendimento pelos atuais sistemas convencionais, possibilita o favorecimento e o estímulo à auto-produção e a geração independente de energia. Talvez essa seja uma das soluções mais adequadas e de menor custo global.

Para se ter uma ideia das dimensões desse problema, segundo destacou o “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística” (IBGE), em 1994, das cerca de 5,8 milhões de propriedades rurais do país apenas 1,6 milhão (27,5%) estavam ligadas a rede elétrica, o que equivale a cerca de 26 milhões de pessoas no meio rural sem os benefícios trazidos pela eletricidade [1]. Atualmente, diversos setores do governo vêm se esforçando para minimizar essa situação, porém, com a elevação da taxa de crescimento de consumo desenfreado de energia elétrica e a falta de investimentos na ampliação do parque energético brasileiro, a eminência de outro “apagão energético”, como os ocorridos em 2001 e 2002, torna-se eminente.

Vale ressaltar que mais de 6% do consumo de energia elétrica brasileiro é destinado ao aquecimento d’água em edificação residencial. Para as “Centrais Elétricas Brasileiras S.A.” (Eletrobrás), o aquecimento d’água é responsável por 24% do consumo final de eletricidade do setor residencial [2]. O uso de chuveiros elétricos convencionais, presentes em quase 73,5% dos lares brasileiros, ocasiona um elevado pico da curva de carga do sistema elétrico nacional. A concentração do horário de uso e a elevada potência desses dispositivos (4.400 a 8.200 W) acarretam elevados investimentos para o setor elétrico visando o fornecimento dessa modalidade energética.

Não obstante, o uso direto da energia solar para o aquecimento d’água, ambientes, secagem de grãos, destilação d’água, cocção de alimentos em fornos solares, dentre outros, é uma das principais opções de valorização das energias renováveis.

No Brasil, apesar do tímido estímulo governamental ao desenvolvimento e uso de coletores solares, o número de instalações tem se ampliado desde o início dos anos oitenta. Segundo a “Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento” (ABRAVA), no momento são 6 milhões de metros quadrados de área acumulada de aquecedores solares instalados, o equivalente a 750 campos de futebol, gerando 4.000 MWth<sup>1</sup> de energia térmica. Ou, ainda, equivalente ao dobro da capacidade das Usinas Nucleares Angra I e II somadas [3]. De acordo ainda com essa entidade, em 2015, o país deverá chegar aos 15 milhões de metros quadrados de coletores, caso mantenham-se os atuais índices de crescimento do setor. Esse êxito

---

<sup>1</sup> O termo *megawatt térmico* (MWt ou MWth) corresponde a produção de potência térmica de 10<sup>6</sup> watt térmico (símbolo: Wt ou Wth).

deve-se a parceria entre fabricantes nacionais, concessionárias de energia elétrica, universidades e centros de pesquisa.

Nos sistemas de aquecimento d'água por meio do aproveitamento da energia solar, seus componentes (coletores, reservatórios, trocadores de calor, fonte auxiliar de calor e tubulações) podem apresentar-se sob diversas configurações. A água aquecida para o consumo pode receber o calor diretamente no coletor (*sistema direto*), ou por meio de um líquido refrigerante que, após receber a energia térmica no coletor, o transfere à água em um trocador de calor (*sistema indireto*). Esses sistemas podem ainda ter a circulação da água, entre o reservatório de armazenamento e os coletores ou trocadores de calor, realizada por intermédio de bombeamento, denominado sistema ativo, ou por meio do efeito de termossifonagem, chamado sistema passivo, conforme designação encontrada na literatura [4; 5 e 6]. Nesse último sistema, a água é aquecida pelos coletores solares e sua circulação é realizada devido às diferenças de densidade ocasionada pelas variações das temperaturas entre os coletores e o reservatório, provocando um gradiente de pressão que estabelece o movimento do fluido. As condições em que devem ser instalados os coletores em relação ao reservatório e os tubos hidráulicos de ligação, no que diz respeito ao desnível e isolamento destas tubulações, no sentido de aperfeiçoar o funcionamento do sistema termossifão, foram analisadas em detalhes no trabalho desenvolvido por Vaxman e Sokolov [7].

No Brasil, por mais de duas décadas, os sistemas diretos têm sido os mais usados, principalmente em residências isoladas, aproveitando a energia potencial do reservatório superior e o efeito de termossifonagem para a movimentação da

água nos coletores. Normalmente, a capacidade do reservatório adotada nessa aplicação varia entre uma vez a uma vez e meia o consumo diário médio estimado. Para compensar os dias de insolação insuficiente, eventualmente adota-se uma fonte auxiliar de calor, como uma resistência elétrica instalada diretamente no interior do reservatório de armazenamento.

Com relação ao desempenho dos aquecedores d'água que aproveitam a energia solar, tem sido realizados vários estudos do comportamento de seus componentes sob diversas configurações de instalação. Devido a essas pesquisas, algumas metodologias para a determinação da eficiência térmica em coletores foram propostas no sentido de organizar e padronizar as informações encontradas. É o caso das sugestões feitas pela "American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers" (ASHRAE) [8] e por Bosanac e Nilsen [9]. Geralmente, esses métodos são aplicados em condição de funcionamento do sistema em regime permanente. Para sistemas ativos, isto é, onde a avaliação da eficiência térmica do sistema é submetida a um regime não permanente, outros trabalhos foram desenvolvidos [10; 11 e 12].

O desempenho de um projeto de implantação, gerenciamento e operação de um sistema de aquecimento solar d'água de forma a garantir eficiência e segurança, impõe o conhecimento minucioso do seu comportamento, monitoramento e controle dos processos termodinâmicos e hidráulicos envolvidos. Embora vários estudos tenham sido feitos, persistem dúvidas em relação à adoção dos parâmetros que influenciam o funcionamento de um aquecedor solar. Dentre os diversos parâmetros envolvidos, um até então pouco estudado é a influência

da velocidade do vento incidente num coletor solar.

O presente trabalho analisa os comportamentos de dois sistemas de aquecimento solar d'água empregando materiais diferentes em suas confecções, adotando o sistema passivo de funcionamento (termossifão). Um dos coletores empregados, normalmente destinado às residências populares, foi desenvolvido e construído artesanalmente, empregando materiais de baixo custo como tubos e perfis extrudados de PVC (cloreto de polivinila) [13]. O outro coletor é metálico (usando alumínio, cobre e uma cobertura transparente de vidro), como aos existentes à venda no comércio e destinados às edificações residenciais e comerciais. Por meio de vários ensaios experimentais empregando diferentes tipos de sensores e dispositivos de medições, conectados a duas placas microcontroladoras que enviam sinais específicos para um microcomputador, foram realizados estudos comparativos da influência do vento incidente em diferentes intervalos de velocidades. Esses estudos visaram inferir a eficiência térmica instantânea e média desses coletores (PVC e Metal). Por intermédio desses recursos, foi possível determinar, empregando as curvas de respostas das eficiências térmicas médias totais, que no coletor de Metal com cobertura transparente de vidro superou em 18,7% a eficiência média total do coletor de PVC desprovido de cobertura. Além disso, foi observado, sob as várias condições de funcionamento, que o sistema por termossifão desempenhou uma habilidade singular para manter o equilíbrio dos parâmetros termodinâmicos necessários para as medidas das eficiências dos dois coletores analisados.

## 2. Materiais e métodos

O trabalho foi desenvolvido integralmente no Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias (CEATEC) da PUC-Campinas, em Campinas/SP, localizado na latitude 22°49'39"S, longitude de 47°03'52"W e a uma altitude média de 620 m. Para implementá-lo foram desenvolvidos dois equipamentos de aquecimento d'água empregando um sistema hidráulico do tipo passivo direto (termossifonagem).

Como descrito por Penereiro, Melo e Coradi [13], o primeiro equipamento foi construído de forma artesanal sendo a montagem da parte principal do coletor solar plano feita em PVC e sem cobertura de vidro. No segundo equipamento utilizou-se um coletor de padrão metálico (alumínio e cobre) existente no mercado, neste caso todo sistema de coleta de radiação solar foi envolvido com uma cobertura de vidro transparente para provocar um "efeito estufa" interno.

Ambos coletores foram construídos numa bancada de ensaio, sendo que a mesma foi devidamente equipada com sensores de temperaturas e dispositivos de medições de irradiação solar e velocidades de ventos. Todo sistema térmico, assim como o sistema de aquisição de dados utilizado, serão discutidos em detalhes nas seções subsequentes.

Alguns trabalhos teóricos e experimentais visando medidas das eficiências térmicas quando se empregam coletores solares de baixo custo foram realizados por outros autores [13; 14; 15 e 16], no entanto todos abordaram linhas de pesquisas diferenciadas da que será discutida aqui. O intuito dessa pesquisa é realizar um estudo comparativo entre os dois tipos de coletores citados acima, principalmente no que concerne aos valores das medições inferidas para as eficiências térmicas

instantâneas e médias desses dispositivos, tendo como influência o vento incidente.

### 2.1. Coletor Solar de PVC

O perfil de PVC extrudado, desenvolvido pela “Indústria de Plásticos TWB Ltda.”, compõe a parte principal do coletor solar plano de baixo custo. A montagem, realizada de forma artesanal, empregou tubos de PVC de  $\frac{3}{4}$  de polegada que foram cortados longitudinalmente de forma que as abas dos perfis de PVC pudessem ser dobradas para dentro ou até mesmo quebradas quando necessário, sendo fixados com um adesivo epóxi da marca Araldite. Este processo apresenta como vantagem o baixo custo para pequenas quantidades, mas possui como desvantagem a baixa estanqueidade das bordas, uma vez que elas foram coladas. Nesse sentido, a manutenção periódica do coletor de PVC se faz necessária. O passo seguinte à montagem foi lixar a superfície do coletor plano e pintá-la com tinta esmalte sintético de cor preta fosca para melhor absorver a irradiação solar. Os detalhes dos procedimentos da construção e montagem do coletor de PVC podem ser verificados em [13].

De uma forma geral, o dispositivo apresenta facilidades no transporte e manuseio devido ao peso (quando seco é de aproximadamente 2,37 kg) e as dimensões (1,89 m X 0,90 m). Após todos os cuidados inerentes do processo de montagem artesanal, foi instalado o sistema hidráulico.

### 2.2. Coletor Solar Comercial de Metal

Principalmente devido à resistência e durabilidade, o padrão comercial de coletores solares emprega materiais metálicos, como o alumínio e cobre. Além

desses, geralmente utiliza-se uma cobertura de vidro transparente (espessura de 8,0 a 10,0 mm) envolvida por uma estrutura de alumínio que é fixada ao corpo do sistema térmico na face voltada para o Sol. Essa cobertura visa criar um ambiente que permite a conservação da irradiação solar coletada. O coletor adotado no presente trabalho foi o de modelo “Standard Master Plus”, desenvolvido pela “Empresa Atual Ind. e Com. de Aquecedores Solares Ltda.” (Mogi Guaçu, SP). Quando sem água esse dispositivo possui um peso de aproximadamente 14,75 kg, sendo suas dimensões de 1,82 m X 0,91 m, ou seja, quase igual a área de coleta de irradiação solar do coletor de PVC descrito previamente.

### 2.3. A bancada de ensaios

Para realização dos ensaios experimentais decidiu-se construir, também de forma artesanal, uma montagem utilizando um reservatório plástico d'água feito em PVC, com capacidade para 100 litros. Esse reservatório foi isolado termicamente empregando em suas paredes internas placas EPS (poliestireno expandido) e revestido com plástico negro. Os dois coletores solares (PVC e Metal) foram instalados e fixados sobre um telhado confeccionado em telhas produzidas com resíduos de fibras vegetais e betume (marca: Onduline), dimensões total de 2,20 m X 2,70 m (Figura 2.1).

O sistema de aquecimento foi alimentado com água da rede hidráulica, sendo o fluxo hídrico controlado por uma boia d'água, por válvulas do tipo agulha e por registros de esfera. Esse fluxo, independente para cada coletor, foi controlado à vazão média de 0,020 [Kg/s], medida por meio de um fluxímetro

volumétrico com sinal elétrico. Em todas as tubulações da bancada de ensaios foram utilizados tubos, conexões e registros em PVC de ½ polegada, pois esses materiais apresentam baixo custo e possuem boa flexibilidade, facilitando as montagens em curvas e eventuais desníveis. A única exceção foi realizada junto à tubulação próxima aos coletores onde, nesses casos, foram usadas tubulações maleáveis empregando conduíte plástico negro. Para evitar a troca de calor com o ambiente, todas as tubulações foram protegidas com papel alumínio de uso doméstico.



**Figura 2.1** – Bancada de ensaios em seu formato final com os dois coletores solares (PVC e Metal), o reservatório d’água e os dispositivos de aquisição de dados.

O telhado onde os coletores foram fixados permite ajustes do ângulo de incidência da irradiação solar. Entretanto, para oferecer uma menor variação do fluxo de irradiação ao longo do ano, a bancada com os coletores fixados foi ajustada e direcionada para o norte geográfico empregando o método do gnômon, isto é, por meio do uso de um ponteiro que marca a altura do Sol pela direção da sombra projetada. No sentido de otimizar o fluxo de energia solar incidente ao longo do ano,

fixou-se a inclinação de 31° em relação a horizontal do local. A imagem da Figura 2.1 mostra alguns detalhes da bancada de ensaio na fase de instalação, com os coletores solares presos ao telhado, além do reservatório d’água e toda a instrumentação para a aquisição de dados experimentais que será descrita a seguir.

#### **2.4. Instrumentação e aquisição dos dados experimentais**

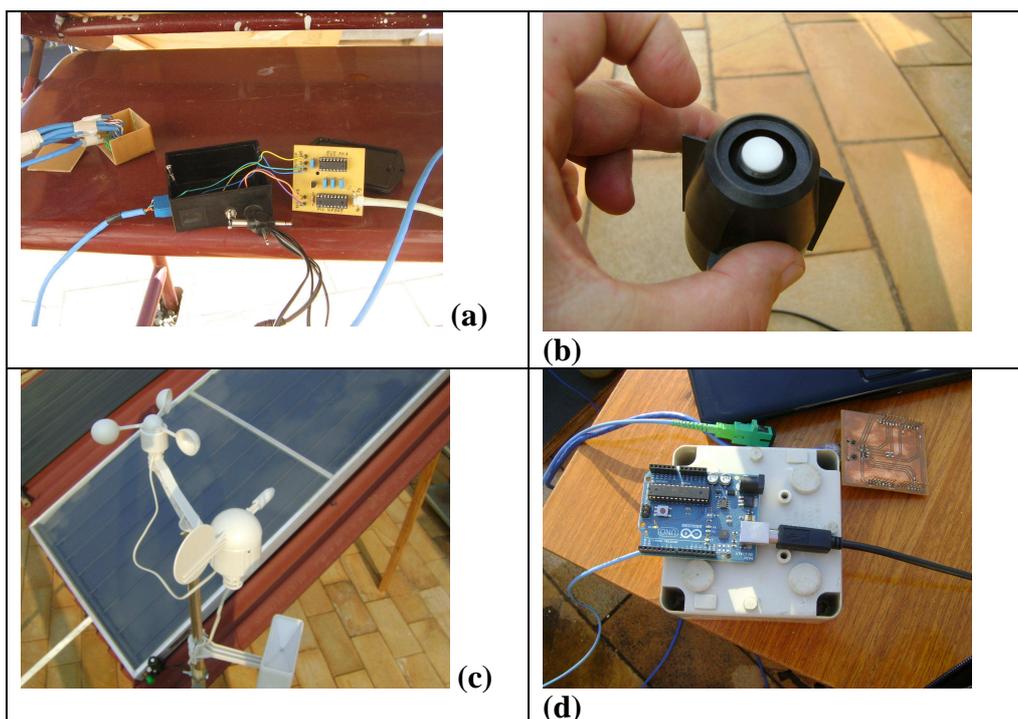
Visando medir as eficiências térmicas dos coletores solares montados sobre a bancada de ensaios realizou-se a instrumentação da mesma. Foram empregados seis sensores digitais de temperaturas (modelo: DS1820, faixa de medida: -55°C a +125°C; precisão de leitura de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ; fabricante: Dallas Semiconductor), acoplados a uma placa controladora conectada por meio da entrada RS232 de um microcomputador tipo PC (Figura 2.2a). Cada sensor foi inserido no circuito hidráulico por meio de um acessório em PVC no formato de T, com tampa rosqueada pela qual foi feito um furo para a inserção do dispositivo de medição. Para promover a estanqueidade do furo por onde passa a fiação, foi empregada uma cola epóxi Araldite. Os pontos escolhidos foram ao longo das tubulações na entrada e saída da água de cada coletor solar, dentro do reservatório d’água e à sombra. Nesse último caso, a intenção foi fazer um acompanhamento da temperatura do ar e compará-la com as medidas registradas e fornecidas pelo “Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura” (CEPAGRI-UNICAMP).

Os dados da irradiação solar foram obtidos com emprego de um Solarímetro (ou Pirômetro) modelo CMP22 (Figura 2.2b), fabricante: Kipp & Zonen. Para as medidas

das velocidades dos ventos foi utilizado um Anemômetro da marca Oregon, modelo WMR928NX (Figura 2.2c). Esses dois equipamentos foram montados ao lado da bancada de ensaios e conectados ao microcomputador tipo PC, usando uma placa do tipo ARDUINO [17] (Figura 2.2d), modelo: Duemilanove 2009 AVR ATmega328, que possibilitou registrar todas as medições durante cada ensaio experimental.

Além desses equipamentos de medições, informações relativas à temperatura ambiente, umidade relativa do ar,

precipitação pluviométrica e pressão atmosférica foram coletadas de hora em hora ao longo de cada ensaio, por intermédio dos dados fornecidos via on-line no sistema do CEPAGRI-UNICAMP, na Estação Meteorológica Automática – Campus UNICAMP, por meio do acesso direto no endereço eletrônico: [www.cpa.unicamp.br](http://www.cpa.unicamp.br). Esse centro de pesquisa foi escolhido por se encontrar a menos de 3 km do local onde foi instalada a bancada de ensaios, favorecendo uma alternativa de comparações de dados climáticos no momento das medições experimentais.

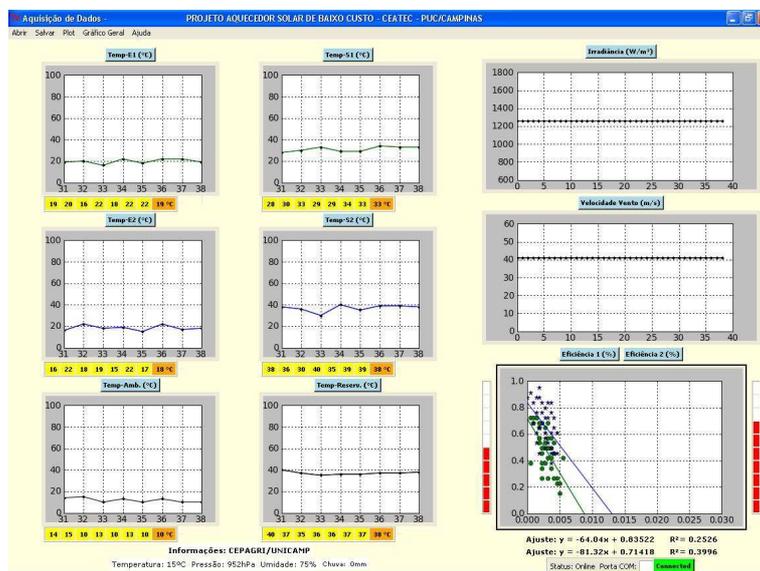


**Figura 2.2** – Sistema de aquisição de dados dos aquecedores solares. (a) Placa controladora dos sensores de temperaturas; (b) Solarímetro; (c) Anemômetro e (d) Placa ARDUINO para leitura dos dados de irradiação solar e velocidades de ventos.

A calibração de cada dispositivo citado anteriormente foi realizada de forma separada e previamente aos ensaios experimentais. Para os sensores de temperatura foram realizadas comparações dos sinais adquiridos pelas leituras no monitor do microcomputador com os valores medidos com um termômetro de mercúrio, empregando um Becker contendo água que foi aquecida de maneira controlada por meio de um aquecedor elétrico manual. Por meio de análises gráficas foi possível certificar que os sensores empregados eram de boa qualidade e estavam operando em condições ideais para os regimes de temperaturas que os coletores solares deviam estar operando [13].

Tanto o Solarímetro como o Anemômetro foram calibrados obedecendo as informações contidas nos manuais técnicos desses respectivos equipamentos.

Um procedimento computacional específico para o reconhecimento dos sensores de temperaturas, Solarímetro, Anemômetro, além da leitura das medições registradas por esses, foi especialmente desenvolvido em programação PYTHON, utilizando o ambiente de desenvolvimento ECLIPSE. O programa, além de reconhecer cada dispositivo empregado pelas portas USB (para o ARDUINO) e RS232 (para a placa microcontroladora), interpreta o valor da medição num determinado instante e gera gráficos, bem como atualiza um arquivo de dados contendo informações do horário e os valores de todas as medições. Todas as medições foram armazenadas em arquivos compatíveis ao *Microsoft Excel*, possibilitando ser analisadas por qualquer usuário.



**Figura 2.3** – Ilustração de uma tela gerada pelo programa PYTHON para o procedimento de aquisição de dados dos coletores solares num determinado ensaio experimental.

A Figura 2.3 ilustra uma tela gerada no microcomputador, destacando um exemplo do processo de aquisição de dados durante um ensaio experimental. Na figura é possível identificar (à esquerda e ao centro) os gráficos gerados por cada sensor de temperatura, Solarímetro (em cima e à direita), Anemômetro (no meio e à direita), a medida e o cálculo da eficiência térmica instantânea de cada aquecedor solar empregado (abaixo e à direita), além das informações do CEPAGRI-UNICAMP, todas imprescindíveis para o posterior processo de redução de dados.

### 3. Resultados, comparações e discussões

Normalmente, o objetivo de um aquecedor solar d'água é apenas o de aquecer o fluido num reservatório para posterior uso doméstico e/ou industrial. Nesse trabalho, os coletores solares, montados sobre a bancada de ensaios especialmente desenvolvida, tiveram como objetivo específico realizar medições quantitativas para inferir as eficiências térmicas desses dispositivos devido a influência do vento incidente. Todas as medições apresentadas a seguir foram conquistadas devido ao uso dos sensores de temperaturas, Solarímetro e Anemômetro, operando em conjunto com um microcomputador que os controlavam e realizava as coletas de dados automaticamente. Para essa finalidade, seguindo os passos do trabalho de [5], foi desenvolvido um estudo teórico do comportamento dos coletores solares planos que será descrito a seguir. Posteriormente, foi caracterizado cada coletor solar por meio de parâmetros físicos sugeridos na literatura, usando as medições realizadas em vários ensaios experimentais. As seções seguintes

têm o intuito de expor, em detalhes, como esses procedimentos foram realizados e de que forma se obteve as eficiências térmicas (instantânea e média) em função da velocidade do vento incidente no coletor solar.

#### 3.1. Análise teórica e experimental das eficiências térmicas dos coletores solares

Os ensaios e as coletas das medidas de temperatura e da irradiação solar incidente no aquecedor, atuando na forma de um circuito térmico fechado, permitem identificar os princípios integrados de transmissão de calor. Como explorado por Penereiro, Melo e Coradi [13], pode-se dividir em quatro partes o sistema de aquecimento d'água por energia solar como o aqui utilizado:

- captação da energia solar;
- aquecimento d'água pelo coletor;
- transporte de água entre o coletor e o reservatório;
- o armazenamento d'água.

Outras parcelas do calor transferido são perdidas para o ambiente e por meio dos próprios materiais com que foram feitos os coletores solares. Vários trabalhos desenvolvidos sobre esse assunto têm demonstrado a impraticabilidade de se considerar a totalidade das variáveis que possam influenciar no funcionamento do aquecedor, pelo fato dessas grandezas não exercerem influência significativa no comportamento do equipamento [5, 13, 16 e 18], podendo, por isso, serem em parte negligenciadas. Entretanto, o presente trabalho procura levar em consideração a influência do vento incidente sobre cada coletor empregado, buscando inferir qual o

impacto causado sobre a medida da eficiência térmica, devido o mesmo.

Em cada coletor, considerou-se apenas uma parcela da irradiação solar incidente e que de fato é utilizável para o aquecimento da água. Essa energia útil pode ser avaliada pelo ganho de calor que a água tem, devido à circulação do fluido no coletor por meio do termossifonagem, por meio da relação:

$$Q_u = \dot{m}C_p(T_s - T_e) \quad (1)$$

onde:  $Q_u$  representa o fluxo de energia que chega ao reservatório [W];  $\dot{m}$  é a vazão de massa de água [kg/s];  $C_p$  é o calor específico da água como sendo igual a 4,18605 [J/kg°C];  $T_e$  e  $T_s$  são as temperaturas [°C] da água na entrada e saída do reservatório, respectivamente.

Para medir a eficiência térmica instantânea ( $\eta$ ) foi empregada uma relação simplificada<sup>2</sup>, como sugerida por [5 e 8], que envolve a energia útil do sistema ( $Q_u$ ) e que está relacionada à irradiação solar incidente ( $I_t$ ), além da área do coletor ( $A_c$ ), por intermédio da equação:

$$\eta = \frac{\int_0^t Q_u dt}{A_c \int_0^t I_t dt} = \frac{\dot{m}C_p(T_s - T_e)}{G_T} \quad (2)$$

O termo  $G_T$  é o produto de  $A_c$  por  $I_T$ , representando a irradiação total incidente [W] no coletor.

Os resultados são apresentados em gráficos de  $\eta$  em função de  $\left[\frac{(T_e - T_{amb})}{G_T}\right]$

que procuram caracterizar um determinado coletor solar por meio de dados experimentais. Esses dados experimentais relacionam a eficiência térmica instantânea ( $\eta$ ) como função das três variáveis ( $T_e$ ,  $T_{amb}$  e  $G_T$ ) sendo  $T_{amb}$  a temperatura do meio ambiente no instante da medição.

Os instrumentos e dispositivos de medições utilizados nas análises realizadas desse trabalho permitem obter os seguintes desvios associados às grandezas envolvidas:

- Temperatura de entrada de água no coletor e a temperatura ambiente,  $T_e$  e  $T_{amb}$  respectivamente:  $\pm 0,1$ [°C].
- Diferença de temperatura entre a saída e entrada do coletor,  $T_s - T_e$   $\pm 0,1$ [°C].
- Vazão de água no coletor,  $\dot{m}$ :  $\pm 1,0\%$ [kg/s].
- Área do coletor,  $A_c$ :  $\pm 0,01$ [m<sup>2</sup>].
- Irradiação solar,  $I_t$ ,  $\pm 10$ [W/m<sup>2</sup>].
- Velocidade do vento,  $V_v$ ,  $\pm 2\%$ [m/s].

Para um determinado ponto ensaiado, a relação entre  $\eta$  e  $\left[\frac{(T_e - T_{amb})}{G_T}\right]$  está envolvida de um desvio padrão expresso por:

$$\frac{\sigma_\eta}{\eta} = \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_1}{T_e - T_s}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{\dot{m}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_3}{A_c}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_4}{I_T}\right)^2} \quad (3)$$

Nessa relação,  $\sigma_n$ , ( $n = 0,1,\dots,4$ ) representa o desvio associado à grandeza presente no respectivo denominador da fração.

Definindo a variável  $T^*$  como a grandeza que representa o eixo das abscissas

<sup>2</sup> Desprezaram-se os efeitos climáticos, tais como a umidade relativa do ar e a pressão atmosférica.

nos gráficos  $\left[ \frac{(T_e - T_{amb})}{G_T} \right]$ , para cada ponto aplicou-se a expressão:

$$\frac{\sigma_{T^*}}{T^*} = \pm \sqrt{\left( \frac{\sigma_{T_1^*}}{T_e - T_{amb}} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_{T_2^*}}{G_T} \right)^2} \quad (4)$$

onde:  $\sigma_{T_1^*}$  e  $\sigma_{T_2^*}$  representam os respectivos desvios das grandezas envolvidos nos denominadores.

A Tabela 1 resume a coleta das medidas experimentais realizadas a cada vinte minutos para o ensaio feito no dia 16/fev/11 entre as 09h00 e 17h00 no horário oficial de verão.

Nessa tabela cada termo refere-se ao instante de cada medição. Para o coletor (PVC e Metal) utilizou-se a equação (2) e (3) nas determinações da eficiência térmica e o respectivo desvio padrão ( $\eta \pm \sigma_\eta$ ), enquanto que para o valor do desvio padrão de  $\left[ \frac{(T_e - T_{amb})}{G_T} \right]$  usou-se expressão de ( $\sigma_{T^*}$ ) dado pela equação (4).

Como é possível constatar na tabela, a maior fonte de incerteza sobre os valores de ( $\eta$ ) de cada coletor solar deve-se a medida de  $I_t$ , uma vez que essa informação foi extraída diretamente do sinal registrado pelo Solarímetro. Outra fonte de incerteza está relacionada às medidas das temperaturas, pois a placa controladora de aquisição conectada ao microcomputador (Figura 2.2a) oferece erros cumulativos. Por meio de cálculos empregando a equação (4), registraram-se valores para os desvios padrão da diferença de temperaturas e da eficiência, em cada ponto ensaiado, menores que  $\pm 7,5\%$ , como indicam as respectivas

colunas da tabela associadas a essas grandezas.

A etapa seguinte foi utilizar as informações numéricas contidas em tabelas, semelhantes à descrita acima, nas confecções de gráficos que visam à determinação da eficiência térmica efetiva de cada coletor solar em diferentes ensaios, como descrito a seguir.

### 3.2. Caracterização de um coletor solar de água e a influência do vento incidente

Neste trabalho a caracterização de um determinado coletor solar seguiu o método proposto por Duffie e Beckman [5]. A metodologia desenvolvida por esses autores faz uso de dois parâmetros físicos. O primeiro indica como um coletor absorve a irradiação solar, enquanto que o outro se refere às perdas do calor dissipado pelo dispositivo para o meio. Os parâmetros que também foram propostos pelos autores, e estão relacionados à espessura da placa com que é feito o coletor, o espaçamento da tubulação, as dimensões do isolamento térmico, dentre outros, não foram considerados nas análises do presente trabalho. Diante dessas simplificações, a eficiência térmica instantânea do equipamento ( $\eta$ ) está relacionada com a diferença de temperaturas ( $T_e - T_{amb}$ ), além dos parâmetros que foram propostos pelos autores [5; 13 e 16], por meio da relação:

$$\eta = F_r(\tau\alpha) - F_r U_L \left( \frac{T_e - T_{amb}}{G_T} \right) \quad (5)$$

**Tabela 1** – Informações térmicas e solares e a determinação da eficiência instantânea de cada coletor solar para o ensaio realizado em 16/fev/11

$T_e - T_{amb}$ [°C]	$T_a$ [°C]	$T_s - T_e$ [°C]	$(T_e - T_{amb})/G_t \pm \sigma_{T^*}$ [°Cm <sup>2</sup> /W]	$I_t$ [W/m <sup>2</sup> ]	PVC $\eta \pm \sigma_\eta$	Metal $\eta \pm \sigma_\eta$
0,02	22,9	14,78	0,00001±0,026	973,10	0,6081±0,016	0,7324±0,016
0,30	23,1	17,72	0,00022±0,014	1074,79	0,5876±0,022	0,7302±0,019
10,42	23,5	13,96	0,00643±0,018	951,99	0,5711±0,016	0,6808±0,018
13,73	23,3	21,52	0,00142±0,073	1003,33	0,5649±0,016	0,7102±0,026
27,76	22,1	16,50	0,01631±0,027	1000,46	0,5256±0,015	0,6989±0,015
2,63	23,7	13,26	0,00187±0,019	827,56	0,4355±0,019	0,6432±0,018
2,40	23,6	9,80	0,00235±0,0144	600,03	0,5227±0,016	0,6909±0,020
4,55	24,5	17,72	0,00249±0,017	1074,79	0,5311±0,015	0,5423±0,019
4,73	26,4	24,44	0,00262±0,014	1061,31	0,4274±0,032	0,6051±0,026
5,47	27,3	16,16	0,00314±0,014	1024,90	0,3722±0,016	0,5781±0,022
5,93	28,7	12,75	0,00342±0,013	1019,79	0,4254±0,023	0,5907±0,021
6,39	29,2	15,58	0,00381±0,022	985,08	0,3926±0,023	0,5703±0,016
7,40	30,1	14,21	0,00456±0,040	953,80	0,3640±0,025	0,5602±0,015
8,70	30,3	13,21	0,05592±0,011	915,77	0,3212±0,015	0,5431±0,018
9,70	30,2	16,11	0,00571±0,015	997,64	0,4707±0,022	0,5199±0,020
10,28	30,0	15,58	0,00614±0,013	985,08	0,3488±0,016	0,4772±0,017
7,33	29,8	7,41	0,00701±0,021	615,02	0,2913±0,017	0,4823±0,016
12,23	29,7	17,06	0,00741±0,018	970,46	0,3491±0,016	0,4678±0,016
11,99	29,3	11,14	0,00803±0,031	877,87	0,4508±0,018	0,4422±0,015
30,37	29,0	13,22	0,01951±0,025	914,94	0,3595±0,015	0,4222±0,019
21,76	28,6	17,86	0,01502±0,043	851,56	0,2507±0,046	0,3801±0,016
28,3	28,1	8,71	0,01751±0,012	950,30	0,2211±0,016	0,3601±0,021
3,19	28,3	9,13	0,02010±0,075	935,03	0,2304±0,018	0,3489±0,018
7,79	29,2	6,47	0,02251±0,060	924,16	0,1578±0,016	0,3177±0,016
3,50	27,1	8,95	0,01940±0,064	726,46	0,2101±0,016	0,3012±0,018

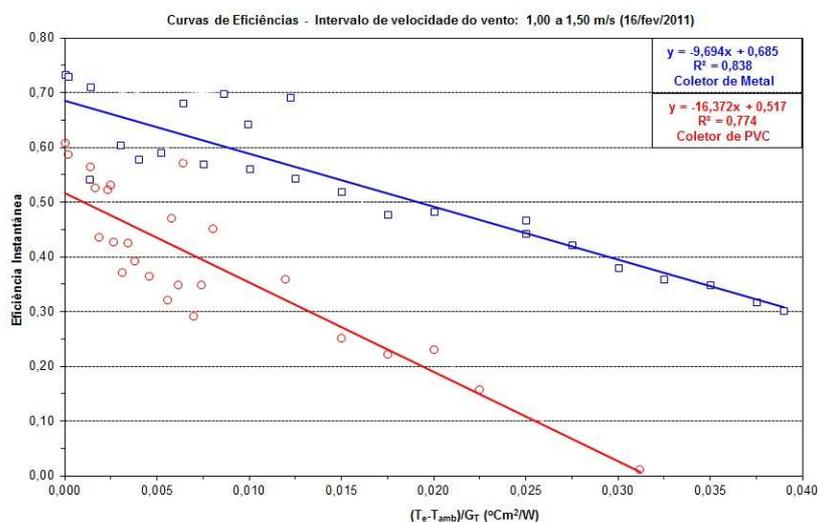
Nesta equação, o termo  $F_r(\tau\alpha)$  representa a parcela de energia radiante absorvida pelo coletor solar (está relacionada com a máxima quantidade de calor possível que pode ser transferida) e depende do coeficiente de correção ( $\tau\alpha$ ), sendo:  $\tau$  a transmitância e  $\alpha$  a absorptância do material empregado [8]. No entanto, o

termo  $F_r U_L$  representa o fator global de transferência de calor que representa as perdas para o meio ambiente.

São esses dois parâmetros,  $F_r U_L$  e  $F_r(\tau\alpha)$ , que caracterizam fisicamente um coletor solar. A título de comparação, para coletores solares feitos em cobre e alumínio, possuindo cobertura de vidro, os valores

típicos encontrados na literatura [19] para  $F_r U_L$  e  $F_r(\tau\alpha)$  são 7,7 [W/m<sup>2</sup>K] e 0,74 [W/m<sup>2</sup>K], respectivamente. Os coletores solares de baixo custo sem cobertura e feitos de PVC extrudado, como o aqui empregado, segundo Mveh [19] apresentaram

desempenho satisfatório com valores de 16,0 [W/m<sup>2</sup>K] para  $F_r U_L$  e 0,61 [W/m<sup>2</sup>K] para  $F_r(\tau\alpha)$ .



**Figura 3.1** – Curvas da eficiência térmica instantânea ( $\eta$ ) versus  $\left[ \frac{(T_e - T_{amb})}{G_T} \right]$  para os coletores de PVC (vermelho) e de Metal (azul) no ensaio realizado em 16/fev/2011. Os dados estão listados na Tabela 1 e foram coletados em condições de ventos com velocidades variando entre 1,00 a 1,50 (m/s).

A partir dos cálculos realizados para a eficiência térmica instantânea ( $\eta$ ), medidos a partir da equação (2) e listados na Tabela 1, foi possível extrair uma relação entre a “Eficiência Instantânea versus  $\left[ \frac{(T_e - T_{amb})}{G_T} \right]$ ” empregando a equação (5), para o ensaio realizado em 16/fev/2011, sob as condições de ventos com velocidades variando entre 1,00 a 1,50 m/s. Isso foi realizado por intermédio do gráfico, onde

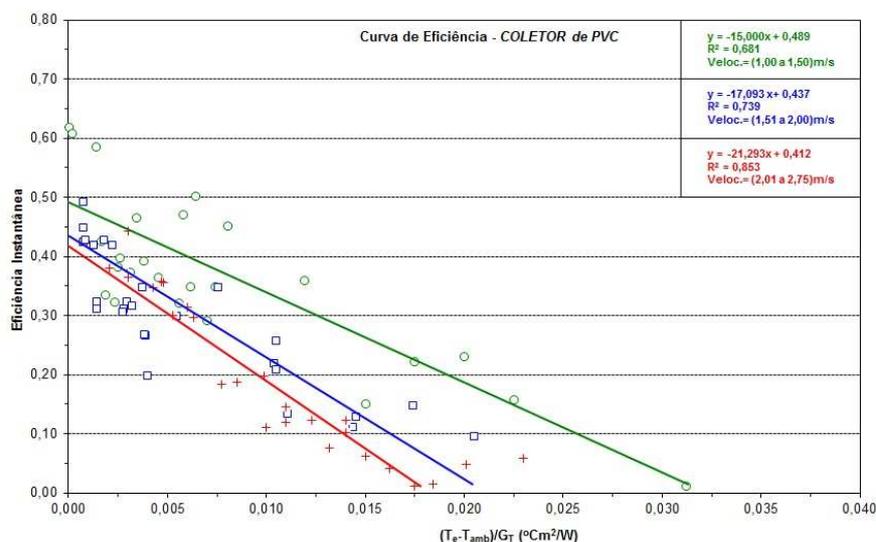
todos os cálculos foram elaborados em planilhas do *Microsoft Excel*, como o mostrado na Figura 3.1. Nesse tipo de gráfico é possível verificar como esses parâmetros se relacionam, nas condições climáticas vigentes por ocasião do ensaio experimental.

Usando a ferramenta “Análise de Tendência”, foram realizados os ajustes lineares mostrados na figura e extraídos os parâmetros térmicos  $F_r(\tau\alpha)$  e  $F_r U_L$  de cada coletor aqui discutido. As retas

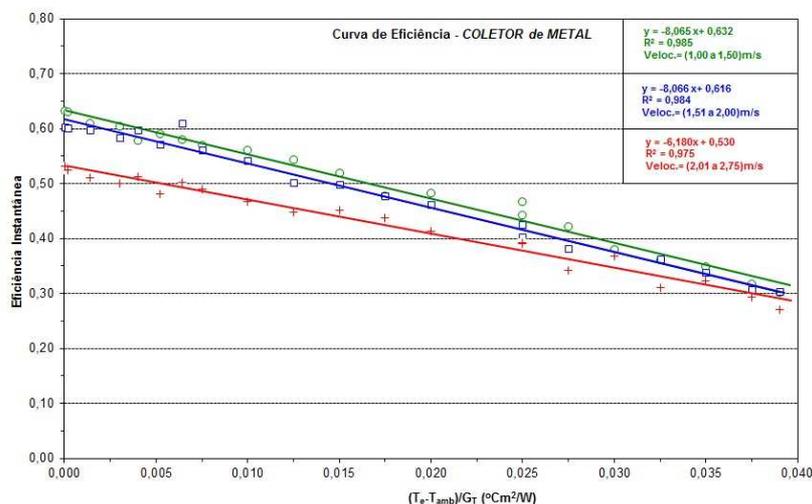
ajustadas nos gráficos interceptam o eixo vertical nos pontos (0,0 ; 0,517) e (0,0 ; 0,685), e representam as eficiências máximas instantâneas que os coletores de PVC e Metal apresentaram naquele ensaio (caracterizando para cada um o parâmetro  $F_r(\tau\alpha)$ ), respectivamente. As inclinações das retas informam a respeito das perdas térmicas (que são caracterizadas pelos parâmetros  $F_r U_L$ ). Podem ser inferidos a partir dos ajustes lineares e correspondem a  $F_r \cdot (\tau\alpha) = -16,372$  para o coletor de PVC e  $F_r \cdot U_L = -9,694$  para o de Metal. Esses valores, quando comparados aos trabalhos de Niemeyer [14], Pereira e colaboradores [15] e Mveh [19], indicam que as

características físicas medidas para o coletor solar aqui desenvolvido são satisfatórias.

As Figuras 3.2a e 3.2b mostram os comportamentos das eficiências instantâneas dos coletores de PVC e Metal, respectivamente, adotando o mesmo método discutido acima, para diferentes ensaios realizados em condições de ventos com velocidades variando entre 1,00 a 1,50 (m/s) (ajuste em verde); 1,51 a 2,00 (m/s) (ajuste em azul) e 2,01 a 2,75 (m/s) (ajuste em vermelho). Os ajustes lineares estão indicados nas laterais das figuras e revelam o valor da eficiência térmica em cada situação, além da qualidade dos ajustes por meio dos valores do teste estatístico ( $R^2$ ).



**Figura 3.2(a)** – Determinação das eficiências térmicas instantâneas ( $\eta$ ) para coletor de PVC (superior) como dependência das velocidades de ventos. As medidas foram obtidas em vários dias ensaiados e em diferentes condições de ventos, com velocidades variando entre 1,00 a 1,50 (m/s) (ajustes em verde); 1,51 a 2,00 (m/s) (ajustes em azul) e 2,01 a 2,75 (m/s) (ajustes em vermelho).



**Figura 3.2(b)** – Determinação das eficiências térmicas instantâneas ( $\eta$ ) para: coletor de Metal (inferior) como dependência das velocidades de ventos. As medidas foram obtidas em vários dias ensaiados e em diferentes condições de ventos, com velocidades variando entre 1,00 a 1,50 (m/s) (ajustes em verde); 1,51 a 2,00 (m/s) (ajustes em azul) e 2,01 a 2,75 (m/s) (ajustes em vermelho).

Por meio de uma simples inspeção nesses gráficos, é possível perceber a influência causada pelos ventos na determinação da eficiência térmica de cada coletor estudado. Como era de se esperar, os ventos mais intensos afetam de forma considerável o rendimento do coletor de PVC quando comparado ao de Metal. Isso pode ser constatado nos ajustes lineares realizados. Na Figura 3.2a, para o coletor de PVC, verifica-se que as retas ajustadas se afastam na medida em que a velocidade do vento aumenta, enquanto que na Figura 3.2b, para o coletor de Metal, isso não ocorre com tanta evidência. Uma possível explicação para esse fato é o uso da cobertura de vidro no coletor de Metal provocar um “efeito estufa”, mantendo durante maior tempo a energia térmica no interior das tubulações que trocam essa energia com a água,

evitando a perda energética devido a ação do vento para o meio ambiente.

Durante os meses de outubro/2010 a fevereiro/2011 foram realizados vários ensaios independentes, onde sempre se procurou trabalhar em condições de dias ensolarados e no período das 09h00 às 17h00. De forma análoga ao explicado nos ensaios acima descritos, obteve-se as eficiências térmicas instantâneas para os dois coletores simultaneamente, registrando as velocidades dos ventos incidentes em ambos, em cada dia ensaiado. Os ensaios foram direcionados visando coletas de dados nos três intervalos de velocidades descritos anteriormente, descartando aqueles dias que apresentaram ventos com medidas de velocidades fora dos intervalos previstos.

Analisando todos os gráficos dessas eficiências no período em que esse trabalho experimental foi desenvolvido, pode-se

obter a eficiência térmica instantânea ( $\eta$ ) e o respectivo desvio padrão ( $\sigma_{\eta}$ ) dos coletores solares. A Tabela 2 mostra esses valores para cada ensaio realizado no período. Ao final de cada intervalo de velocidade encontram-se os valores da eficiência instantânea média ( $\bar{\eta}$ ) e o desvio padrão dessa medida ( $\sigma_{\bar{\eta}}$ ). Na linha seguinte, a tabela mostra as eficiências médias totais e os desvios padrão associados ( $\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}$ ) de cada coletor, no respectivo intervalo de velocidades do vento.

No intervalo de velocidades  $1,00 < V_v(\text{m/s}) < 1,50$  foram realizados dez ensaios que acusaram valores de eficiência instantânea entre 0,42027 a 0,49982, com valor médio de  $0,45468 \pm 0,02873$  para o coletor de PVC. Nesse mesmo intervalo o coletor de Metal acusou eficiência instantânea entre 0,63251 a 0,67982, com valor médio de  $0,65574 \pm 0,01807$ . As eficiências médias totais ( $\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}$ ) calculadas foram  $0,35 \pm 0,13$  e  $0,49 \pm 0,11$  para os coletores de PVC e Metal, respectivamente.

Para o intervalo  $1,51 < V_v(\text{m/s}) < 2,00$  foram realizados nove ensaios, obtendo-se valores de  $\eta$  entre 0,39304 a 0,43333, com valor médio de  $0,41209 \pm 0,01429$  para o coletor de PVC, enquanto que para o coletor de Metal o valor de  $\eta$  oscilou entre 0,63489 a 0,65319, com valor médio de  $0,64294 \pm 0,00704$ . Nesse caso, as eficiências médias totais ( $\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}$ ) calculadas foram, para os coletores de PVC e Metal,  $0,30 \pm 0,11$  e  $0,48 \pm 0,11$ , respectivamente.

Apenas sete ensaios foram feitos com o intervalo de velocidades  $2,01 < V_v(\text{m/s}) < 2,75$ , registrando-se para o coletor de PVC

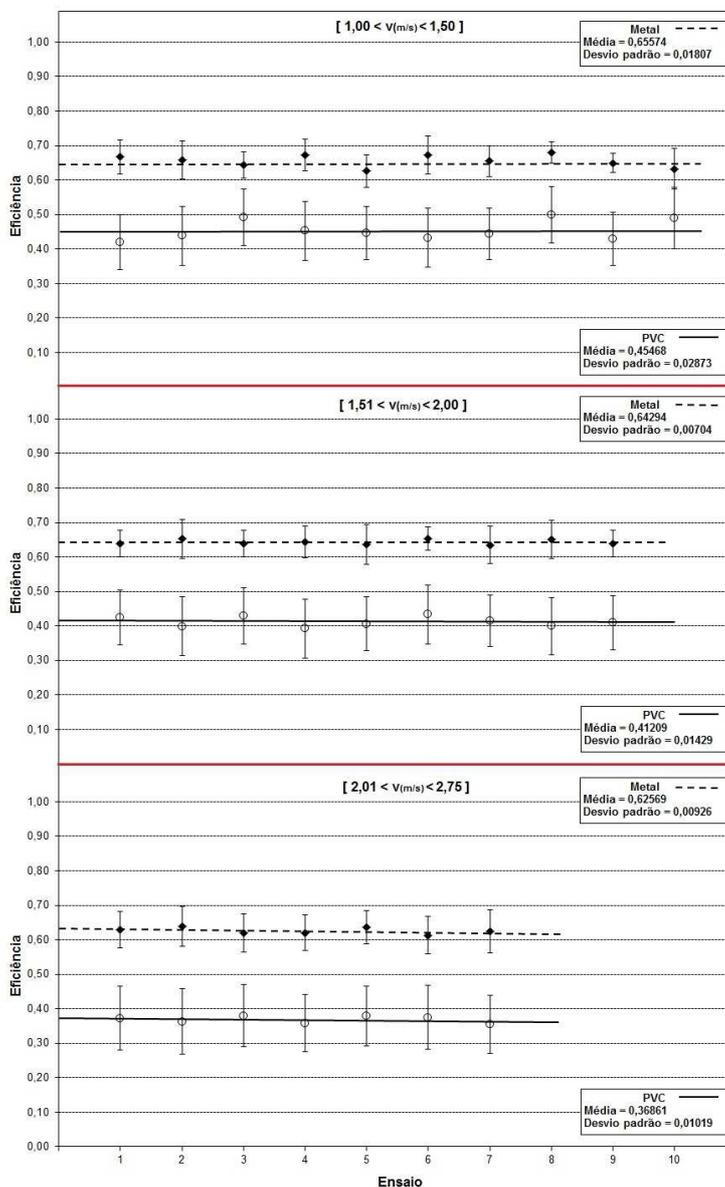
valores de  $\eta$  entre 0,35489 a 0,37953, com valor médio de  $0,36861 \pm 0,01019$ ; e para o coletor de Metal valores de  $\eta$  entre 0,61319 a 0,63831, com valor médio de  $0,62569 \pm 0,00926$ . As eficiências médias totais ( $\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}$ ) calculadas nesses casos foram, para os coletores de PVC e Metal,  $0,19 \pm 0,13$  e  $0,43 \pm 0,08$ , respectivamente.

A Figura 3.3 mostra uma síntese dessas informações, onde, certamente, as variações nos valores inferidos para as eficiências instantâneas devem-se às variações das velocidades dos ventos aos quais os coletores se submeteram. Essa constatação pode ser comprovada tanto pelos dados da tabela como pelos ajustes mostrados nos gráficos da Figura 3.3.

Além disso, os gráficos indicam que na medida em que aumenta o intervalo da velocidade do vento a eficiência média instantânea ( $\bar{\eta}$ ) do coletor de Metal não foi muito afetada, ficando próximo de  $(64,14 \pm 1,15)\%$ . Entretanto, para o coletor de PVC ocorreram maiores variações do  $\bar{\eta}$ , acusando um valor em torno de  $(41,18 \pm 1,77)\%$ . Um fato marcante na análise da figura está no comportamento dos ajustes realizados para as eficiências médias totais ( $\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}$ ). Verifica-se que, na medida em que a velocidade do vento é incrementada, os ajustes feitos aos dados do coletor de PVC se afastam gradativamente dos ajustes envolvendo os dados do coletor de Metal. Novamente, pode-se justificar esse comportamento devido ao “efeito estufa” causado pela cobertura de vidro.

**Tabela 2** – Medidas das eficiências térmicas dos coletores e respectivos desvios padrão para os ensaios realizados em condições de ventos diferenciadas.

Ensaio	Data	1,00 < V,(m/s) < 1,50			
		PVC		Metal	
		$\eta$	$\sigma_{\eta}$	$\eta$	$\sigma_{\eta}$
1	28/out/10	0,42027	0,07918	0,66727	0,04918
2	3/nov/10	0,43831	0,08513	0,65831	0,05513
3	9/nov/10	0,49287	0,08153	0,64319	0,03893
4	12/nov/10	0,45304	0,08568	0,67304	0,04568
5	16/nov/10	0,44618	0,07753	0,62618	0,04753
6	2/dez/10	0,43319	0,08472	0,67319	0,05472
7	11/dez/10	0,44489	0,07425	0,65489	0,04425
8	18/jan/11	0,49982	0,08243	0,67982	0,03243
9	24/jan/11	0,42902	0,07749	0,64902	0,02749
10	16/fev/11	0,48921	0,08923	0,63251	0,05923
$(\bar{\eta} \pm \sigma_{\bar{\eta}}) =$		<b>0,45468</b>	<b>0,02873</b>	<b>0,65574</b>	<b>0,01807</b>
$(\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}) =$		<b>0,35 ±0,13</b>		<b>0,49 ±0,11</b>	
Ensaio	Data	1,51 < V,(m/s) < 2,00			
		PVC		Metal	
		$\eta$	$\sigma_{\eta}$	$\eta$	$\sigma_{\eta}$
1	4/nov/10	0,42444	0,07918	0,63888	0,03946
2	16/nov/10	0,39888	0,08513	0,65231	0,05572
3	25/nov/10	0,42917	0,05893	0,63917	0,03891
4	2/dez/10	0,39304	0,0568	0,64304	0,04628
5	13/dez/10	0,40618	0,06753	0,63618	0,05753
6	16/dez/10	0,43333	0,09472	0,65319	0,03472
7	20/jan/11	0,41489	0,07425	0,63489	0,05425
8	15/fev/11	0,39982	0,05243	0,64982	0,05543
9	24/fev/11	0,40902	0,05749	0,63902	0,03805
$(\bar{\eta} \pm \sigma_{\bar{\eta}}) =$		<b>0,41209</b>	<b>0,01429</b>	<b>0,64294</b>	<b>0,00704</b>
$(\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}) =$		<b>0,30 ±0,11</b>		<b>0,48 ±0,11</b>	
Ensaio	Data	2,01 < V,(m/s) < 2,75			
		PVC		Metal	
		$\eta$	$\sigma_{\eta}$	$\eta$	$\sigma_{\eta}$
1	8/dez/10	0,37243	0,09252	0,62908	0,05225
2	27/jan/11	0,36238	0,09523	0,63831	0,05832
3	30/jan/11	0,37953	0,09044	0,61917	0,05563
4	11/fev/11	0,35755	0,08289	0,62004	0,05148
5	21/fev/11	0,37876	0,08743	0,63618	0,04753
6	2/mar/11	0,37472	0,09233	0,61319	0,05472
7	16/mar/11	0,35489	0,08527	0,62389	0,06222
$(\bar{\eta} \pm \sigma_{\bar{\eta}}) =$		<b>0,36861</b>	<b>0,01019</b>	<b>0,62569</b>	<b>0,00926</b>
$(\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}}) =$		<b>0,19 ±0,13</b>		<b>0,43 ±0,08</b>	



**Figura 3.3** – Curvas das eficiências térmicas médias totais do coletor solar de Metal (reta tracejada) e de PVC (reta contínua) devido à influência da velocidade do vento nos três intervalos estudados nesse trabalho. Os valores médios e os respectivos desvios padrão estão assinalados à direita de cada ajuste linear

Em que pese à maior eficiência térmica do coletor de Metal, frente ao de PVC, constata-se que a eficiência média total desse último é considerada satisfatória, pois a diferença dessa grandeza entre os dispositivos aqui analisados ficou em 18,7%. Não obstante, tendo em vista as dispersões dos pontos produzidos pelas variações das velocidades dos ventos e pela sensibilidade de cada coletor analisado a estas variações, os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios e úteis para trabalhos futuros no sentido de realizar outras comparações em situações climáticas diferenciadas e com materiais diferentes.

## 5. Considerações finais

As análises realizadas proporcionaram uma visão da influência causada pela velocidade do vento em dois coletores solares, um construído em material de baixo custo (PVC extrudado) e o outro em alumínio e cobre (como os aquecedores à venda comércio). Por meio de vários ensaios independentes, foi possível quantificar esse efeito a partir dos resultados medidos por meio de sensores de temperaturas estrategicamente instalados nos coletores, além do uso de um Solarímetro e um Anemômetro, para caracterizar as curvas de eficiências instantâneas devido a influência da velocidade do vento.

Mesmo com as dificuldades encontradas para realizar o presente trabalho, principalmente devido às exigências que foram impostas, como atuar em condições climáticas favoráveis, operar em faixas determinadas de irradiação solar e de velocidade do vento pré-estabelecidas, controlar o fluxo adequado d'água, calibrar adequadamente e de forma uniforme todos os dispositivos de medições, usar as

condições reais de operação dos sensores e dos próprios coletores, pode-se admitir que os objetivos propostos foram atingidos com sucesso. Verificou-se uma elevada dispersão de pontos produzidos pela variação das velocidades do vento e pela sensibilidade de cada coletor a estas variações, porém os resultados obtidos para as eficiências térmicas (instantânea, média e total) de ambos os dispositivos podem ser considerados satisfatórios.

A título de exemplificação, foram apresentados nas Figuras 3.2a e 3.2b gráficos dos comportamentos das eficiências instantâneas dos coletores de PVC e Metal, respectivamente. Nas duas figuras observa-se que no coletor de Metal com cobertura de vidro superou em 18,7% a eficiência do coletor de PVC. A partir dessa figura, é possível concluir que quando se deseja apenas pouco aquecimento d'água com coletores feitos com materiais de baixo custo de pouco adianta utilizar uma cobertura de vidro, mesmo porque o “efeito estufa” provocado nos materiais utilizados (PVC extrudado, conexões e cola epóxi) provocaria sérios problemas, como torções e consequentes vazamentos, dentre outros.

Das análises das curvas de eficiências apresentadas é possível concluir que:

- A cobertura de vidro tem um considerável efeito na determinação da eficiência térmica. Na Figura 3.1, assim como nas Figuras 3.2a e 3.2b, o termo  $F_r U_L$  que representa o fator de perda de calor é pequeno no coletor de Metal e maior no coletor de PVC para os mesmos intervalos de velocidades de ventos.

- Contrariamente ao esperado, a eficiência térmica média do coletor de Metal não sofreu considerável influência da velocidade do vento, sendo esta constatação verificada na Figura 3.3.

• Quanto maior a velocidade do vento incidindo no coletor de PVC menor sua eficiência térmica. A velocidade do vento é um fator predominante no funcionamento desse tipo de coletor usado em aquecedor solar de baixo custo e destinado às moradias de famílias com baixo poder aquisitivo. Porém, são perfeitamente viáveis para uso doméstico, substituindo em certas condições o uso do tradicional chuveiro elétrico, gerando considerável economia de energia elétrica [20].

Como anunciado em Penereiro, Melo e Coradi [13], em termos de custos, o coletor de PVC apresenta uma viabilidade considerável, porém requer mais manutenção e possui uma vida útil bem menor devido à deterioração do material utilizado.

Para novos estudos direcionados a esse assunto, sugere-se que haja um tempo mais prolongado de medições, de maneira a obter um maior número de pontos nas curvas de eficiência instantânea. Essa conduta possibilitará extrair um maior número de intervalos de velocidade de vento. Seria muito valioso realizar medidas com ambos coletores ao longo de todas as estações do ano, isso propiciaria verificar os comportamentos sazonais de ambos dispositivos e a influência da irradiação solar sobre os mesmos.

#### Agradecimentos

MCM e LLS agradecem pelas concessões das bolsas de iniciação científica do PIBIC/CNPq e FAPIC/Reitoria-PUC-Campinas, respectivamente. Agradecemos ao funcionário José Renato Reis Maia pelo auxílio técnico junto à maquetaria do CEATEC/PUC-Campinas, além da técnica Juliana Machado pelo constante apoio na

parte do desenvolvimento da eletrônica dos sensores de medidas.

#### Referências

- [1] IBGE. “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística”. Notas Técnica, Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbrenergia\\_nova/notatec\\_nicaenergia.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbrenergia_nova/notatec_nicaenergia.shtm)> Acesso em: 30 ago. 2011.
- [2] PROCEL. “Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso: ano base 2005”. PROCEL-ELETOBRAS, Disponível em: <<http://www.eletobras.gov.br>> Acesso em: 18 mai. 2011.
- [3] ABRAVA. “Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento”. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br>> Acesso em: 12 set. 2011.
- [4] KREIDER, J. F.; KREITH, F. “Solar Heating and Cooling: active and passive design”. 2ª. ed., New York: Ed. Hemisphere Publishing Corp. 1982.
- [5] DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. “Solar engineering of thermal processes”. 2ª ed., Wisconsin: John Wiley & Sons, 1991.
- [6] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). “ASHRAE Handbook: heating, ventilating and air-conditioning applications”. SI ed. Atlanta, USA, Cap. 32, 1999.
- [7] VAXMAN, M.; SOKOLOV, M. “Effects of connecting pipes in thermosyphonic solar systems”. Solar Energy, v.37, n.5, p.323-330, 1986.

- [8] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). “ASHRAE Handbook: heating, ventilating and air-conditioning systems and equipment”. IP ed. Atlanta, USA, Cap. 33, 1996.
- [9] BOSANAC, M.; NIELSEN, J. E. “In situ check of collector performance”. Solar Energy, v.59, n.4-6, p.135-142, 1997.
- [10] AMER, E. H.; NAYAK, J. K.; SHARMA, G. K. “Transient test methods for flat-plate collectors: review and experimental evaluation”. Solar Energy, v.60, n.5, p.229-243, 1997.
- [11] HUANG, B. J. “Similarity theory of solar water heater with natural circulation”. Solar Energy, v.25, n.2, p.105-116, 1980.
- [12] DAHM, J.; BALES, C.; LORENZ, K.; DALENBACK, J. O. “Evaluation of storage configurations with internal heat exchangers”. Solar Energy, v.62, n.6, p.407-417, 1998.
- [13] PENEREIRO, J. C.; MELO, L. P.; CORADI, T. B. “Construção de um aquecedor solar de baixo custo sem cobertura: análise experimental da eficiência térmica para vários ensaios”. Revista de Ciência e Tecnologia - UNIG, v.10, n.1, p.18-34, 2010.
- [14] NIEMEYER, R. C. “Construção de um coletor solar inflável”. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia Mecânica, UNB, Brasília, DF, 2006.
- [15] PEREIRA, R. C.; SHIOTA, R. T.; MELLO, S. F.; ASSIS JR., V.; BARTOLI, J. R. “Eficiência térmica de coletores solares de baixo custo – CSBC. 17”. CBECIMat, Anais... Foz do Iguaçu, PR, 2006.
- [16] NETTO, C. Q. “Análise de um pequeno sistema de aquecimento solar instalado no interior do Estado de Minas Gerais”. (Monografia) – Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.
- [17] ARDUINO. “The [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#))”. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDuemilanove>>. Acesso: 14/set/2011.
- [18] COSTA, E. R. “Limitações no uso de coletores solares sem cobertura para sistemas domésticos de aquecimento de água”. (Dissertação de Mestrado) PROMEC – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- [19] MVEH, J. de D. B. M. “Análise teórica e experimental da eficiência térmica de coletores solares sem cobertura e de baixo custo”. (Dissertação de Mestrado), PROMEC – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- [20] PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L.; LEITE, M. B. F. “Aplicando modelos matemáticos para decidir a viabilidade da instalação de um aquecedor solar de baixo custo”. Revista de Educação Matemática e Pesquisa, v.12, n.3, p.619-638, 2010.

#### Abstract

*The focus of this work is an experimental study about the effect of the wind's velocity in solar water-heating systems in two different collectors in which the temperature gradient is sufficient for water circulation by thermosiphon system. The experimental performances of the systems were evaluated; one was made using low costs materials and easily accessible to the population,*

*while the other is commercially available. Aiming to obtain the instantaneous and medium efficiencies of each one and the influence of the wind in these quantities, an automatic system of temperature measurement, solar irradiation and wind's velocity, was developed using intermediate sensors with microcontroller board interfaced with a microcomputer. Experimental processes, instruments and the thermal systems, used in the analysis, are described. The response curves obtained by the two solar collectors were realized in many tests, in different wind*

*conditions, and therefore, the measurements of the equipment's efficiency were calculated with specific software. The results are presented graphically and compared between themselves, verifying that the metal collector with a glass covering has a thermal efficiency result that surpassed in 18.7% the coverless PVC collector.*

**Keywords:** *solar collectors, closed-loop solar heaters, solar water heating, thermal efficiency measured.*

## Estudos e modelagens da carga humana do caminhar sobre estruturas

Wendell Diniz Varela

*Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Departamento de Estruturas  
Av. Pedro Calmon, nº 550 - Prédio da FAU/Reitoria - Sala 320 - Cidade Universitária  
Rio de Janeiro, RJ - Brasil  
E-mail: wendellv@gmail.com*

### Resumo

*O presente trabalho apresenta um histórico dos estudos e modelagens do caminhar humano. São apresentados desde a biomecânica do caminhar – para um melhor entendimento dos movimentos e balanço energético ao se caminhar – até modelagens computacionais para estimativa das amplitudes de vibração de estruturas sob essa ação humana, passando por modelagem físico-matemática da carga humana e métodos e equipamentos para obtenção experimental desta carga. São apresentadas modelagens da carga humana para implementação computacional tanto em forma de diversas funções quanto com o acoplamento das equações de movimento de uma pessoa representada por um modelo biodinâmico simplificado pela associação de massas, molas e amortecedores representativos do corpo humano quando caminhando.*

*Palavras-chave: carga humana, vibrações de estruturas, caminhar*

### 1. Introdução

As atividades humanas de andar, pular, dançar, entre outras, podem causar vibrações excessivas em estruturas. Dentre estas é focalizada aqui aquela relativa à atividade humana mais freqüente da ocupação normal em lajes de pisos de edifícios residenciais, públicos e comerciais: o caminhar.

A sensibilidade de pessoas em repouso às vibrações induzidas em estruturas pelas próprias atividades humanas, entre elas o caminhar, é um problema recorrente ao longo dos anos e tem sido estudado por pesquisadores de várias partes do mundo. No que se segue procura-se sumarizar o

estado da arte das diversas pesquisas realizadas para melhor entender e descrever física e matematicamente o caminhar humano e as forças dinâmicas geradas por esta atividade. Essas forças de características aleatórias produzidas por uma ou várias pessoas constituem o carregamento dinâmico sobre a estrutura para a qual se deseja estimar as amplitudes de resposta.

### 2. Biomecânica do caminhar humano

A biomecânica do caminhar humano tem sido alvo de estudos a milhares de anos. Os egípcios, por exemplo, já faziam uso de observações sobre a forma de caminhar das

peças para proferir pareceres médicos sobre lesões provenientes do caminhar há mais de 3800 anos [Erro! Fonte de referência não encontrada.].

A descrição do caminhar passou a ser mais bem definida com a criação de técnicas que captassem imagens sequenciais. Em 1883, foi registrada por Muybridge [Erro! Fonte de referência não encontrada.] uma patente para captação de imagens de objetos em movimento. A fotogrametria, ciência de fazer medidas a partir de imagens, é ainda hoje uma ferramenta bastante utilizada para uma descrição precisa do caminhar em termos dos movimentos executados pelo corpo. A figura 2.1 mostra um ensaio para determinação de características geométricas do caminhar [Erro! Fonte de referência não encontrada.]. Os pontos em preto marcados no corpo da voluntária são os pontos nos quais o movimento da pessoa será monitorado.

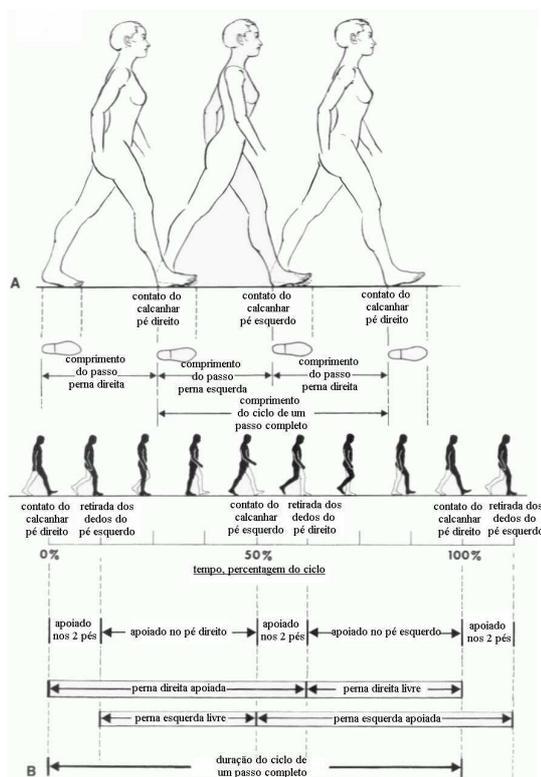


**Figura 2.1** – Ensaio fotogramétrico para descrição do caminhar humano [Erro! Fonte de referência não encontrada.].

A figura Erro! Fonte de referência não encontrada..2 ilustra as medidas de tempo e distância de um ciclo completo de um passo do caminhar de uma pessoa. Como será

visto mais adiante, para construção da carga representativa do caminhar utiliza-se 50% do ciclo do passo completo.

Cavagna, Saibene e Margaria [Erro! Fonte de referência não encontrada.] fizeram uma análise dos movimentos de pessoas ao caminhar através de resultados de ensaios experimentais em que foram usados três acelerômetros fixados ao tronco, próximo ao centro de gravidade do corpo humano na posição vertical. Os voluntários andavam pelo laboratório descalços ou usando tênis. Os gráficos da figura 2.3 mostram as variações no tempo das amplitudes dos movimentos vertical, lateral e frontal do centro de gravidade de uma pessoa.



**Figura 2.2** – Medidas de distância e tempo de um ciclo de caminhar [Erro! Fonte de

referência não encontrada.] *apud* [Erro! Fonte de referência não encontrada.].

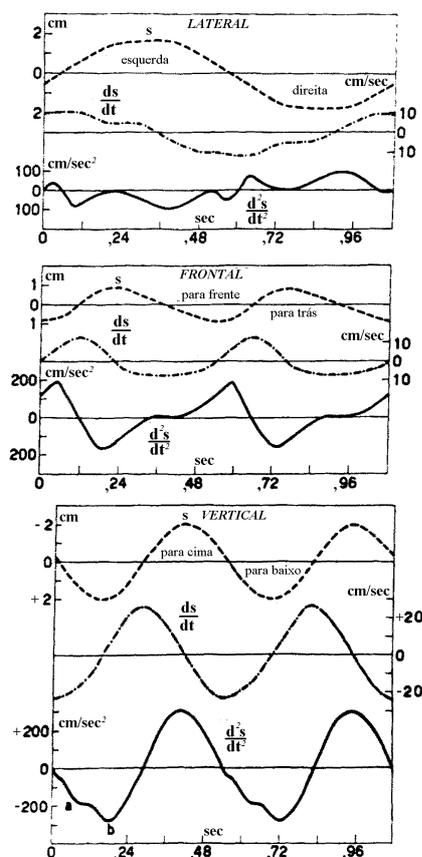
A análise dos resultados dos gráficos contidos na figura 2.3 é fundamental para uma melhor compreensão do caminhar humano, e, portanto, será descrita abaixo:

Em  $t = 0$  o tronco é submetido a uma força para trás (aceleração para frente), sendo as componentes de aceleração lateral e vertical nulas; o tronco não é desacelerado pelo impacto do calcanhar no chão e continua sua aceleração frontal, alcançando a velocidade máxima em média 0,1 segundo após o pé tocar no solo. A ação contrária imposta pelo toque do pé no chão é compensada por um impulso vertical e frontal aplicado ao tronco pela outra perna.

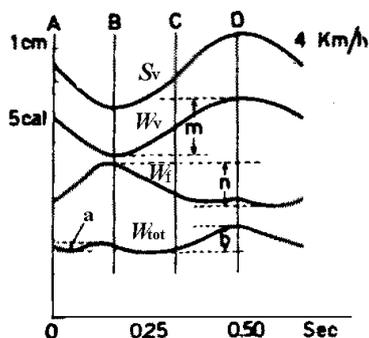
De 0,03 a 0,12 segundos o tronco é acelerado para frente, e nesse período uma desaceleração vertical para baixo é evidente. A primeira parte negativa (a) do diagrama de aceleração vertical é devido a essa desaceleração, enquanto que a segunda parte (b) é o resultado de uma aceleração vertical para cima ( $t = 0,15 - 0,27$  segundos). Durante a desaceleração vertical para baixo ( $t = 0,03 - 0,12$  segundos), a resultante das forças é aplicada ao calcanhar e, depois, à sola do pé; durante a aceleração vertical ( $t = 0,15 - 0,27$  segundos), o ponto de aplicação das forças passa para o dedão. De 0,12 a 0,36 segundos, o pé esquerdo é erguido e o membro inferior esquerdo é acelerado para frente causando uma desaceleração súbita do tronco. De 0,36 a 0,51 segundos a característica padrão é uma desaceleração para cima seguida de uma aceleração para baixo, com o ciclo terminando em 0,54 segundos.

Essa análise pode ser estendida para se entender o balanço energético da atividade

caminhar. A figura 2.4 mostra gráficos temporais dos trabalhos realizados pela força resultante do movimento caminhar, aplicado no centro de gravidade do corpo humano, nas direções frontal e vertical [Erro! Fonte de referência não encontrada.].



**Figura 2.3** – Deslocamentos, velocidades e acelerações temporais do centro de gravidade de uma pessoa nas direções lateral, frontal e vertical [Erro! Fonte de referência não encontrada.].



**Figura 2.4** – Trabalho realizado devido a mudanças na velocidade do centro de gravidade do corpo na direção frontal ( $W_f$ ), trabalho realizado devido a movimentos verticais do centro de gravidade do corpo ( $W_v$ ), e a soma dos dois ( $W_{tot}$ ). Deslocamentos do centro de gravidade do corpo na direção vertical ( $S_v$ ) [Erro! Fonte de referência não encontrada.].

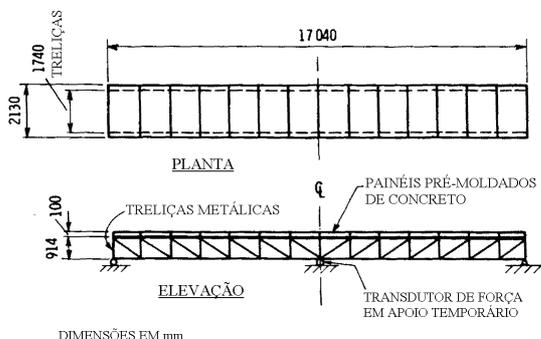
Ainda segundo Cavagna, Saibene e Margaria [Erro! Fonte de referência não encontrada.] (vide figura 2.4) partindo de A, quando o calcanhar toca o chão, até B, há uma transferência de energia potencial para cinética do corpo em queda; em B, de fato, a velocidade é máxima. O nível energético do corpo, entretanto, cresceu um pouco, de uma quantidade  $a$ , representativa do trabalho positivo realizado, que é devido à atividade muscular representada pelo impulso para frente que perna posterior faz. De B para C, a energia cinética do corpo é transferida para potencial novamente, à medida que o corpo vai se deslocando para cima. O trabalho positivo máximo se dá entre os pontos C e D, sendo resultado da intervenção ativa dos músculos na segunda parte do deslocamento vertical do corpo. Evidentemente a energia cinética do corpo, quando o centro de gravidade está no ponto mais baixo, não é suficiente para levantar o corpo até a altura

requerida, e ocorre uma atividade adicional dos músculos. A grande quantidade de trabalho realizado pelos músculos no caminhar em velocidades baixas e moderadas, é gasto no deslocamento vertical do corpo para cima, e o impulso para frente é sustentado principalmente pela energia do corpo em queda.

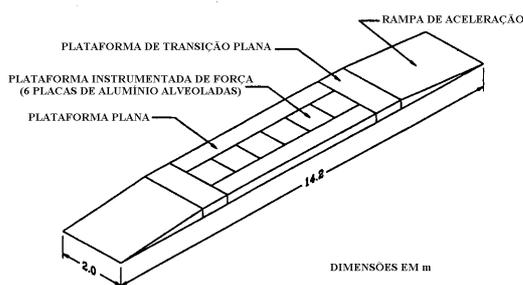
Na verdade, o caminhar humano varia de pessoa para pessoa de acordo com idade, tipo físico, cultura, personalidade, etc. Em geral, um jovem, por exemplo, apresenta um balanço vertical mais proeminente, com impactos de calcanhar mais intensos, possivelmente solicitando a estrutura mais severamente. O idoso por sua vez apresenta um caminhar suave, pendular.

### 3. Identificação Experimental da Carga Humana do Caminhar

A utilização de plataformas instrumentadas com células de cargas, como, por exemplo, as mostradas nas figuras 3.1 [Erro! Fonte de referência não encontrada.], 3.2 [Erro! Fonte de referência não encontrada.] e 3.3(a-c) [Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada.], possibilitaram a obtenção de funções força *versus* tempo oriundas de atividades humanas, por meio de medições das reações de apoio com as células de carga instaladas sob as plataformas de ensaios.



**Figura 3.1** – Plataforma de ensaios utilizada por Rainer, Pernica, e Allen [Erro! Fonte de referência não encontrada.] para determinação da carga humana do caminhar, pular e correr.



**Figura 3.2** – Plataforma de ensaios utilizada por Ebrahimipur, Haman, e Sack [Erro! Fonte de referência não encontrada.].



(a) Primeira plataforma flexível construída no Labest/Coppe em

1990 [Erro! Fonte de referência não encontrada.].

(b)



(b) Plataforma rígida construída no Labest/Coppe em 1997 [Erro! Fonte de referência não encontrada.].



(c) Plataforma flexível construída no LABEST/COPPE em 2001 [Erro! Fonte de referência não encontrada.].

**Figura 3.3** – Plataformas para determinação experimental de cargas humanas [Erro! Fonte de referência não encontrada.- Erro! Fonte de referência não encontrada.].

Hoje em dia já existem, disponíveis no mercado, plataformas do tipo fixa e esteira que compõem um sistema de aquisição digital da função força do caminhar humano, conforme mostram as figuras 3.4 [Erro! Fonte de referência não encontrada.] e 3.5 [13]. As figuras 3.6 e 3.7 (a,b) mostram gráficos típicos da força de reação dessas

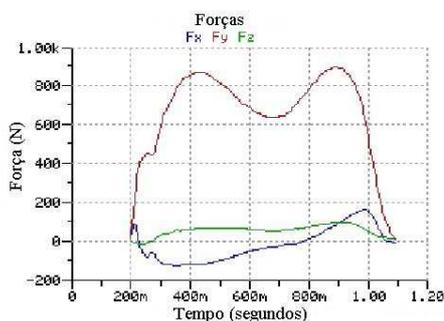
plataformas resultantes de uma pessoa caminhando.



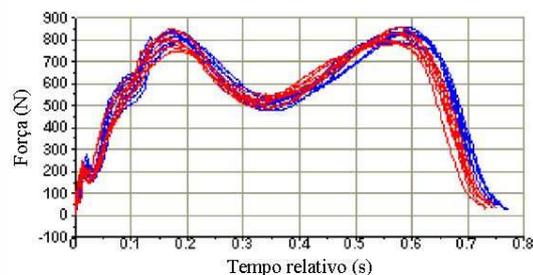
**Figura 3.4** – Plataforma tipo fixa (60 x 90cm) [Erro! Fonte de referência não encontrada.] que mede, em três direções ortogonais, a reação do piso da plataforma ao caminhar, vide figura 3.6.



**Figura 3.5** – Plataforma tipo esteira [13] que mede a reação vertical do piso devido ao caminhar de forma contínua, vide figuras 3.7 (a,b).

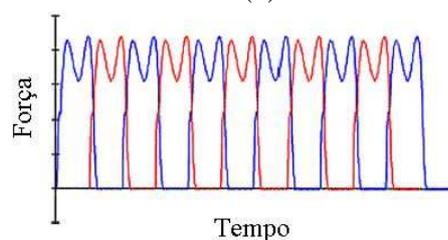


**Figura 3.6** – Componentes  $F_x$  (frontal),  $F_y$  (vertical) e  $F_z$  (lateral) da força de reação da plataforma de ensaios à ação de um dos pés de uma pessoa ao caminhar [Erro! Fonte de referência não encontrada.].



(a) Força de reação vertical da plataforma de ensaios à ação de um dos pés de uma pessoa ao caminhar [13].

(b)



(b) Força de reação vertical da plataforma de ensaios proveniente de vários passos consecutivos realizados por uma pessoa [13].

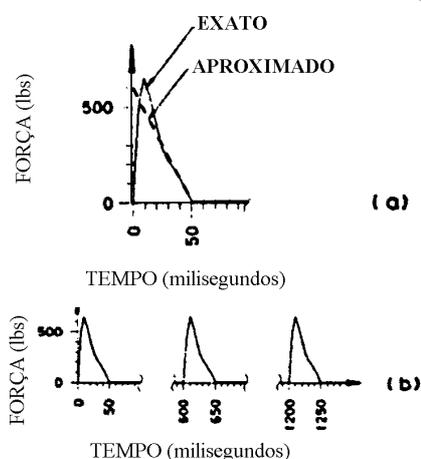
**Figura 3.7** – Gráficos temporais da força de reação vertical de uma plataforma de ensaios à ação de uma pessoa caminhando [13].

#### 4. Modelagens da Carga Humana do Caminhar Representadas por Funções

Saul e Tuan [14] apresentam, entre outros, vários dos estudos pioneiros como os de Moreland (1905) [15] e Tilden (1913) [16], que já tinham a percepção de que a carga humana interage com a estrutura dinamicamente. Mas, até recentemente, para considerar esse efeito, algumas normas de projeto recomendaram (e algumas outras ainda recomendam) aplicar cargas

estaticamente equivalentes às cargas produzidas pelas atividades humanas, majorando-as de um coeficiente de impacto. Ainda hoje a norma brasileira NBR-6120 [17] utiliza o equivalente estático para avaliar a segurança de estruturas submetidas a carregamentos humanos.

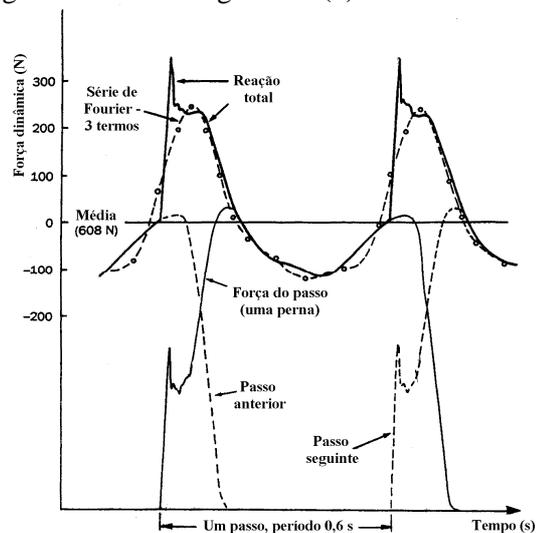
Outra maneira de se descrever uma carga gerada por uma atividade humana é através de uma função matemática que expresse a variação da força produzida por uma pessoa ao longo do tempo. Especificamente em relação ao caminhar Tolaymat [18] tentou representá-lo através de uma série de impactos [figuras 4.1(a,b)], baseado na função descrita por Ohmart [19] *apud* [20], resultado da medida do ensaio de uma pessoa apoiada na ponta dos pés deixando-se cair sobre os calcanhares no piso.



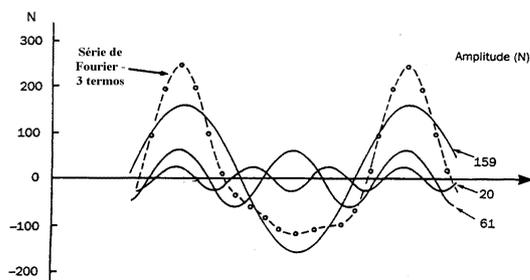
**Figura 4.1** – Representação do caminhar através de uma série de impactos [18].  
 (a) Medida e aproximação numérica de um impacto com calcanhares [19] *apud* [20].  
 (b) Proposta de Tolaymat [18] para representar o carregamento produzido por uma pessoa caminhando.

Baseados nos resultados dos ensaios de plataformas instrumentadas Ohlsson

(1982) [21] *apud* [22], Allen, Rainer e Pernica (1985) [23], e depois Bachmann e Ammann (1987) [24], entre outros, descrevem a função representativa do caminhar humano através de uma série de Fourier. A figura 4.2 (a) mostra um registro experimental típico da variação no tempo da força de contato com uma superfície rígida, produzida por um passo, expressa pela correspondente medição da reação resultante do piso [21] *apud* [22]. Esta figura também contém uma função matemática da reação do piso, aproximada por uma série de Fourier com três termos, definida pela equação (1). Os termos da série de Fourier que compõem a função aproximada da figura 4.2 (a) estão representados graficamente na figura 4.2 (b).



(a) Força de contato de um passo e reação do piso.



(b) Componentes da série de Fourier da função representativa da reação do piso.

**Figura 4.2** – Força dinâmica típica do caminhar humano sobre uma superfície rígida [21] *apud* [22].

$$F(t) = P + \sum_{i=1}^{nh} P \alpha_i \text{sen}(2\pi i f_c t - \phi_i) \quad (1)$$

Onde:  $F(t)$  é a representação matemática aproximada da força de reação do piso ao caminhar;

$t$  é o instante de tempo;

$P$  é o peso de uma pessoa;

$i$  é número do  $i$ -ésimo harmônico da frequência fundamental da força;

$nh$  é o número de harmônicos considerados para representar a força, ou seja, número de termos da série de Fourier representativa da atividade humana;

$\alpha_i$  é o coeficiente dinâmico do  $i$ -ésimo harmônico da série de Fourier;

$P \cdot \alpha_i$  é a amplitude do  $i$ -ésimo harmônico da frequência fundamental da força;

$f_c$  é a frequência fundamental do passo do caminhar humano;

$\phi_i$  é a diferença de fase entre o  $i$ -ésimo e o primeiro harmônico.

Como se pode notar na figura 4.2 (a), o passo é definido como o intervalo entre os

contatos consecutivos dos dois pés no piso. Considerando que a distância entre os pés em um passo é muito pequena em relação ao tamanho de uma laje de piso que pode apresentar vibrações excessivas ao caminhar de pessoas, pode-se considerar que a força de reação do piso, que é a soma das forças aplicadas pelos dois pés no piso no intervalo de um passo, é uma aproximação satisfatória da força de um passo.

Teixeira (2000) [25] aplicou, num modelo bidimensional de uma estrutura de passarela estaiada, a força produzida por um passo descrita por uma série de Fourier e, assim, simulou o caminhar de uma e de várias pessoas por meio de cargas pontuais se deslocando sobre a estrutura com afastamentos, entre elas, variáveis. Segundo Rainer, Pernica e Allen [**Erro! Fonte de referência não encontrada.**], Harper, Warlow e Clark (1961) [26], Nilsson (1976,1980) [27,28], Olhsson (1982) [21] e Tuan e Saul (1985) [29] fizeram anteriormente simulações do caminhar de pessoas em passarelas empregando a força produzida por um passo e então formando uma seqüência de passos por meio do deslocamento adequado desta força no tempo. Battista, Magluta e Faria [30], Faria [31], e Vasconcelos [32], aplicaram, sobre modelos tridimensionais de lajes enrijecidas, cargas dinâmicas, oriundas de atividades de um certo número de pessoas por metro quadrado, distribuídas numa certa área da laje. As cargas eram também representadas por séries de Fourier, sem, contudo, considerar as pessoas se deslocando sobre esse espaço.

Nota-se nos gráficos das figuras 2.3 e 3.6 que o caminhar humano consiste de uma composição de movimentos em várias direções, e considerar que esse caminhar produz apenas uma componente vertical de

carga é tão somente uma simplificação, totalmente válida para lajes de piso absolutamente rígidas em seu próprio plano, mas que não pode ser aplicada a passarelas lateralmente flexíveis.

Varela (2004) [33] também sugere utilizar uma função baseada em uma série de Fourier para representar a carga humana do caminhar (equação 2 e figura 4.3) aproximando matematicamente a reação do piso obtida experimentalmente mostrada na figura 4.2 (a); só que considerando um aspecto importante – e geralmente ignorado – desta função força x tempo, que é o pico transiente causado pelo impacto do calcanhar no piso.

Os parâmetros da equação (2) foram deduzidos das figuras 4.2 (a,b) e algumas hipóteses foram feitas. Uma discussão extensa sobre o assunto e os valores desses parâmetros pode ser consultado em [33, 34].

Para  $0 \leq t < 0,04T_p$

$$F(t) = \frac{fmiF_m - P}{0,04T_p} t + P \tag{2 a}$$

Para  $0,04T_p \leq t < 0,06T_p$

$$F(t) = fmiF_m \left[ \frac{C_1(t-0,04T_p)}{0,02T_p} + 1,0 \right] \tag{2 b}$$

Para  $0,06T_p \leq t < 0,15T_p$

$$F(t) = F_m \tag{2 c}$$

Para  $0,15T_p \leq t < 0,90T_p$

$$F(t) = P + \sum_{i=1}^{nh} P\alpha_i \sin[2\pi i f_c(t+0,1T_p) - \phi] \tag{2 d}$$

Para  $0,90T_p \leq t < T_p$

$$F(t) = 10(P - C_2) \left( \frac{t}{T_p} - 1 \right) + P \tag{2 e}$$

Onde:  $F_m$  é o valor máximo da série de Fourier e é dado pela equação (3);  $fmi$  é o fator de majoração do impacto do calcanhar,

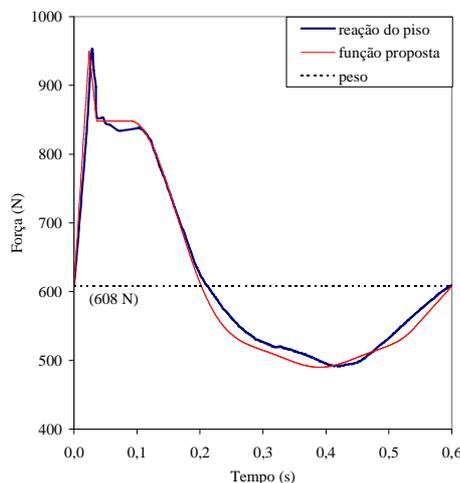
ou seja, é a relação entre o valor do pico referente ao impacto do calcanhar e o valor máximo da série de Fourier ( $F_m$ ); e  $C_1$  e  $C_2$  são coeficientes dados pelas equações (4) e (5).

$$F_m = P \left( 1 + \sum_{i=1}^{nh} \alpha_i \right) \tag{3}$$

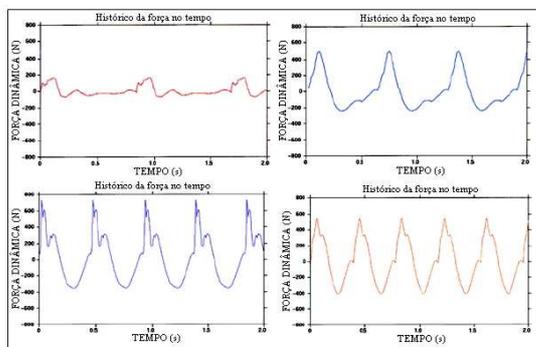
$$C_1 = \left( \frac{1}{fmi} - 1 \right) \tag{4}$$

$$C_2 = \begin{cases} P(1 - \alpha_2) & \text{se } nh = 3 \\ P(1 - \alpha_2 + \alpha_4) & \text{se } nh = 4 \end{cases} \tag{5}$$

Toda a forma da função representativa do caminhar humano pode variar bastante entre pessoas como sugere a figura 4.4 [35] *apud* [36].

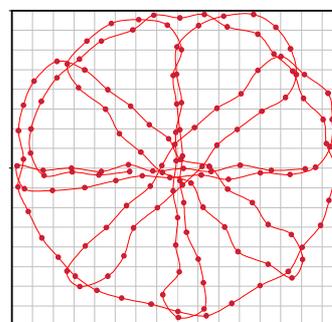


**Figura 4.3** – Comparação entre a função proposta para o caminhar e os resultados obtidos por Ohlsson [33].

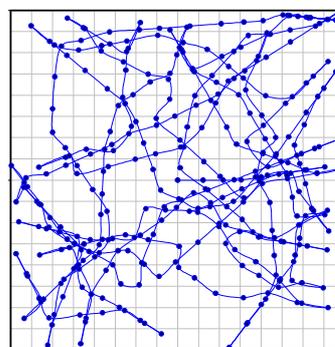


**Figura 4.4** – Históricos de força no tempo de quatro pessoas diferentes [35] *apud* [36].

Ebrahimpur e Sack (1989) [37] argumentam que as pessoas podem ser modeladas como cargas pontuais variantes no tempo, e que as respostas da estrutura podem ser obtidas simulando-se aleatoriamente essas cargas no tempo e no espaço. Mas alertam que este procedimento seria custoso e iria requerer muito tempo nas simulações dinâmicas. Os autores propõem então que a carga seja distribuída uniformemente na área ocupada. Da mesma forma, Eriksson (1996) [38] afirma que fazer a distribuição espacial das pessoas que produzem cargas dinâmicas na estrutura é um problema muito complicado que não foi pesquisado o bastante. Portanto, também sugere que a carga humana seja considerada estacionária no espaço. Apesar disso Varela (2004) [33] apresenta um modelo numérico-computacional, calibrado e comprovado experimentalmente, onde se considera o carregamento humano descrito por pessoas em movimento sobre a estrutura, representados por cargas pontuais se deslocando aleatoriamente ou não.



(a) Trajetória pré-definida pelo usuário.



(b) Trajetória aleatória.

**Figura 4.8** – Possíveis trajetórias percorridas por pessoas em uma laje simuladas com o programa elaborado por Varela [33].

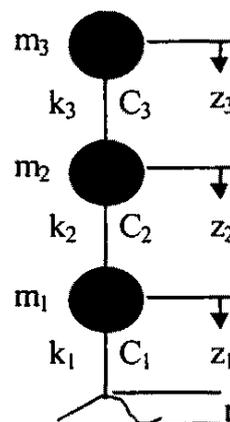
A ferramenta numérica proposta e testada por Varela (2004) [33] possui várias possibilidades de simulações de caminhos a serem percorridos por várias pessoas em lajes (vide figura 4.8), e também permitem opções variadas com relação à frequência do caminhar, número e peso das pessoas, tempo de entrada e saída das pessoas na estrutura e descrição da função da carga. Além disso, seus arquivos de resultantes de força x tempo podem servir de dados de entrada para qualquer programa de elementos finitos que possua um módulo de análise dinâmica no tempo.

Assim, este programa se constitui numa ferramenta computacional que permite um número abrangente de análises de estruturas submetidas à carga humana de caminhar. Essa ferramenta proporciona ainda uma maneira racional de se fazer um estudo paramétrico do comportamento dinâmico destas estruturas sob ação deste tipo de carregamento.

### 5. Modelagens da Carga Humana do Caminhar Representadas por Modelos Discretos do Corpo Humano

Para tentar incluir as propriedades dinâmicas do corpo humano tais como massa, amortecimento e rigidez, Miyamori, Obata, Hayashikawa *et al.* [39] apresentaram um modelo (vide figura 5.1 e tabela 5.1) que acopla as equações dinâmicas do corpo humano – dividido em cabeça, partes superior e inferior do corpo – com as equações de movimento da estrutura. O modelo também considera o movimento vertical do corpo humano, o que está de acordo com os gráficos das figuras 2.3 e 2.4. Os valores de massa usados nesse modelo foram obtidos de Nigam e Malik [40], que criaram um modelo discreto com vários graus de liberdade na direção vertical do corpo humano, figura 5.2. Assim, foi calculada a massa da cabeça ( $M_1 + M_2$ ), da parte superior ( $M_3$  a  $M_8$ ), e da parte inferior ( $M_9$  a  $M_{15}$ ). Os valores de rigidez e amortecimento das partes do corpo humano foram gerados através de um algoritmo genético que busca valores que satisfaçam a correlação das respostas do modelo teórico com os resultados experimentais de ensaios em uma passarela. Mas, os valores de rigidez obtidos com essa técnica diferem bastante dos resultados obtidos associando-

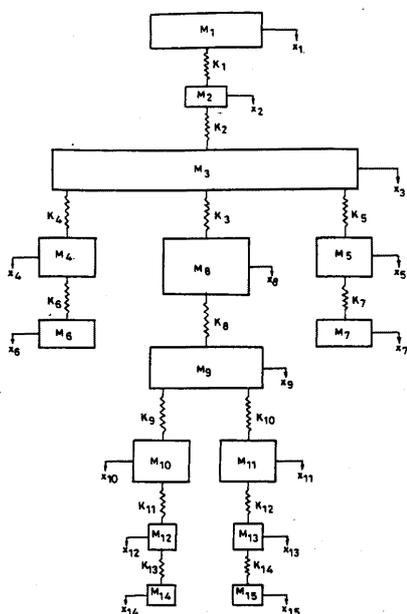
se as molas do próprio modelo de Nigam e Malik [40] (tabela 5.2), que apresentou valores parecidos com os de ensaios biomecânicos apresentados na literatura para rigidez de uma perna [41,42]. Isto se deve, principalmente, a diferença da rigidez da musculatura da perna quando a pessoa fica parada (modelo de Nigam e Malik [40]) e quando a pessoa está caminhando (modelo de Miyamori, Obata, Hayashikawa *et al.* [39]).



**Figura 5.1** – Modelo para caminhar humano [39].

**Tabela 5.1** – Características dinâmicas do modelo para caminhar humano [39].

	Massa (Kg)	Rigidez (N/mm)	Amortecimento (N·s/mm)
Cabeça	3,25	2306,3	100,0
Parte superior	33,12	774,0	117,7
Parte inferior	37,53	787,7	11,77



**Figura 5.2** – Modelo dinâmico discreto do corpo humano [40].

**Tabela 5.2** – Rigidezes obtidas com o modelo de vibrações do corpo humano.

	Rigidez (N/mm)
Cabeça	457,1
Parte superior	403,94
Parte inferior	86,14

Da Silva e Pimentel [43] apresentam um estudo experimental e estatístico para estimativa dos parâmetros de massa, rigidez e amortecimento representativo de modelo de um grau de liberdade de uma pessoa caminhando. Para tanto, foram analisados sinais obtidos com auxílio de um acelerômetro preso ao cinto de cada um 33 voluntários e voluntárias, de variadas idades, pesos e caminhando em diferentes

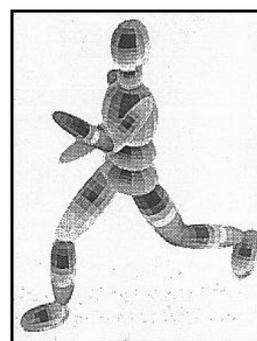
freqüências de passos. Com isso, os autores as obtiveram expressões abaixo [43]:

$$m = 97,082 + 0,275 M - 37,518 f_p \quad (6)$$

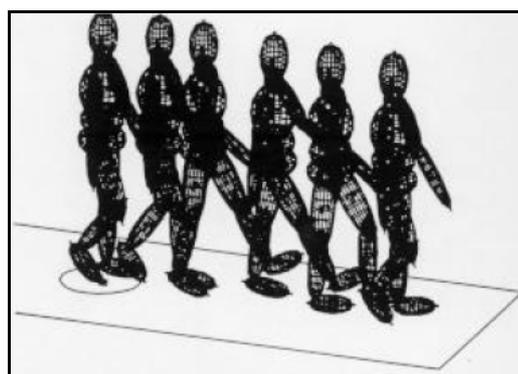
$$c = 29,041 m^{0,883} \quad (7)$$

$$k = 30351,744 - 50,261 c + 0,035 c^2 \quad (8)$$

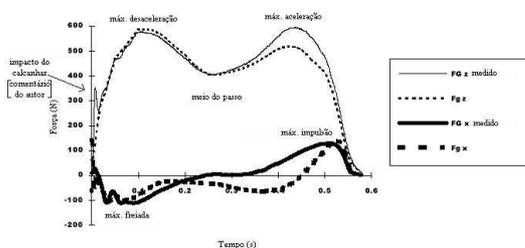
Onde  $m$ ,  $k$  e  $c$  são a massa, a rigidez e o amortecimento equivalentes e  $M$  é a massa total de uma pessoa.



**Figura 5.3** – Modelo tri-dimensional ADAMS/Android do corpo humano [44].



**Figura 5.4** – Simulação das forças de reação do piso com o modelo planar [44].



**Figura 5.5** – Comparação das forças de reação frontal ( $Fg_x$ ) e vertical ( $Fg_z$ ) do piso obtidas com o modelo planar e por meio de medidas experimentais [44].

Patton [44] estudou uma modelagem dinâmica da locomoção humana utilizando dois modelos: um planar, onde o corpo humano é discretizado em 8 graus de liberdade, e um tri-dimensional com 35 graus de liberdade, ambos gerados pelo programa ADAMS/Android. A figura 5.3 mostra uma representação típica do modelo tri-dimensional e a figura 5.4 mostra uma simulação para determinação das forças de reação do piso com o modelo planar. A figura 5.5 mostra uma comparação entre funções temporais da força de reação do piso resultante da simulação do programa com a modelagem planar e obtida por meio de medição experimental. Os resultados mostram que apesar de no início do passo haver uma boa correlação, à medida que o caminhar progride o desvio entre os resultados teóricos e experimentais aumenta. Segundo o autor, isto acontece por sucessivos erros nas equações dinâmicas. Um modelo deste tipo acoplado às equações dinâmicas da estrutura resultaria, provavelmente, no sistema teórico-computacional que mais se aproximaria da realidade. Mas o custo computacional seria enorme para o acoplamento de todas essas equações do corpo humano e da estrutura.

## 6. Comentários finais

Foram apresentados diversos estudos e modelagens da carga humana do caminhar na tentativa de se estimar as amplitudes de vibrações de uma estrutura de piso quando submetida a este tipo de ação: desde o entendimento do balanço energético do corpo humano ao desenvolver esta atividade, passando pelas plataformas para medição da força de reação do piso, até os modelos matemáticos e as ferramentas computacionais criados para representar a função força resultante do caminhar de pessoas sobre estruturas de pisos.

De maneira distinta do que é aqui apresentado, as normas e guias de projeto vigentes fazem uso de métodos analíticos para estimativas das respostas dinâmicas da estrutura, utilizando para tanto expressões simplificadas para cálculo da primeira frequência natural da estrutura e para estimativas de acelerações máximas, com auxílio de um sistema simplificado de um grau de liberdade. Esse sistema contém as características dinâmicas do modo dominante de vibração da estrutura que é excitada, em ressonância, por uma componente harmônica da função do caminhar humano.

## Referências

- [1] WILKINS, R.H., “Neurosurgical Classic-XVII Edwin Smith Surgical Papyrus”, *Journal of Neurosurgery*, Vol. 21, Nº 3, pp. 240-244, March, 1964.
- [2] MUYBRIDGE, E.J., *Method of and Apparatus for Photographing Changing or Moving Objects*, United States Patent No. 279.878, June, 1883.

- [3] Digi-NET<sup>98</sup>, *Web-based Digitized Video Image System (DVIS)*, Department of Kinesiology, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA, 1998. Disponível em: <<http://www.kines.uiuc.edu/diginet98/index.asp>>. Acesso em: 10 set. 2004.
- [4] INMAN V.T., RALSTON H.J., TODD F., *Human Walking*, 1<sup>st</sup> ed., Baltimore, Williams & Wilkins, 1981.
- [5] Disponível em: <<http://www.orthoteers.co.uk/Nrujp~ij33lm/Images7/gait4.jpg>>. Acesso em: 10 set. 2004.
- [6] CAVAGNA, G.A., SAIBENE, F.P., MARGARIA, R., “External Work in Walking”, *Journal of Applied Physiology*, Vol. 18, Nº 1, pp. 1 – 9, January, 1963.
- [7] RAINER, J.H., PERNICA, G., ALLEN, D.E., “Dynamic Loading and Response of Footbridges”, *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 15, Nº 1, pp.6-71, 1988.
- [8] EBRAHIMPUR, A., HAMAN, A., SACK, R.L. *et al*, “Measuring and Modeling Dynamic Loads Imposed by Moving Crowds”, *Journal of Structural Engineering*, Vol. 122, Nº 12, pp. 1468–1473, 1996.
- [9] BATTISTA, R.C., ROITMAN, N., *Análise de Vibrações e da Segurança do Estádio do Maracanã*, Relatório Técnico COPPETEC ET-150474, contrato da Fundação COPPETEC com a SUDERJ, Rio de Janeiro, Novembro, 1990.
- [10] ALVES, N.K.C., *Cargas Humanas Devido a Pedestres em Movimento*, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1997.
- [11] ROITMAN, N., FAÍSCA, R.G., MAGLUTA, C., “Comparação Numérica-Experimental da Resposta de uma Estrutura Submetida ao Carregamento de Multidão”. *XXX Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural*, TRB0248, Brasília, DF, Brasil, Maio, 2002.
- [12] FMD 9287B, *Multicomponent Force Plate*, Kistler Instrumente AG, Switzerland. Disponível em: <[www.kistler.com](http://www.kistler.com)>. Acesso em: 12 set. 2004.
- [13] GAITWAY, Gait Analysis System, Kistler Instrumente AG, Switzerland. Disponível em: <[www.kistler.com](http://www.kistler.com)>. Acesso em: 12 set. 2004.
- [14] SAUL, W.E., TUAN, C.Y., “Review of Live Loads Due to Human Movements”, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 112, Nº 5, pp. 995 – 1004, May, 1986.
- [15] MORELAND, R., “The Weight of a Crowd”, Letter to the Editor, *Engineering*, Vol. 79, p. 551, April, 1905.
- [16] TILDEN, C.J., “Kinect Effects of Crowds”. In: *Proceedings of American Society of Civil Engineers*, Vol. 34, Nº 3, pp.325-340, March, 1913.
- [17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações, Rio de Janeiro, 1980.
- [18] TOLAYMAT, R.A., “A New Approach to Floor Vibrations Analysis”, *Engineering Journal of American Institute of Steel Construction*, 4th Quarter, Vol. 25, Nº 4, pp. 137-143, 1988.
- [19] OHMART, R.D., An Approximate Method for the Response of Stiffened

- Plates to Aperiodic Excitation, Studies in Engineering Mechanics, Report N° 30, The University of Kansas, Center for Research in Engineering Science, Lawrence, Kansas, April, 1968.
- [20] MURRAY, T.M., “Design to Prevent Floor Vibrations”, Engineering Journal of American Institute of Steel Construction, 3rd Qtr., Vol. 12, N° 3, pp. 82 – 87, 1975.
- [21] OHLSSON, S.V., Floor Vibrations and Human Discomfort, Ph.D. thesis, Department of Structural Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 1982.
- [22] WYATT, T.A., Design Guide on the Vibration of Floors, SCI Publication 076, The Steel Construction Institute and Construction Industry Research and Information Association, London, 1989.
- [23] ALLEN, D.E., RAINER, J.H., PERNICA, G., “Vibration Criteria for Assembly Occupancies”, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 12, N° 3, pp.617-623, 1985.
- [24] BACHMANN, H., AMMANN, W., Vibration in Structures Induced by Man and Machines, Structural Engineering Document No. 3e, International Association for Bridge and Structural Engineering, IABSE, Zürich, Switzerland, 1987.
- [25] TEIXEIRA, A.J., Passarelas Estaiadas de Materiais Novos e Convencionais sob Ação de Cargas Dinâmicas Humanas, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2000.
- [26] HARPER, F.C., WARLOW, W.J., CLARK, B.L, The Forces Applied to the Floor by the Foot in Walking, Building Research Station, National Building Studies Research Paper 32, HMSO, London, England, 1961.
- [27] NILSSON, L., Impact Loads Produced by Human Motion - Part 1, Document D13:1976, Swedish Council for Building Research, Stockholm, Sweden, 1976.
- [28] NILSSON, L., Impact Loads Produced by Human Motion - Part 2, Document D20:1980, Swedish Council for Building Research, Stockholm, Sweden, 1980.
- [29] TUAN, C.Y., SAUL, W.E., “Loads Due to Spectator Movements”, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 111, N° 2, pp. 418 – 434, February, 1985.
- [30] BATTISTA, R.C., MAGLUTA, C., FARIA, M.T., “Redução de Vibrações em Grandes Estruturas Civas”. In: XXVII Jornadas Sudamericanas de Ingenieria Estructural, Vol. 6, pp.235-246, Tucumán, Argentina, Setembro, 1995.
- [31] FARIA, M.T., Redução de Vibrações Induzidas por Pessoas em Lajes de Grandes Vãos, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1996.
- [32] VASCONCELOS, R.P., Atenuação de Vibrações em Lajes Nervuradas de Piso em Concreto Armado, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1998.
- [33] VARELA, W.D., Modelo Teórico-Experimental para Análise de Vibrações Induzidas por Pessoas Caminhando sobre Lajes de Edifícios, Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.
- [34] VARELA, W.D., BATTISTA, R.C. “Um modelo para estimativa realista

- das vibrações em estruturas induzidas por pessoas caminhando”, Revista Sul-americana de Engenharia Estrutural, Passo Fundo, v. 6, n. 1, 2009.
- [35] KERR, S.C., Human Induced Loading on Staircases, Ph.D. thesis, University of London, London, England, 1998.
- [36] YOUNG., P., “Improved Floor Vibration Prediction Methodology”, Engineering for Structural Vibration – Current developments in Research and Practice, Vibration Seminar, Arup Group Ltd, October, 2001.
- [37] EBRAHIMPUR, A., SACK, R.L., “Modeling Dynamic Occupant Loads”, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 117, Nº 11, pp. 1476 – 1495, June, 1989.
- [38] ERIKSSON, P.E., “Dynamic Service Actions for Floor Systems”. In: Proceedings of Structures Congress XIV – Building an International Community of Structural Engineers, ASCE, Vol. 1, pp.413-419, Chicago, USA, April, 1996.
- [39] MIYAMORI, Y., OBATA, T., HAYASHIKAWA, T. et al., “Study on Identification of Human Walking Model Based on Dynamic Response Characteristics of Pedestrian Bridges”. The Eighth Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, paper Nº 1066, Nanyang Technological University, Singapore, 5-7 December, 2001.
- [40] NIGAM, S.P., MALIK, M., “A Study on a Vibrational Model of a Human Body”, Journal of Biomechanical Engineering, Transactions of ASME, Vol. 109, pp.148-153, May, 1987.
- [41] GREENE, P.R., McMAHON, T.A., “Reflex Stiffness of Man’s Antigravity Muscles During Kneebends While Carrying Extra Weights”, Journal of Biomechanics, Vol. 12, pp. 881 – 891, 1979.
- [42] McMAHON, T.A., GREENE, P.R., “The Influence of Track Compliance on Running”, Journal of Biomechanics, Vol. 12, pp. 893 – 904, 1979.
- [43] DA SILVA, F.T., PIMENTEL, R.L., “Biodynamic walking model for vibration serviceability of footbridges in vertical direction”. In: Eurodyn 2011, Leuven, Belgium, 2011.
- [44] PATTON, J.L., Forward Dynamic Modeling of Human Locomotion, M.Sc. thesis, Michigan State University, MI, USA, 1993.

#### **Abstract**

*The paper presents a historical review on research of human walking models applied to vibrations of structures. It is presented walking biomechanics, for a better understanding of the energy balance when walking, computational models to estimate the vibration amplitudes of the structures under this human action, mathematical-physical models of the human loading, and methods and equipments used for experimental determination of this loading. It is also presented numeric models for computational implementation of the human load in two forms: (i) various different functions for the human loading and (ii) equation of movement of a single person obtained of a simplified biodynamical model of the human body, an association of masses, springs and dampers, considered connected to the equations of movement of the structure.*

*Keywords: human loading, vibrations of structures, human walking.*

## Os conceitos do Programa 5S aplicados à gestão de saúde e segurança no trabalho portuário

Pedro Paulo Zucarato

*Engenheiro Mecânico e de Segurança do Trabalho  
Assessor Técnico da Intersindical Portuária do Estado do Espírito Santo  
e-mail: pedrozucarato@hotmail.com*

### Resumo

*Este artigo analisa a aplicabilidade dos conceitos do Programa 5S na prevenção de acidentes e doenças no trabalho portuário. Por meio da interpretação dos cinco conceitos, com foco em segurança e saúde do trabalho, e da correlação destes, com a legislação específica para a gestão em saúde e segurança para o trabalho portuário, verifica-se o quanto a adoção desses conceitos se relaciona com as abordagens de prevenção e proteção contidas na legislação, levando ao estabelecimento de requisitos de prevenção e proteção dos trabalhadores contra a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais na atividade portuária*

*Palavras chave: prevenção de acidentes e doenças; legislação; trabalho portuário; gestão da qualidade.*

### 1. Introdução

A utilização de novas tecnologias, a necessidade de altas taxas de produtividade e a manipulação de diferentes produtos justificam uma maior preocupação com as condições de saúde e segurança dos empregados do setor portuário.

São milhões de toneladas de carga, embaladas de diferentes maneiras, suspensas e transportadas com diferentes tecnologias e níveis de esforço manual, que impõem a necessidade de se estabelecer padrões operacionais, concebidos de maneira prática e objetiva, que deverão indicar os procedimentos mais adequados para o cumprimento das normas e recomendações, relativas ao controle e proteção do ambiente de trabalho portuário.

Estes procedimentos deverão estar alicerçados em técnicas de gerenciamento da qualidade que busquem obter resultados positivos em todos os níveis, promovendo motivação, satisfação e crescimento humano. Dentre as técnicas que podem ser usadas, no gerenciamento das operações portuárias, que aliam gestão da qualidade à segurança e saúde ocupacional, destaca-se o Programa 5S. O conceito do Programa 5S surgiu no Japão, logo após a segunda guerra. É composto de cinco conceitos básicos, onde cada um foi expresso por uma palavra que começa com a letra “S” (Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitsuke). Os cinco conceitos foram introduzidos no Brasil em 1991, pela Fundação Cristiano Ottoni. No processo de adaptação do Programa 5S, a forma encontrada para expressar a abrangência e profundidade do significado

destes termos, na tradução para o português, foi acrescentar termo “senso de” antes de cada palavra em português que mais se aproximasse do termo original. Isto permitiu manter o nome original do método: Programa 5S. Os significados dos 5S, em português, constam resumidamente na figura 1.

5S	Japonês	Português
1° S	Seiri	Senso de Utilização
2° S	Seiton	Senso de Ordenação
3° S	Seisou	Senso de Limpeza
4° S	Seiketsu	Senso de Asseio
5° S	Shitsuke	Senso de Autodisciplina

Figura 1- Significado dos cinco sentidos em português. Fonte: Lapa (1998).

A gestão da qualidade, ao viabilizar o controle de atividades, informações e documentos, é primordial para o estabelecimento e sobrevivência de uma organização portuária. O Programa 5S é o ponto de partida e um requisito básico para o estabelecimento desse controle, uma vez que proporciona vários benefícios. O conjunto dos cinco conceitos é essencial para a produtividade, a qualidade e a segurança na atividade portuária.

## 2. Objetivo

Neste trabalho, buscou-se avaliar a eficácia dos conceitos do 5S, quando aplicados à prevenção de acidentes e doenças no trabalho portuário. Procurou-se identificar como a adoção dos conceitos do Programa 5S poderia atender e se somar aos

requisitos legais definidos na NR 29<sup>3</sup>, que são requisitos obrigatórios de prevenção e proteção dos trabalhadores contra a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais na atividade portuária.

Utilizou-se da metodologia desenvolvida no trabalho de Garabedian e Lapa (2005) e, por meio de uma interpretação dos conceitos dos cinco sentidos, com foco em saúde e segurança ocupacional, fez-se uma correlação destes com os requisitos da legislação específica para a gestão em saúde e segurança do trabalho portuário. Destacaram-se os itens e subitens, da NR 29, que foram considerados importantes para servir de base à montagem de um programa de gestão de segurança e saúde ocupacional, que objetive realizar as operações portuárias por meio de práticas e medidas que visem à prevenção de acidentes e doenças ocupacionais.

## 3. O Programa 5S e a segurança do trabalho

A busca de procedimentos seguros conduz à elaboração de padrões operacionais ideais. Operação segura é garantida quando os padrões operacionais são observados. Neste caso, o Programa 5S se constitui numa boa ferramenta para obtenção de condições ambientais seguras e num instrumento poderoso de educação e de adoção de atitudes proativas, na busca da melhoria do ambiente de trabalho (LAPA, 1998).

Para se avaliar a eficácia dos conceitos do Programa 5S na prevenção de acidentes e doenças no trabalho portuário, fez-se uma

<sup>3</sup> Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário. Portaria do Ministério do Trabalho nº 53, de 17/12/1997.

interpretação dos cinco conceitos, com foco em segurança e saúde do trabalho, tendo como base o trabalho de Garabedian & Lapa (2005), conforme detalhado a seguir:

### **3.1. Senso de Utilização**

Nesta fase, o trabalho é colocado em ordem, para que só se utilize o que for realmente necessário e aplicável. Por isso, é importante ter o necessário, na quantidade adequada e controlada, para facilitar as operações. É essencial saber separar e classificar os objetos e dados úteis dos inúteis, pois desta forma teremos maior senso de humanização e organização, menor cansaço físico e maior facilidade de operação, com aumento de produtividade das máquinas, equipamentos e pessoas envolvidas no processo, e conseqüente diminuição de riscos de acidentes.

### **3.2. Senso de Ordenação**

O objetivo é identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente o que precisa e a visualização seja facilitada. Nesta fase é importante: padronizar as nomenclaturas; usar rótulos e cores vivas para identificar os objetos, seguindo um padrão; guardar objetos diferentes em locais diferentes; expor visualmente os pontos críticos, tais como extintores de incêndio, locais de alta tensão, partes de máquinas que exijam atenção, etc.; determinar o local de armazenamento de cada objeto; onde for possível, eliminar as portas.

As vantagens obtidas com esse processo podem ser: menor tempo de busca do que é preciso para operar, ler, enviar, etc.; facilidade de transporte interno; controle de documentos, arquivos ou pastas; além de

facilitar a execução do trabalho no prazo. Esse senso se traduz numa maior racionalização do trabalho, menor cansaço físico e mental e melhoria no ambiente geral.

### **3.3. Senso de Limpeza**

Cada pessoa deve saber a importância de estar em um ambiente limpo e dos benefícios de um ambiente com a máxima limpeza possível. O ambiente limpo traduz qualidade e segurança. O desenvolvimento do senso de limpeza proporciona maior produtividade das pessoas, máquinas e materiais; evitando o retrabalho, perdas e danos de materiais e produtos.

Para isso, é importante que o pessoal tenha consciência e habitue-se a: procurar limpar os equipamentos após o seu uso, para que o próximo a usar encontre-o limpo; aprender a não sujar e eliminar as causas da sujeira; a manter os equipamentos e as ferramentas sempre na melhor condição de uso possível.

Incluem-se, ainda, neste conceito, de um modo mais amplo, manter os dados e as informações atualizados, procurar ser honesto no ambiente de trabalho e ter bom relacionamento com os colegas.

### **3.4. Senso de Asseio**

É a manutenção de limpeza e ordem. Quem exige qualidade cuida também da aparência. Em um ambiente limpo, a segurança é maior.

O pessoal deve ter consciência da importância desta fase, tomando medidas tais como: eliminar as condições inseguras de trabalho, humanizar o local de trabalho numa convivência harmônica e difundir material educativo sobre a saúde e higiene.

Ter o ambiente de trabalho limpo e asseado requer manutenção da ordem, da limpeza e principalmente disciplina. Cada membro da equipe deve ter consciência da importância de se trabalhar num local limpo e organizado. As vantagens são: melhor segurança e desempenho do pessoal, prevenção de danos à saúde dos que convivem no ambiente e elevação do nível de satisfação e motivação do pessoal para com o trabalho.

### **3.5. Senso de Autodisciplina**

É o coroamento de esforços persistentes de educação e treinamento. Leva a pessoa a buscar, constantemente, o autodesenvolvimento, o desenvolvimento do grupo, da organização e da comunidade a que pertence, exercendo plenamente o seu potencial como ser humano. Este senso induz ao cumprimento dos procedimentos operacionais e dos padrões éticos da instituição, sempre buscando a melhoria. A autodisciplina requer a busca constante do aperfeiçoamento de todos no ambiente de trabalho. A consciência da qualidade é essencial.

Para a segurança do trabalho a aplicação deste senso é imprescindível, pois leva ao compromisso em seguir especificações, normas, procedimentos e a utilização de profissionais habilitados para a execução de tarefas que o exijam. Isto induz a uma atitude proativa na busca da eliminação dos acidentes, criando ambientes seguros de trabalho.

### **4. A NR 29 e os Cinco Sentos**

A Norma NR 29 tem como objetivo regular a proteção obrigatória contra acidentes e doenças profissionais, facilitar os

primeiros socorros a acidentados e alcançar as melhores condições possíveis de segurança e saúde para os trabalhadores portuários.

Aplica-se aos trabalhadores portuários em operações a bordo e em terra, assim como aos demais trabalhadores que exerçam atividades nos portos. Estabelece competências aos envolvidos com a operação portuária para a prevenção de riscos de acidentes do trabalho e doenças profissionais.

A partir da interpretação dos cinco sentidos do Programa 5S, com foco em saúde e segurança no trabalho, e tendo como base a metodologia desenvolvida por Garabedian & Lapa (2005), fez-se uma análise da NR 29, destacando-se os itens e subitens que foram considerados importantes para servir de base à montagem de um programa de gestão em saúde e segurança para o trabalho portuário, que objetive realizar as operações portuárias por meio de práticas e medidas que visem à prevenção de acidentes e doenças ocupacionais.

Na análise do Item 29.1 ( Disposições Iniciais ) que trata, em seus subitens, dos objetivos da Norma, de sua aplicabilidade, das competências e responsabilidades dos atores envolvidos ( operadores portuários, trabalhadores e administração portuária ) e da ordenação do plano de controle de emergência, identificou-se a correlação com o Senso de Utilização, por meio do subitem 29.1.4.1, pois este prevê a seleção de equipamentos e materiais seguros para a execução das tarefas, bem como do fornecimento das informações adequadas de uso, funcionamento e riscos inerentes.

Com o Senso de Ordenação, através dos subitens 29.1.5.1 e 29.1.6.1, por estabelecerem o planejamento de atividades e procedimentos operacionais, garantindo

que padrões operacionais e critérios de segurança sejam seguidos, durante a atuação da equipe de trabalho.

Com o Senso de Limpeza, por meio dos subitens 29.1.4.3 e 29.1.4.4, pois prevêm a observância de condições de trabalho seguras e saudáveis, e com o Senso de Asseio, no subitem 29.1.4.2, por prever a manutenção de condições ambientais de trabalho saudáveis, através do monitoramento dos riscos ambientais e das condições de saúde do trabalhador, bem como o fornecimento de equipamentos que tornem o ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

O item 29.1 se relaciona, ainda, com o Senso de Autodisciplina, através dos subitens 29.1.4.1 e 29.1.4.3, pois estes preconizam a criação de ambientes seguros de trabalho, por meio do compromisso em seguir as especificações, regras, normas e procedimentos de segurança, por parte dos envolvidos com a operação portuária.

Na análise do item 29.2 ( Organização da Área de Segurança e Saúde do Trabalho Portuário ) que estipula, em seus subitens, os critérios para a organização da área de gestão de segurança e saúde do trabalho portuário, ao estabelecer a criação do Serviço Especializado em Segurança e Saúde do Trabalhador Portuário (SESSTP) e da Comissão de Prevenção de Acidentes no Trabalho Portuário (CPATP); definindo a estrutura, a forma de administração e atuação desses colegiados.

Por se tratar da organização e estruturação, estabelecendo competências e forma de atuação, da área de gestão em saúde e segurança do trabalho portuário, este item, em seus diversos subitens, se correlaciona fortemente com os Sensos de Ordenação e Autodisciplina, que preconizam responsabilidades e

compromissos com o planejamento e criação de procedimentos operacionais, que gerem critérios de segurança e despertem o interesse e comprometimento na busca e manutenção da melhoria do ambiente de trabalho, tornando-o mais seguro e saudável para o processo de operação portuária.

O Item 29.3 ( Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho Portuário ) estabelece os requisitos de saúde e segurança de todas as atividades que compõem o manuseio de carga no processo de operação portuária. Engloba a atracação, desatracação e manobras de embarcações; o acesso às embarcações, conveses e porões; o trabalho com máquinas, equipamentos, aparelhos de içar e acessórios de estivagem; o transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais; a segurança na estivagem de cargas; operações com granéis secos; a segurança nos trabalhos de limpeza e manutenção nos portos e embarcações; a sinalização de segurança e iluminação dos locais de trabalho portuários; o transporte de trabalhadores por via aquática; e os trabalhos em locais frigorificados.

São ao todo dezesseis subitens que se dividem em mais cento e trinta outros, todos com forte correlação com os princípios preconizados pelos cinco sentidos, dentre os quais destacamos os subitens a seguir:

- 29.3.1.2 e 29.3.7.1 - apresentam correlação com o Senso de Utilização por estabelecerem que as atividades devam ser executadas com a utilização de equipamentos adequados à natureza do trabalho, que garantam a devida segurança na execução das tarefas previstas;
- 29.3.2.4, 29.3.3.2, 29.3.3.3 e 29.3.4.4 - têm correlação com o Senso de Ordenação por recomendar que os equipamentos sejam dispostos de forma organizada e segura aos seus usuários, e que

a circulação das pessoas em seus postos de trabalho seja segura e as áreas de circulação permaneçam desobstruídas;

- 29.3.2.1, 29.3.4.2, 29.3.4.6, 29.3.5.1, 29.3.5.6, 29.3.5.23, 29.3.5.22 e 29.3.5.24 - têm forte relação com o Senso de Limpeza por estabelecerem que os postos de trabalho devam estar sempre limpos; que os equipamentos e máquinas tenham manutenção constante, preservando as condições de uso;

- 29.3.5.5, 29.3.8.3, 29.3.10.2 - estes se correlacionam com o Senso de Asseio por preconizarem a manutenção de ambientes de trabalho saudáveis, por meio da eliminação de agentes nocivos à saúde ou do fornecimento de equipamentos que tornem o ambiente de trabalho mais saudável e seguro;

- 29.3.5.3, 29.3.5.9, 29.3.5.10, 29.3.6.2, 29.3.6.5 e 29.3.6.5.4 – correlacionam-se com o Senso de Autodisciplina por estabelecerem a criação de ambientes seguros de trabalho, através do compromisso em manter a inspeção contínua dos equipamentos e procedimentos, bem como, cumprir as especificações, regras, normas e procedimentos, utilizando-se de profissionais habilitados para execução de tarefas que o exigiam.

O item 29.4 ( Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho ), em seus quatro subitens, aborda a questão das instalações sanitárias, vestiários, refeitórios, locais de repouso e aguardo de serviços no porto, estabelecendo a responsabilidade pela manutenção da higiene e funcionamento. Este item se correlaciona de maneira forte com os Sensos de Ordenamento, Limpeza e Asseio por determinar a forma de organização e localização das instalações e por preconizar

a manutenção da limpeza e da ordem nestas áreas.

O Item 29.5 ( Primeiros Socorros e Outras Providências ) trata das condições dos serviços de atendimento de urgência nos portos, bem como, dos acidentes graves e do resgate de acidentados em embarcações atracadas ou ao largo.

Correlaciona-se com os Sensos de Utilização, Ordenação, Limpeza, Asseio e Autodisciplina, por buscar a criação de ambientes de trabalho seguros, através do compromisso em seguir as especificações, regras, normas e procedimentos para a execução dos serviços de atendimento de urgência nos portos; por determinar a disponibilização de equipamentos e materiais em locais conhecidos e dispostos de forma organizada e segura aos seus usuários; e pelo fornecimento e manutenção constantes de equipamentos que tornem o ambiente de trabalho mais saudável e seguro.

No Item 29.6 ( Operações com Cargas Perigosas ) a NR 29 trata dos controles que devem ser adotados para o manuseio de cargas perigosas, estabelecendo obrigações e competências do responsável pela embarcação que conduzir carga perigosa, do exportador, da administração do porto e dos trabalhadores.

Estabelece as obrigações e competências do armador, do exportador ou importador da carga, da administração do porto e dos trabalhadores com a operação portuária de cargas perigosas. Aborda as medidas gerais de segurança em operações com cargas perigosas, detalhando critérios para cada classe de mercadoria perigosa, prevista no Código Marítimo Internacional de Cargas Perigosas, da Organização

Marítima Internacional (OMI)<sup>4</sup>. Trata, ainda, dos critérios de segurança para a armazenagem de cargas perigosas e do Plano de Controle de Emergências.

Este item tem correlação com o Senso de Ordenação por evocar preceitos de ordenação e classificação das informações disponíveis aos usuários, mantendo-as sempre atualizadas e acessíveis; por estabelecer o planejamento das atividades e os procedimentos operacionais, definindo a correta utilização de equipamentos, os critérios de segurança a serem seguidos, bem como, monitoramento dos processos com relação à segurança e saúde no trabalho, propiciando a identificação e controle de riscos, conforme os subitens 29.6.2.1 e 29.6.3.5.

Item	1° S	2° S	3° S	4° S	5° S
29.1	x	x	x	x	x
29.2		x			x
29.3	x	x	x	x	x
29.4		x	x	x	
29.5	x	x	x	x	x
29.6		x			x

**Figura 2:** Correlação dos itens da NR 29 com os Cinco Sensos

Com o Senso de Autodisciplina, pois preconiza a criação de ambientes de trabalho seguros e o compromisso em seguir as normas e procedimentos para execução de

<sup>4</sup> OMI - Organização, ligada a ONU, com a função de propor mecanismos de cooperação, entre governos dos 163 estados membros, no campo da regulação governamental e práticas relacionadas às questões técnicas que afetem a indústria marítima internacional.

tarefas, do autocontrole e inspeção contínua das tarefas, equipamentos e procedimentos; pelo interesse e comprometimento na busca e manutenção do melhoramento contínuo de ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis, de acordo com os subitens 29.6.3.6 e 29.6.4.

## 5. Considerações Finais

Pode-se inferir, pelo estudo realizado, a relação entre os conceitos do Programa 5S e as abordagens de prevenção e proteção contidas na NR 29, constituindo-se, então, esses conceitos, por viabilizarem o efetivo cumprimento da legislação, num bom princípio para prevenir doenças e acidentes no trabalho portuário.

Deve-se, nesse processo, definir a participação e responsabilidades dos envolvidos com a operação portuária, bem como, de toda a estrutura organizacional do Porto, na prevenção de acidentes e na melhoria das condições do ambiente de trabalho portuário, de modo que as operações portuárias se realizem por meio de práticas e medidas que visem à prevenção de acidentes e de doenças ocupacionais.

Há que se considerar prioritários, nas operações portuárias, os aspectos de segurança e saúde ocupacional em relação à produção; que se buscar a melhoria contínua de desempenho, com base em avaliações periódicas dos requisitos de segurança e saúde; treinar e educar os trabalhadores envolvidos na operação portuária, estimulando-os para o exercício de suas atividades, promovendo a motivação e satisfação, com conseqüente crescimento humano.

Com certeza, os trabalhadores portuários terão muito a ganhar ao se apropriarem desse novo saber, pois se descobrirão como

sujeitos que têm direito ao trabalho, sem que este lhes cause dor, sofrimento, mutilação e morte.

### Referências

- [1] EGOSHI, K.. Os 5 S da Administração Japonesa. Artigo Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_2/5S/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/5S/Index.htm).
- [2] GARABEDIAN, Alessandra; LAPA, Reginaldo Pedreira. Os 5S aplicados às normas regulamentadoras. Revista CIPA, São Paulo, mar./2005, nº. 304, p. 25-31.
- [3] GARCIA JUNIOR, Antônio Carlos. A atividade do profissional em SST e os desafios da prevenção de riscos nos ambientes de trabalho. Palestra. Vitória: Fundacentro, 2007.
- [4] Kondo, Y. Motivação Humana: Um fator chave para o gerenciamento. São Paulo: Editora Gente, 3º Ed., 1994.
- [5] LAPA, Reginaldo Pedreira. Praticando os Cinco Sentos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- [6] Lei nº. 6514, de 22 de dezembro de 1977. Manuais de legislação ATLAS -

Segurança e Medicina do Trabalho, 56ª edição, 2005.

- [7] Portaria do Ministério do Trabalho nº53, de 17/12/1997. Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário. Disponível em: [www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br).

### Abstract

*This article discusses the applicability of the concepts in the 5S Program on a port occupational health and safety management program. Through the interpretation of the five concepts, with a focus on occupational health and safety, and correlating these with the specific legislation for the port occupational health and safety management, we can see how the adoption of these concepts are related to the protection and prevention approaches contained in the legislation, leading to the establishment of requirements for prevention and protection against accidents and occupational diseases in port activity.*

**Keywords:** *occupational health and safety management, prevention; dock work; quality.*

## Mensuração alternativa do risco sistêmico do desempenho bancário

Francisco Antônio Caldas de Andrade Pinto

*Subsecretário Geral de Planejamento e Gestão, Governo do Rio de Janeiro, Brasil*  
*Doutor pela Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas – EBAPE/FGV*  
*Pesquisador Associado do Grupo de Estudos Financeiros na Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE/FGV), Fundação Getúlio Vargas.*  
*E-mail: [frapinto@terra.com.br](mailto:frapinto@terra.com.br)*

### Resumo

*Este artigo apresenta uma análise sobre as grandes empresas bancárias do Brasil e sua relação com a estabilidade do mercado financeiro e tem por objetivo investigar se a relação das interdependências, medida pela correlação dos retornos das ações, permite a visualização de ocorrência potencial de risco sistêmico. Neste sentido, verifica-se uma tendência positiva nas correlações de retorno de ações para uma amostra de grandes e complexas organizações bancárias brasileiras de 2000-2009. Este estudo sugere que o potencial de risco sistêmico no setor financeiro pode ter aumentado. Verificou-se também que outros fatores de consolidação também têm sido responsáveis pela tendência de aumento nas correlações de retorno. Assim, este artigo teve por objetivo analisar o papel desempenhado por esses fenômenos no setor bancário para ajudar na compreensão da regulação diversa.*

*Palavras-chave: mercado financeiro, retorno de ações, risco sistêmico e correlações de retorno.*

### 1 Introdução

A tendência de concentração e consolidação financeira em curso ao redor do globo tem alimentado um ativo debate acerca de políticas públicas do impacto da consolidação sobre a estabilidade do mercado. As resultantes criações de uma série de grandes e cada vez mais complexas instituições financeiras aponta diversas preocupações quanto à sempre presentes, possibilidades de aumento na probabilidade de ocorrência de risco sistêmico.

Nesse mesmo sentido e ao mesmo tempo, por um lado a consolidação pode ter aumentado o grau de diversificação de

instituições individuais, e como resultado, reduzir o risco de operação e quebra da firma individual, sob o ponto de vista sistêmico, o resultado de empresas que vivenciaram fusões embora reduza seu risco individual, pode incrementar sua identidade mais ao conjunto de agentes financeiros e assim conseqüentemente agregar, maior vulnerabilidade ao sistema como um todo. Nesse sentido, a maior aplicação de determinadas ações, tais como os empréstimos interbancários e atividades de pagamento de grande porte, pode ter aumentado a probabilidade de ocorrência de riscos sistêmicos. Embora as pesquisas indicando tal tendência assentadas sobre

modelos empíricos de riscos sistêmicos acabam por ser limitadas e baseadas em ainda poucos trabalhos que efetivamente examinaram a relação entre o risco sistêmico e de consolidação financeira. Este trabalho procura contribuir para a redução dessa lacuna.

A monitoração e acompanhamento individual do gerenciamento de riscos no sistema bancário, em geral analisada sobre medidas como “value at risk (V@R)”, que reconhecidamente, não é uma das ferramentas mais talhadas para alertar possibilidades de ocorrência de risco sistêmico. O reconhecimento, portanto, da inadequação de medidas individuais para todas as instituições enseja muitos desafios para o desenvolvimento de instrumentos de medidas que possam identificar ou alertar quais são as implicações possíveis de decisões de tomada de risco pelas instituições que possam gerar efeitos em outros agentes de mercado além delas mesmas.

Orientado por uma definição geral de risco sistêmico, este artigo argumenta que as interdependências bancárias podem fornecer um possível indicador do potencial de risco sistêmico, e assim nesse sentido, apontar uma medida de interdependência a partir de correlações estatísticas dos retornos das ações de bancos comerciais cotadas em bolsa de valores. A análise prossegue, portanto, pela extração de todos os retornos e da dinâmica de tais correlações no período 2000-99 para uma amostra de organizações bancárias brasileiras grandes e complexas (LCBOs). Com exceção de Nicoló e Kwast, (2002), nenhum estudo prévio incidiu sobre a dinâmica das interdependências no nível da firma bancária.

## 2.0 – As Organizações Bancárias Grandes e Complexas - LCBOs

No esteio da visão de concentração e em complemento às tendências de consolidação e inovação ocorridas nas últimas décadas, observa-se que uma grande proporção dos ativos detidos pelos bancos está concentrada num pequeno número de empresas e organizações, e estas, tem integradas em seu produto um conjunto atividades bancárias, que se estende muito além da tradicional tomada de depósitos e concessões de empréstimos. Como resultado desta evolução, cresceu extraordinariamente o número de organizações bancárias grandes, robustas e que se envolvem de forma complexa em um vasto leque de atividades financeiras, mais do que em qualquer outro momento na história recente. São as organizações denominadas de LCBOs<sup>1</sup>.

Os aspectos mais comuns das organizações LCBOs segundo Jones e Nguyen, (2004) são:

- Significativa exposição de risco sobre ativos extra-patrimoniais ;
- Oferecimento de uma ampla gama de produtos e serviços no mercado interno e internacional ;
- Participação extensiva em transações de grandes valores nos sistemas de pagamento e liquidação internacionais ;
- Organizações que estão sujeitas a programas específicos de supervisão e regulação das Agências de Controle ou Banco Centrais, (De Ferrari e Palmer, 2001). Esse ponto, é de certa forma controverso, uma vez que embora existam programas de regulação e supervisão bastante específicos para essas organizações, nada disso contudo, foi suficiente para coibir a alta exposição ao risco dessas instituições por ocasião da crise

das hipotecas de baixo risco norte-americanas.

Essas organizações gerenciam e comercializam uma enorme variedade de produtos e serviços muito além dos tradicionais produtos bancários, tais como títulos, atividades fiduciárias, fundos, participações societárias de investimento várias, derivativos diversos, esses últimos, em particular com forte presença de intangíveis nas demonstrações financeiras.

O tamanho e grandeza dessas instituições tiveram como foco, o mercado global, e por esse fim justificariam seu tamanho. Em cada centro-financeiro, as maiores instituições possuem planos para competir tão fortemente quanto possível, com instituições globais. Enquanto elas razoavelmente crêem considerarem-se demasiado grandes para quebrar (*TBTfs*), possuem conforme visto, um forte incentivo para resistir a esforços padrões de supervisão e regulação áridos o bastante para lhes impedir de prosseguir na trilha de pesados riscos que em geral poderiam ameaçar a estabilidade do sistema.

Embora, por definição, todas as LCBOs são de porte grande, o grupo não é, contudo, homogêneo. Pode-se dizer que algumas dessas corporações são bem mais complexas que outras, sejam estas no mercado global, sejam no âmbito da atividade dos produtos comercializados, tais como valores mobiliários e derivativos. A variação nessa complexidade acompanha em geral a variação ao risco em que essas organizações são submetidas, e esse crescimento contínuo na dimensão e na complexidade expõe essas empresas, a uma gama de riscos potenciais, enquanto, ao mesmo tempo, torna mais difícil para a supervisão e regulação ter uma visão abrangente dessa exposição,

respondendo pela carente ou insuficiente regulação nesse sentido.

É razoável dizer que a presença da opacidade e complexidade na cena do sistema bancário e financeiro moderno, é centrada na existência dessas organizações. A contínua evolução presente nos últimos 30 anos no sistema financeiro remodelou a maneira em que os mercados funcionavam, de uma forma que esse progresso, pareceria capaz de trazer grandes benefícios à economia moderna. Essas inovações, no entanto, tornaram-se tão intensas que acabaram por ser uma das causas que responde pelas perdas que a recente crise das hipotecas de baixo risco norte-americanas impôs no sistema financeiro. O termo “*complexo*”, dos LCBOs, denota basicamente o enredamento dado pela dificuldade de entendimento nas demonstrações contábeis bancárias de identificar seus riscos associados. A comercialização dos riscos de créditos bancários foi acompanhada por uma obscurantização da clareza de seu tamanho.

Para melhor clareza de avaliação dos potenciais impactos sobre a economia real, segundo Sobreira, (2008) é preciso entender o funcionamento das operações derivativas e de securitização que estão por trás do ocorrido, onde os grandes bancos internacionais, a fim de empacotar e comercializar riscos, desenvolveram instrumentos lastreados em ativos – financeiros ou não – conhecidos como “*asset-backed commercial papers*” que são títulos que são emitidos tendo por base uma linha de crédito de outro banco, normalmente uma linha de crédito barata e renovada em períodos muito curtos, a qual é usada para comprar ativos que pagam uma elevada taxa de juros, tais como obrigações “*colateralizadas*” ou com lastro em

garantias “*collateralised-debt obligations*”. Segundo Sobreira, (2008) tal engenharia financeira tem problemas associados tais como, a dependência fortemente da manutenção das linhas de crédito de curto prazo para a sua contínua existência.

O resultado foi que o conjunto de inovações complexas que supostamente criaria mercados mais robustos, livres e auto regulados, na verdade produziu um mundo obscuro onde o risco estava na realidade sendo concentrado e de formas de difícil compreensão.

A rápida evolução, portanto, e a complexidade crescente dos mercados financeiros são convites para o contínuo aperfeiçoamento do sistema de supervisão e regulação. Dentre os desafios enfrentados, se encontram, dentre outros, a extensão das operações internacionais, a participação no grande valor de pagamento e de liquidação, bem como a extensão da guarda de operações de atividades fiduciárias, e das atividades comerciais. Medidas que devem ser consideradas entre outras para avaliação, devem incluir o total do ativo, o tamanho das exposições extra-patrimoniais, a atividade em mercados derivativos, ativos e depósitos estrangeiros, os títulos e valores mobiliários emprestados, os rendimentos da atividade fiduciária, as receitas auferidas em mercados hipotecários, a atividade em sistemas de pagamento, etc.

Nesse novo ambiente, as instituições financeiras e os reguladores e supervisores devem considerar uma gama muito mais ampla de exposições, e lidar com um leque cada vez mais complexo de instrumentos financeiros e atividades que refletem importantes, e sutis, diferenças nos níveis de risco. Regras tradicionais já não são suficientes para avaliar a adequação de capital de muitas dessas organizações

bancárias, em especial grandes instituições e outras com complexos perfis de risco, ou envolvidas em transferências de riscos diversos, (caso das hipotecas norte-americanas). Como resultado, essas organizações exigem processos formais e, analíticos para identificar e mensurar os riscos, e para manter um adequado nível de capital global apropriado a esse mesmo nível de risco.

O fato, por si só, de as LCBOs muitas vezes funcionarem na margem do risco-retorno e na criação de novos instrumentos e estratégias e sempre terem tido poucas amarras para gerenciarem e comercializarem um portfólio extenso de variados e distintos produtos, com complexas redes de distribuição, já poderia ser considerado um prenúncio de alerta às autoridades de regulação e supervisão bancária. Essa tão variada e sofisticada carteira de produto, acaba, por requerer doses consideráveis de especialização e avanço tecnológico para sua eficaz administração. As próprias ferramentas de análise de risco, conforme já comentado, existentes de forma presente na administração desses produtos e serviços podem ao reverso de suas expectativas, ter ainda que de forma indireta, estimulado que essas empresas incorressem em níveis de risco mais críticos.

Como ilustração dessa complexidade, aponta-se que em relação aos correntes efeitos da crise das hipotecas norte-americanas, têm sido recorrentes as discussões acerca das soluções de restabelecimento da liquidez de crédito, através da injeção maciça de recursos públicos nessas instituições financeiras, que expostas ao risco excessivo não tiveram como honrar seus compromissos gerando as conseqüências comentadas. As argumentações freqüentemente implicam em

que somente através das separações completas entre ações e funções de intermediação financeira (bancos tradicionais) e de múltiplos investimentos (bancos de investimentos) poder-se-ia aplicar recursos públicos de saneamento financeiro. Ou dito de outra forma, qualquer instituição de natureza grande e complexa que tenha incorrido em riscos explorando oportunidades criadas por produtos financeiros complexos, e outras inovações que tenham incorrido em conseqüências financeiras por essa exposição, deveriam se financiar preferencialmente nos mercados tradicionais de capitais, sem receber quaisquer garantias financeiras de governos previamente.

O que inscreve ou classifica uma organização bancária no modelo LCBO, é em geral o conjunto de fatores de serviços operados e valores envolvidos discutidos anteriormente. É importante também notar, que o número dessas organizações LCBOs é fluido e pode mudar como resultado da evolução da situação que afeta uma organização bancária ou mudanças na indústria como um todo. O certo, contudo, é que ao longo de períodos de concentração bancária, como o que presenciamos no momento, o número de organizações que se enquadram nessa classificação, tem sistematicamente crescido.

A visão atual da tolerância de concentração e consolidação, que acaba por estimular a formação dessas organizações como foi mostrado acima, é baseada em um arcabouço teórico não inteiramente pacificado, carecendo ainda de plena e ampla aceitação em relação a seu entendimento sobre o mercado de intermediários financeiros, o que é fato, é que esta teoria talvez não tenha assim considerado o simples evento de que as

mudanças no ambiente em que operam essas organizações podem ter gerado um impacto muito substancial sobre a forma como são estas geridas e, portanto, as dificuldades em que elas podem ter em conseqüência para serem bem regulamentadas e fiscalizadas.

O conceito de competição no setor financeiro é importante por uma diversidade de razões. Tal como nas outras indústrias, embora adaptado ao que foi comentado nesse trabalho, o grau de concorrência nesse setor pode também levar a eficiência da produção de serviços financeiros, a qualidade dos produtos financeiros e o grau de inovação no setor, além das diretrizes da política de regulação que se deseja aportar e do acesso das empresas e das famílias para os serviços financeiros e de financiamento externo, por sua vez afetando a economia como um todo. Ou seja, é sempre desejável a busca de mercados com mais concorrência sem que essa substitua qualquer preceito regulatório, sabido que o sistema bancário é caracterizado como peculiar, na medida em que ele é vulnerável à ocorrência de instabilidade, como os inúmeros episódios de crises revelam e em particular pela crise de financiamento das hipotecas norte-americanas recente.

Os bancos, portanto, são frágeis e estão propensos a tomar riscos excessivos. A função de intermediários que estes exercem entre os agentes de mercado dão aos bancos um papel de importantes provedores de liquidez e ofertadores de crédito, mas também oferece exposição dos mesmos a condicionantes que possam levar a crises sistêmicas. Essa função de intermediação surgiu como uma resposta à imperfeição e incompletude financeira nos mercados. Em uma economia caracterizada pela assimetria de informação e conseqüente incerteza, os intermediários são valiosos porque são eles

que conseguem gerar economias de escala na produção de informação e fornecer produtos adicionais tais como seguro para depositantes operando com um tipo de produto que é por natureza, incerto em seu momento de consumo. A produção da informação e o provimento de seguros são duas das principais características da especificidade bancária, mas podem também, conforme já comentado, serem causas da sua fragilidade. As assimetrias existentes entre bancos e depositantes, a maturidade e a transformação que os bancos operam de investimento de curto prazo em depósitos de ativos de longo prazo pode expor os bancos a possibilidade de corridas bancárias.

A dependência dos bancos em relação a depósitos como fonte de recursos cria um sério problema de agência entre os bancos e os depositantes em que, estando os primeiros, sujeitos a um passível derivado em grande parte de capital de depósitos, acabam por ter a desvantagem de grandes compromissos com riscos próprios de seu capital<sup>1</sup>, mas, não obstante, têm fortes incentivos para escolher os riscos que podem ser excessivos do ponto de vista dos depositantes. A necessidade de manter permanente estabilidade nesse setor, juntamente com a necessidade de proteger os consumidores, prevê a motivação para a introdução de regimes de seguro de depósito e de empréstador de última instância além da regulação como mote complementar, conforme já argumentado.

É sabido, dessa forma, que os bancos são agentes especiais porque são mais vulneráveis à instabilidade que empresas comerciais dos setores de produção e serviço tradicionais, e também porque qualquer extrato da população dos menos, aos mais favorecidos, podem manter uma parte de sua

riqueza (ativos) em diversos tipos de depósitos ou produtos bancários (Pinto, 2010). O potencial de instabilidade do sistema bancário e à necessidade de proteção dos consumidores são as razões fundamentais que tem norteado o desenvolvimento da regulação.

A tendência de concentração e consolidação ora em curso ao redor do globo tem alimentado um ativo debate acerca de políticas públicas do impacto da consolidação financeira sobre a estabilidade do mercado. A teoria econômica, contudo, fornece conflitantes previsões sobre a relação entre a estrutura do mercado do setor bancário e a fragilidade do sistema. Nesse ensejo, os estudos acerca das relações positivas ou negativas entre a concorrência no sistema financeiro e a estabilidade desse sistema, ora aponta a competição como mitigadora dos riscos de instabilidade no sistema, ora aponta a concentração bancária como fonte de estabilidade. Contribuições acadêmicas mais recentes, (conforme ilustrado a seguir), contudo, parecem indicar que a relação é ainda mais complexa do que o inicialmente imaginado.

### **3.0 - Definição de interdependência Bancária**

Os bancos na medida em que intercambiam posições financeiras diversas tais como empréstimos interbancários e outros, caracterizam o fenômeno da dependência financeira mútua ou comumente chamada de interdependência. Ou seja, instituições que são dependentes de posições financeiras assumidas por outras instituições nesse mercado.

Considerando, à visão de risco sistêmico como um evento que tem potencial para desencadear uma perda de valor econômico

ou de confiança, e conseqüentemente aumento na incerteza sobre, uma porção substancial do sistema financeiro sendo grande o suficiente para, com toda a probabilidade ter efeitos adversos significativos na economia real, sendo altamente suscetíveis de induzir efeitos fortemente indesejáveis, tais como verdadeiras reduções substanciais na produção e no emprego real e mesmo considerando a hipótese de existência de mercados perfeitamente competitivos em que todas as instituições são formadoras de preço, pode-se dizer que os efeitos de contágio resultantes de pequenos choques de liquidez num mercado interbancário poderiam forçar os bancos a possivelmente liquidar ativos, para a minimização dessas perdas (Schaek et. al., 2006) gerando efeitos distantes do que a regulação possa aspirar.

A existência de externalidades negativas, portanto, associadas a graves perturbações no sistema financeiro podem influenciar choques que possam se propagar de forma intensa. Sob a lógica da interdependência, portanto, dois críticos recursos são relacionados a esta definição:

O exemplo dessa ocorrência em um descentralizado sistema bancário e financeiro implica este princípio à necessidade de contágio executando efeitos recorrentes de uma para outras empresas com propagação tendendo a ser proporcional a dependência da estrutura descentralizada;

O exemplo dessa ocorrência em sistemas financeiros altamente concentrados por sua vez, implica em que a falha de uma única grande empresa poderia por si só, ser uma forma de falha com conseqüências sistêmicas em prazos mais curtos devido à estrutura do mercado.

O potencial de existência de externalidades negativas, entre as

instituições financeiras é o aspecto fundamental no entendimento dessa visão, e as implicações dessas externalidades entre firmas financeiras são as ferramentas para obter as medidas de estimação de potencialidades de ocorrência do risco sistêmico no setor financeiro. Especificamente, diz-se que para a existência de externalidades, as empresas devem ser interdependentes, de alguma forma. Essas interdependências podem ser de natureza direta ou indireta e proporcional ao tamanho da instituição financeira. Os totais das interdependências (diretas mais indiretas) com outras instituições financeiras, bem como a força quantitativa dessas interdependências através de vários bancos são as chaves fundamentais para saber se um choque com uma ou com um pequeno número de instituições financeiras, têm o potencial para se tornar sistêmico.

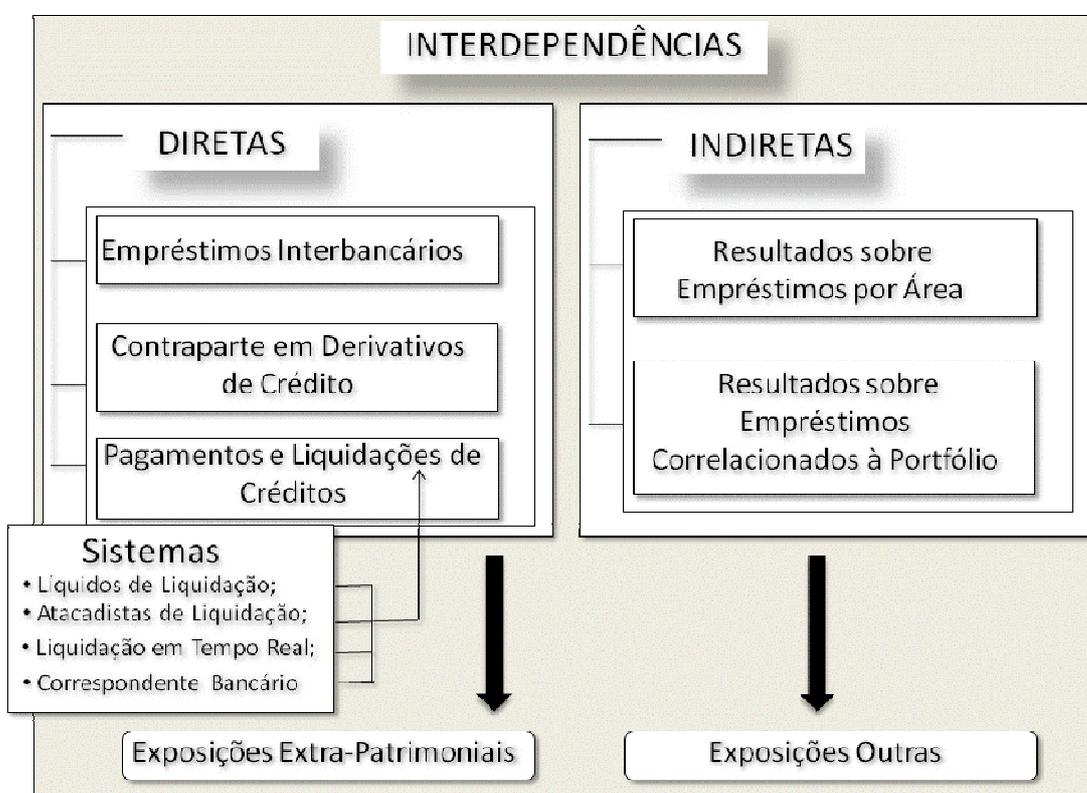
As interdependências diretas surgem a partir de relacionamentos entre firmas bancárias em exposições de natureza em geral extra-patrimoniais. Um exemplo simples são os riscos decorrentes de empréstimos interbancários através dos fundos de mercado. Outro exemplo de interdependência direta seria através da contraparte de posições em derivativos de crédito. Por fim, acordos mais sutis, incluem exemplos de interdependências diretas resultantes de pagamento e de liquidação relacionamentos, tais como o crédito.

As interdependências indiretas surgem a partir de exposições de risco sobre os mesmos ativos, mas também, e possivelmente, a partir de outras fontes. Exemplos importantes são os potenciais prejuízos causados às diversas instituições através da participação no mercado de empréstimos. Empréstimos concentrados no

mesmo tipo de atividade econômica (indústrias, por exemplo), ou de outra forma, altamente correlacionados a determinadas carteiras ou portfólios. As interdependências indiretas são o mecanismo através do qual é possível, a firma bancária possuir mais

diversificação de forma individual, mas em regra geral, permite ao sistema bancário tornar-se mais vulnerável à ocorrência de um choque sistêmico.

A figura abaixo melhor reflete essa classificação.



**Figura 1** - Tipos de Interdependências bancárias

A mensuração e conseqüente caracterização do efeito das interdependências bancária totais pode ser medida pelas correlações estatísticas de variações percentuais dos preços das ações dos LCBOs. Em suma, os retornos obtidos por essas variações. Os preços acionários,

portanto, ao refletirem a avaliação do mercado sobre as perspectivas futuras da empresa, parecem talhados de forma ideal para sintetizar esse efeito, pois incluem a estimativa de impacto total das suas interações com outras instituições. Assim, um pressuposto fundamental dessa análise é

que um aumento observado nas correlações entre os retornos das ações, devido ao aumento direto ou indireto das interdependências, pode sinalizar um aumento do potencial para um choque se tornar sistêmico. Inversamente, a existência de nenhuma alteração ou mesmo uma diminuição nas correlações, poderia se dizer, que seria coerente com a perspectiva potencial da ocorrência os riscos sistêmicos não teria aumentado, ou mesmo diminuído.

As tradicionais preocupações acerca do risco sistêmico, conforme discutido, centraram-se sempre sobre as implicações no sistema de pagamentos, na oferta de moeda e na intermediação financeira, devido às corridas bancárias. No entanto, o advento dos seguros de depósito, adicionado a uma compreensão melhor da necessidade de manter uma oferta adequada de moeda a liquidez do mercado, bem como o desenvolvimento do sistema de supervisão prudencial acabaram por essencialmente diminuir em muito ameaça de corridas bancárias pelos pequenos clientes e as pequenas empresas.

Nos sistemas de pagamentos, todavia, é que reside maior parcela de cuidados a serem tomados. A maior parte das inter-relações e conseqüentes interdependências entre os bancos ocorrem através dos sistemas de pagamentos. Os seus arranjos internos podem determinar como os choques podem se propagar e dessa forma a severidade do contágio (Carletti, 2007). Dependendo do momento e da metodologia de liquidação, os sistemas de pagamento podem ser classificados em : (i) sistemas líquidos de liquidação (apenas os saldos líquidos são liquidados e em um determinado momento); (ii) sistemas atacadistas de liquidação (pagamentos entre os membros são resolvidos sem

compensação e um determinado momento); (iii) sistemas de liquidação em tempo real (pagamentos entre os membros são resolvidos sem compensação e imediatamente após cada operação); e por fim; (iv) sistemas de correspondente bancário (os pagamentos são resolvidos a nível bilateral entre um banco correspondente e os membros de um grupo de pequenos bancos ou bancos estrangeiros). Sob o ponto de vista de estabilidade, essa descrição ajuda a compreender que os sistemas líquidos de liquidação economizam em liquidez, mas ajudam os bancos a expor contágio porque envolve a transferência de ativos de créditos de um local para outro. Em contrapartida, sistemas atacadistas e em tempo real implicam elevados custos de liquidez, mas não enfrentam qualquer risco de contágio.

Na prática, isso significa que as análises mais recentes sobre a ocorrência de risco sistêmico devem ser concentradas sobre as maiores, e mais complexas instituições financeiras. Esta reorientação, conforme amplamente argumentado nesse trabalho, foi reforçada pelas forças da mudança tecnológica, desregulamentações e a utilização crescente globalização dos mercados financeiros que têm sido a rápida evolução da condução dos sistemas financeiros mundiais. Essas são razões, investigativas de tentar esclarecer a relação entre o risco sistêmico, e as grandes e complexas organizações bancárias, e consolidação de atividades em tais instituições.

No contexto das grandes e complexas organizações é razoável aprofundar demandas tais como:

- Quais são os *trade-offs* entre concorrência e estabilidade ?

- Como é afeta a política de regulação da concorrência, à vulnerabilidade dos bancos as corridas bancárias e as crises sistêmicas, bem como os incentivos para estes assumirem riscos ?

- Como a concorrência influencia a eficácia da regulamentação com ferramentas destinadas a preservar a estabilidade (regulação prudencial) ?

- Pode a regulação corrigir os potenciais efeitos negativos da concorrência em matéria de estabilidade? Ou de maneira complementar, pode a competição providenciar melhores condições de regulação com vistas a minorar as possibilidades de fragilidade e vulnerabilidade do sistema bancário?

Uma vez, portanto, consolidado o entendimento de que nos interessa aprofundar essas investigações para o tipo de organização LCBO e relevar a análise no caso de organizações pequenas e a despeito, das numerosas contribuições teóricas e empíricas sobre a avaliação do impacto dos efeitos da concentração bancária, o tema segue sendo de grande relevância. Duas vertentes contrárias se sobressaem nessa lógica, as de Estabilidade-Concentração e as de Fragilidade-Concentração, (Beck et al. 2003) e (Beck et al. 2006 apud Tabak et al. 2007), sem que haja qualquer consenso, dada a natureza complexa que o tema assume.

#### 4.0 - Abordagem no Estudo de Caso

No desenvolvimento empírico desse estudo, foram compiladas as séries as históricas<sup>ii</sup> dos valores médios das negociações diárias na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) das cotações das ações (ordinárias e preferenciais) dos principais bancos brasileiros desde 03/01/2000. E,

dessa forma extraídos retornos médios diários através das relações entre os valores das cotações médias em dias sucessivos. A observação através dos retornos está alinhada com a interpretação das interdependências entre os bancos<sup>iii</sup>, fornecendo um indicador de potencial da ocorrência de risco sistêmico através da correlação de seus retornos.

Devido aos efeitos observados no padrão de comportamento da natureza estatística da amostra, foram calculados retornos diários a partir de janelas mensais de rolamento (médias móveis) de 31 dias de cada conjunto de cotações. Uma vez, contudo, que o período de análise também mostrou mudanças significativas devido às fusões e aquisições nos próprios bancos analisados, cuidado adicional foi tomado na amostra de modo que seus resultados possam procurar corresponder, tanto quanto possível o comportamento acionário dos grandes bancos. Por fim, em acordo à heterogeneidade da amostra procurou-se dar tratamento diferenciado com a geração de séries tratadas com ajustes ou expurgos de cotações individualizadas sempre que seus valores pudessem representar cotações extenuadamente fora do conjunto da série (“*outliers*”) e de ajuste ao valor real<sup>i</sup>, através da retirada dos efeitos a partir dos eventos acima citados.

Para a devida observação de efeitos de tendência de comportamento de natureza estatístico foram extraídas as médias móveis mensais de cada conjunto de cotações. Uma vez, contudo, que o período analisado apresentou também mudanças significativas de fusões e incorporações dentre os próprios bancos analisados, descritas mais a seguir, cuidados adicionais foram tomados na amostra a fim de que os resultados de seus retornos pudessem procurar refletir o mais

proximamente possível o comportamento dos grandes Bancos<sup>ii</sup>.

A Estatística descritiva da amostra é disposta na tabela 1 :

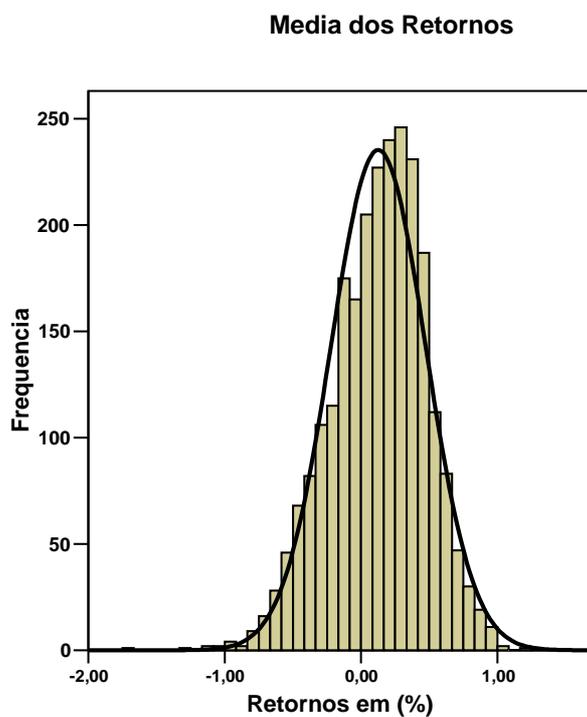
**Tabela 1** – Estatística Descritiva das Médias móveis dos retornos dados pelas ações de grandes bancos brasileiros no período compreendido entre 2000 e 2009.

		Estatísticas								
		Bradesco	Itau	B.Brasil	Unibanco	Santander	B.Merc. Brasileiro	Nossa Caixa	Banrisul	Cruzeiro do Sul
Média		,000923	,000932	,001387	,000848	,001757	,001919	,000739	,003022	,000344
Mediana		,001028	,001015	,001430	,000920	,000795	,001915	,000360	,004010	,000750
Moda		-,0032	-,0003	-,0056	-,0036	,0001	,0000	,0008	,0106	-,0096
Desvio Padrão		,0038280	,0038224	,0046762	,0045078	,0056132	,0064457	,0060655	,0144310	,0074660
Mínimo		-,0114	-,0225	-,0191	-,0242	-,0184	-,0214	-,0192	-,1414	-,0198
Máximo		,0127	,0188	,0145	,0183	,0274	,0280	,0391	,0315	,0169
Percentis	25	-,001693	-,001300	-,001420	-,001923	-,000890	-,002050	-,002303	-,004180	-,004323
	50	,001028	,001015	,001430	,000920	,000795	,001915	,000360	,004010	,000750
	75	,003699	,003498	,004600	,003785	,003730	,005585	,002360	,012770	,004843

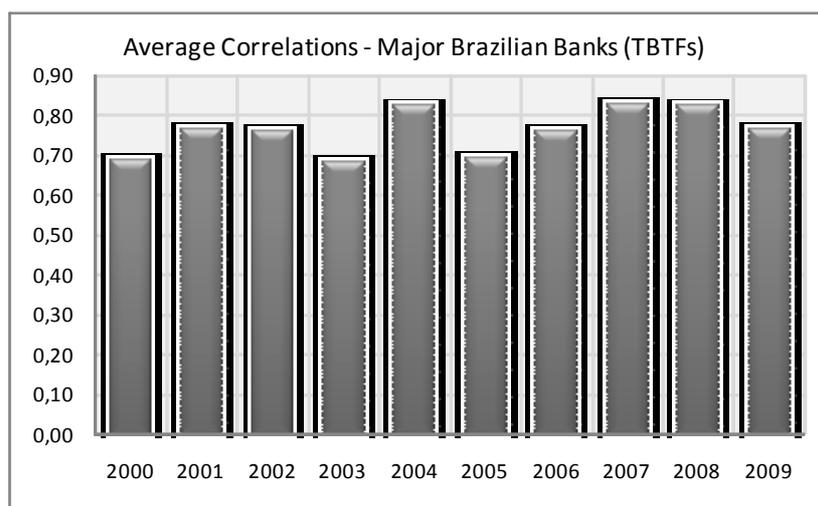
Os retornos como visto a seguir, em média possuem frequência de ocorrência com bastante aproximação de uma distribuição com caracterização normal, com predominância de retornos entre 0,3% e 0,4% ao dia, conforme figura 2.

Para um conjunto de 360 pares relevantes de correlações no período analisado como um todo e separadamente ano a ano,

evidencia-se que a média das correlações extraídas dos bancos em análise, ano a ano além de confirmar as correlações entre os grandes bancos analisados, aponta satisfatoriamente a presença de indícios de tendência crescente do incremento das correlações absolutas, conforme o gráfico da figura 3.



**Figura 2** - Distribuição de freqüência da média dos retornos da amostra considerada.

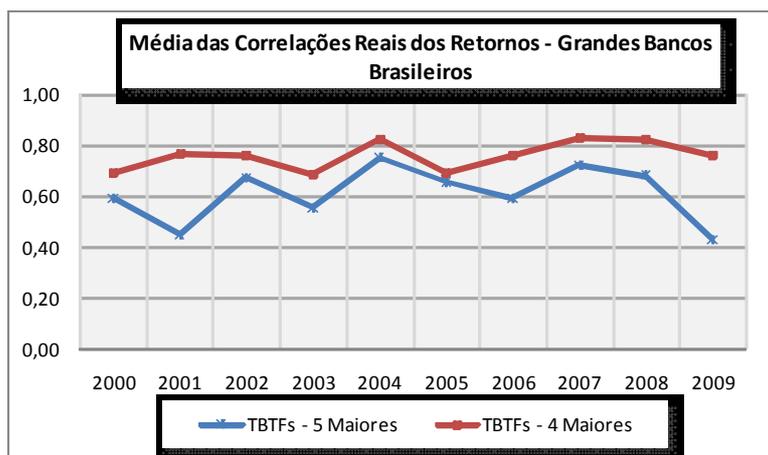


**Figura 3** – Média das Correlações dos Retornos das Ações dos principais bancos brasileiros

De acordo com Nicoló e Kwast, (2002), correlações computadas nos dados de diferentes períodos de tempo não necessariamente apontam para aumentos de interdependências. Por exemplo, a suposição de retornos bivariados normais, extraídos por correlações medidas em períodos de alta volatilidade de ações podem ser maiores do que aqueles calculados em períodos de baixa volatilidade de retorno, embora a correlação subjacente seja constante.

Do próprio grupo de inicial de nove grandes bancos analisados<sup>iii</sup>, observou-se que as correlações reais, e por conseqüência, a média das correlações absolutas,

pertencem a conjuntos variáveis, sendo mais altas entre os bancos com maior capital e maior participação de mercado, e menores nos bancos com menor capital e menor participação de mercado, ou seja, do grupo de nove bancos originalmente analisados, os quatro maiores bancos possuem correlações bem mais altas que os menores bancos. Em verdade tende-se a identificar que os conjuntos de correlações observadas acabam por serem proporcionais ao tamanho do banco. A figura abaixo demonstra o conjunto de pares de correlação considerando o conjunto dos quatro e dos cinco maiores bancos brasileiros.



**Figura 4** – Média do Conjunto de Correlações considerando os cinco maiores e os quatro maiores dos principais bancos brasileiros.

**Tabela 2** – Correlações entre as médias móveis dos retornos da amostra selecionada

	Bradesco	Itau	B.Brasil	Unibanco	Santander	B.Merc.Brasileiro	Nossa Caixa	Banrisul	Cruzeiro do Sul
<b>Bradesco</b>	1	0,80769	0,62945	0,73809	0,29195	0,24167	0,21866	0,21379	0,42465
<b>Itau</b>	0,80769	1	0,59223	0,70391	0,35910	0,20423	0,33160	0,23458	0,40785
<b>B.Brasil</b>	0,62945	0,59223	1	0,57332	0,11017	0,38103	0,19841	0,22297	0,39197
<b>Unibanco</b>	0,73809	0,70391	0,57332	1	0,31618	0,19029	0,43014	0,20427	0,42010
<b>Santander</b>	0,29195	0,35910	0,11017	0,31618	1	-0,11838	0,02397	0,07748	0,37954
<b>B.Merc.Brasileiro</b>	0,24167	0,20423	0,38103	0,19029	-0,11838	1	-0,23222	0,21248	0,27123
<b>Nossa Caixa</b>	0,21866	0,33160	0,19841	0,43014	0,02397	-0,23222	1	0,06969	0,20519
<b>Banrisul</b>	0,21379	0,23458	0,22297	0,20427	0,07748	0,21248	0,06969	1	0,12642
<b>Cruzeiro do Sul</b>	0,42465	0,40785	0,39197	0,42010	0,37954	0,27123	0,20519	0,12642	1

A tabela 2 apresenta as melhores disposições dos testes realizados durante todo o período de 2000 a 2009.

## 5.0 - Conclusões

O estudo apresentou a interpretação de uma significativa tendência positiva de correlações entre os retornos dos grandes e complexos bancos descritos. Esta observação é consistente com a perspectiva de que o potencial de choques econômicos para se tornarem agentes de risco sistêmico no setor financeiro parece ter aumentado na última década. Além disso, a consolidação da amostra LCBOs parece ter contribuído para suas interdependências durante o período de amostragem. No entanto, as correlações apresentam variação significativa no período considerado, tendo valores maiores na última parte da década. Assim, outros atores que não somente a consolidação das interdependências podem ser também responsáveis pela tendência ascendente das correlações

Os resultados desta abordagem de caso reforçam a visão de que os reguladores, supervisores e formuladores de políticas de Estado devem ter muita atenção para as implicações da mudança do cenário no sistema financeiro com vistas ao risco sistêmico. A consolidação no setor bancário e as formações de grandes e complexas instituições financeiras capazes de competir em uma base global embora possam ensejar benefícios, pode por outro lado acabar por oferecer o aparecimento de novos riscos.

Esse estudo, todavia, deve ser complementado com o aprofundamento de matérias que melhor definam formulações que melhor aproximem mensurações entre grandes e complexos bancos, concentrações bancárias e exposição ao risco sistêmico. A

introdução das correlações bivariadas é uma boa sinalização, porém carece de maior complexidade. Nesse ensejo vale a pena serem observados estudos elaborados por Longin and Solnik, 1995 e (Bollerslev, 1990, apud Nicoló, G., Kwast, 2002).

## JEL Codes: G21, G28, G32

<sup>i</sup> *LCBO, é um acrônimo representativo, do termo referencial Large and Complex Banking Organizations. Organizações bancárias que além de grandes (large), comercializam um complexo e variado range de serviços e produtos financeiros, muito além dos oferecidos através da tradicional intermediação financeira. Pela robustez e presença nos mercados são também denominadas “Too Big to Fail” – TBTF.*

<sup>ii</sup> *A Teoria da Agência é, ilustrada a partir da premissa relacionada ao conceito de firma onde o pressuposto que se assenta é que os agentes envolvidos possuem naturezas racionais, avessos ao risco com interesses voltados a si (egocentristas). O conceito em geral desenvolvido no ocidente por Jensen e Meckling (1976), procura convergir os interesses entre a tutela e a administração, mas é aportado também para a relação bancos-depositantes e regulador-regulado, entre outras.*

<sup>iii</sup> *A coleta das séries históricas foi efetuada através do sítio da Bolsa de Valores de São Paulo no endereço <http://www.bovespa.com.br/Mercado/RendaVariavel/SeriesHistoricas/FormSeriesHistoricas.asp>, mediante prévio cadastramento, complementarmente, foram efetuadas pesquisas de dados de consistência em <http://www.fatorcorretora.com.br/Mercados/Cotacoes/SeriesHistoricas.aspx> onde foram disponibilizadas extensões das cotações para os bancos em análise.*

<sup>iv</sup> *Além dos resultados de retornos similares poderem indicar níveis de dependências mútuas,*

pode-se também aferir que quanto maior a proximidade de seus resultados, maiores são as indicações de que essas corporações possam estar se movendo em direções financeiras similares.

<sup>v</sup> Uma vez que as cotações nominais absorvem em seus valores efeitos tais como desdobramentos, agrupamentos, bonificações, incorporações, subscrições, entre outros, que poderiam dificultar a interpretação na variação conjunta com os demais bancos, optou-se pelo ajuste (retirada do efeito), ao invés de tratar individualmente o conjunto de elementos da amostra quando absorvido os efeitos de agrupamentos, bonificações e subscrições. Essa retirada, contudo, não afeta o efeito econômico do advento de qualquer benefício a partir desses mesmos efeitos.

<sup>vi</sup> Nesse ensejo se enquadram a absorção dos retornos dados pelas cotações do Banespa antes de sua aquisição pelo Santander.

<sup>vii</sup> O Estudo apropriou as séries estatísticas de retornos das cotações das ações preferenciais e ordinárias cotadas na Bolsa de valores de São Paulo, de 9 iniciais grandes bancos brasileiros, a saber: Bradesco, Banco Itaú, Banco do Brasil, Unibanco, Santander, Banco Mercantil e Brasileiro, Nossa Caixa, Banrisul e Banco Cruzeiro do Sul.

## Referências

- [1] Bollerslev, T.; "Modeling the Coherence in Short-Run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized Approach" Review of Economics and Statistics, Aug. 1990, pp 498-505.
- [2] Beck, T.; Demirguc-Kunt, A.; Levine, R.; "Bank Concentration and Crises", NBER-National Bureau of Economic Research, Working Paper Series, Working Paper No. 9921, disponível em <http://www.nber.org/papers/wp9921.pdf>, 3-10, Aug. 2003.
- [3] Beck, T., Demirguc-Kunt, A., Levine, R.; "Bank Concentration, Competition, and Crises: First Results", Journal of Banking and Finance 30(5), 2006.
- [4] Carletti, E.; "Competition and regulation in banking". Bank of England Center for Financial Studies at the University of Frankfurt, Final Draft, Frankfurt, 2007, pp. 2-5.
- [5] De Ferrari, L.M.; Palmer, D., "Supervision of Large Complex Banking Organizations" Federal Reserve Bulletin, Feb 2001, pp. 47-57.
- [6] Jensen, M. C.; Meckling, W.H.; "Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure". Journal of Financial Economics, v. 3, nº. 4, Out, 1976, pp.305-360.
- [7] Jones, K. D.; Nguyen, C.; "Increased Concentration in Banking: Megabanks and Their Implications for Deposit Insurance", Working Paper Series, Federal Deposit Insurance Corporation, Washington, Nov. 2004, pp.3-5. Available at: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=566041](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=566041).
- [8] Nicolás, G., Kwast, M.L.; "Systemic Risk and Financial Consolidation: Are they Related ?", International Monetary Fund – IMF Working Paper wp/03/101, IMF Institute, 2002, pp. 4-8.
- [9] Pinto, F.A.C.A.; "Ensaio Sobre Regulação Bancária e Política Antitruste", ("Essays on Banking Regulation and Antitrust Policy"), Phd Thesis, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas-Fundação Getúlio Vargas, EBAPE-FGV, Rio de Janeiro, May, 2010, pp.45-46.126.

**Abstract**

*This article presents an analysis about the Brazilian large and complex banking corporations and their relationship to financial market stability. It aims to investigate if the relation of the interdependencies, as measured by correlations of stock returns, provides a display of potential occurrence of systemic risk. In this sense, it finds a positive trend in stock return correlations for a sample of Brazilian large and complex banking organizations over*

*2000—2009. This finding suggests that the systemic risk potential in the financial sector may have increased. In addition, in despite that factors others than consolidation have also been responsible for the upward trend in return correlations. In this sense, this article aims to examine the role played by these phenomena in the banking industry to help in the understanding of the diverse regulation..*

*Keywords: banking, financial market, stock returns, systemic risk and economy*

## Reconhecimento Automático de Tatuagens

Marcelo Musci

*Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio  
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE  
Rua Marques de São Vicente, 225, Gávea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
E-mail: musci@ig.com.br*

### Resumo

*Este trabalho apresenta um sistema de reconhecimento de imagens de tatuagens de forma automática em um banco de dados, que pode vir a ser utilizado para ajudar na correta identificação de criminosos que possuam esse tipo de marca corporal. A técnica de extração de parâmetros e reconhecimento de imagens é baseada no algoritmo Scale Invariant Feature Transform (SIFT).*

*Palavras-chave: Tatuagens, identificação criminal, SIFT*

### 1. Introdução

Tatuagens podem ser uma ferramenta muito útil para identificação de pessoas em aplicações criminais, sendo inclusive utilizadas para identificação de vítimas ou suspeitos usando identidades falsas. Seu uso tem sido mais difundido na atualidade, quando outros tipos de identificação biológicos, como impressões digitais, não estão disponíveis.

Para uso em identificação criminal, seu uso possibilita a obtenção de informações discriminatórias como grupo criminoso, religião, antecedentes criminais e outras.

Técnicas de reconhecimento de tatuagens, para uso de identificação criminal, são baseadas em fotografias e descrições resumidas, como o sistema ANSI/NIST-ITL, I-2007 [1]. Nesse sistema uma busca por tatuagens é feita de forma manual, através de palavras chaves inserida no contexto de cada tatuagem. Esse sistema

tente a ser bastante rudimentar e lento na busca e identificação de tatuagens, pois depende de uma busca manual exaustiva. Sistemas de reconhecimento automático podem ser implementados de forma a facilitar esse trabalho.

Recentemente Jain [2] propôs um sistema de reconhecimento de imagens, baseado na extração de características visuais como cor textura e forma para identificação de imagens, que foi aperfeiçoado em Jain [3] com a utilização de técnicas de invariância das características da imagem.

Como atualmente o número de pessoas que utilizam tatuagens é bastante significativo, principalmente entre criminosos, um sistema para determinar, tatuagens, de forma rápida e eficiente, se torna bastante promissor para a sociedade.

## 2. Objetivo

O objetivo desse trabalho é o de implementar um sistema de reconhecimento e recuperação de tatuagens, armazenadas em um banco de dados, de forma automática com seu possível uso na identificação de criminosos. O sistema deverá ser robusto o suficiente para desprezar pequenas variações na imagem pesquisada, fornecendo em sua resposta uma lista de tatuagens similares, em ordem decendente, encontradas no seu banco de dados, veja Figura 1, sendo a decisão final, quanto à similaridade, efetuada pelo elemento humano.



**Figura 1** – Resultado esperado do sistema proposto.

## 3. Funcionamento do Sistema

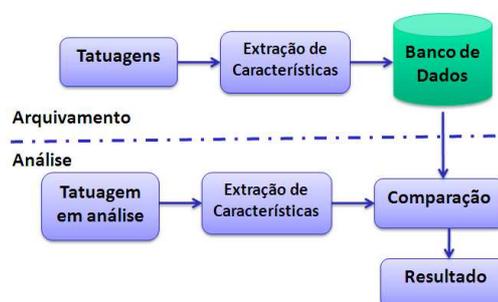
O sistema proposto, para o reconhecimento automático de tatuagens, pode ser visto na Figura 2, onde são identificadas duas fases distintas no processo de criação:

- arquivamento, quando o banco de dados de características de imagens é criado;
- análise, recupera a imagem, no banco de dados, mais similar à procurada.

Nas duas fases do sistema, características inerentes às imagens são extraídas para armazenagem e comparação.

No processo de análise das imagens, geralmente a imagem em foco pode apresentar várias diferenças, quando do seu processo de captura fotográfica, em relação

à iluminação, ruídos e posição, devendo o sistema proposto obter um reconhecimento que seja robusto o suficiente quanto a essas diversas variações nas imagens em análise. Para atingir esse objetivo o método de extração de características das imagens utilizado deve ser robusto o suficiente para proporcionar uma boa acurácia.



**Figura 2** – Sistema de reconhecimento de tatuagens.

### 3.1 Extração de Características

As características das imagens foram obtidas com a utilização do algoritmo SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) proposto por Lowe [4]. Esse algoritmo extrai pontos-chave, denominados *keypoints* da imagem em análise e gera descritores sobre esses pontos que descrevem a textura ao seu redor. Esses pontos-chave são invariantes a escala e rotação da imagem e suficientemente robustos quanto a distorções, ângulo de visão e ruídos. O trabalho proposto por Jain [3] utiliza o mesmo algoritmo para extração de características, obtendo excelentes resultados.

O algoritmo SIFT corresponde a uma técnica que permite extrair as características distintivas de imagens, sendo bastante usado para o reconhecimento e classificação de objetos em diferentes pontos de vista. Neste caso, verificamos que as características extraídas são invariantes em relação à escala e orientação da imagem.

O processo de extração de características passa por quatro fases. A primeira corresponde à fase onde são detectadas as localizações de possíveis pontos de interesse invariantes à escala e orientação. Consistindo em se detectar extremos (máximos e mínimos) em uma pirâmide da imagem convoluída com a função Diferença de Gaussiana (DoG - *Difference of Gaussian*). Pontos chave correspondem a estes extremos para diferentes escalas.

Um filtro Gaussiano passa baixa é dado pela convolução de uma imagem  $I$  com a função  $G$ :

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y) \quad (1)$$

Onde:

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2} \quad (2)$$

A função DoG é dada pela diferença de imagens filtradas em escalas próximas separadas por uma constante  $k$ . O resultado de se fazer a convolução de uma imagem com o filtro DoG é dado por:

$$\begin{aligned} D(x, y, \sigma) &= (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y) \\ &= L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma) \end{aligned} \quad (3)$$

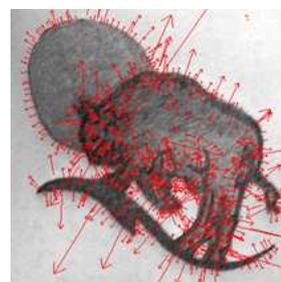
ou seja, é a diferença entre imagens borradas por um filtro gaussiano em escalas  $\sigma$  e  $k\sigma$ . Este filtro consegue detectar variações de

intensidade na imagem, tais como contornos. Variando-se o  $\sigma$ , é possível encontrar descritores para variações em diferentes escalas espaciais. Lowe considera em [4] que é necessário fazer a convolução da imagem até  $2\sigma$  para ser possível a construção de descritores invariáveis à escala. Ao conjunto DoG e as imagens suavizadas é dado o nome de oitava.

Nesse trabalho foram utilizados os parâmetros padrão descritos por Lowe na utilização do SIFT, como número de oitavas e intervalos.

Na segunda fase, os pontos candidatos detectados anteriormente são examinados com maior detalhe e filtrados. Neste caso, é analisada com mais detalhe a informação dos vizinhos e um modelo é ajustado de modo a determinar corretamente a localização e escala. Com esta informação são descartados os pontos com baixo contraste e que desta forma são sensíveis ao ruído.

Na fase seguinte é definida uma orientação a cada ponto-chave. Neste caso, todas as propriedades do ponto-chave são medidas relativamente à orientação deste, possibilitando, assim, que estas sejam invariantes em relação à rotação.



**Figura 3** – Localização dos pontos-chave em uma imagem com a utilização do SIFT.

O último passo consiste no cálculo de um descritor associado a cada um dos pontos chave. Este descritor corresponde a um vetor de tamanho fixo que é normalizado de forma a ser invariante em relação a mudanças de iluminação, a Figura 3 mostra uma imagem e seus pontos-chaves extraídos pela utilização do SIFT.

Assim, com base nos descritores extraídos, é possível realizar a correspondência entre duas imagens.

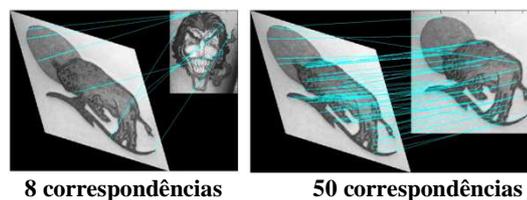
### 3.2 Comparação

O processo de comparação de duas imagens torna-se uma comparação de pontos-chave baseada em seus descritores

O melhor candidato para cada ponto-chave é encontrado através da identificação de seu vizinho mais próximo na imagem de referencia, armazenada no banco de dados, que contém todos os pontos-chave de cada imagem a ser comparada. Os vizinhos mais próximos são definidos como os pontos-chave, com distância mínima euclidiana do vetor descritor dado. A probabilidade de que uma correspondência está correta pode ser determinada utilizando a relação de distância do vizinho mais próximo com a distância do segundo vizinho mais próximo.

No sistema proposto todas as correspondências em que a relação distância for superior a 0,8 serão rejeitadas, o que segundo Lowe [4] elimina 90% das falsas correspondências enquanto descartando menos de 5% dos resultados corretos.

A métrica utilizada para comparação entre as imagens é baseada no numero de correspondências entre os pontos-chave das duas imagens em análise, conforme visto na Figura 4.

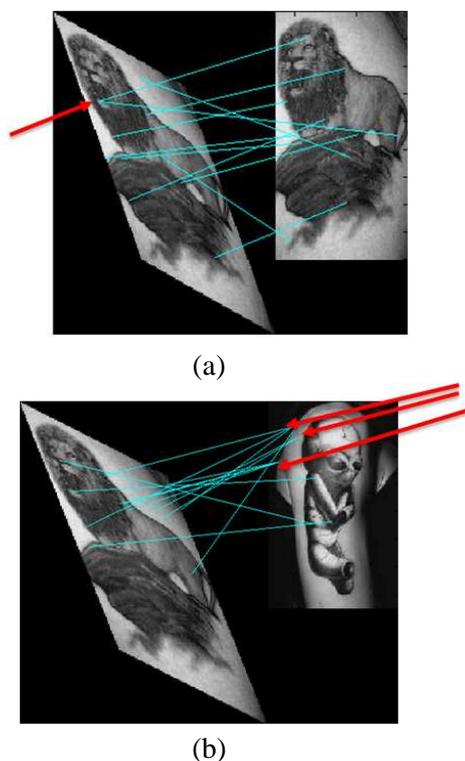


**Figura 4** – comparação de duas imagens com a utilização do numero de correspondências entre seus pontos-chave.

Na comparação entre duas imagens podem ocorrer múltiplas correspondências entre pontos-chave distintos, que possivelmente levam a erros na busca correta da imagem, devido a geração de um número elevado de falsas correspondências em imagens distintas, isso pode ser especialmente notado em imagens muito distorcidas e com poucos pontos-chave.

Ao se eliminar essas múltiplas correspondências pode-se aprimorar a escolha correta da imagem.

Conforme pode ser visto na Figura 5(a), que apresenta uma imagem onde ocorrem onze correspondências, sendo uma duplicada e na imagem apresentada na Figura 5(b) ocorrem doze correspondências e seis duplicadas, a imagem a ser escolhida como certa seria a (b) - maior numero de correspondências, porem com a eliminação das correspondências duplicadas consegue-se selecionar a imagem correta.



**Figura 5** – Eliminação das correspondências múltiplas

- (a) 11 correspondências, 1 duplicada, total=10.  
 (b) 12 correspondências, 6 duplicadas, total=6.

### 3.3 Tatuagens Utilizadas

Foram utilizadas 100 imagens diferentes de tatuagens para construção do banco de dados.

De forma a testar o sistema, cada uma delas gerou cinco diferentes variações por intermédio de transformações como: borramento, alteração na luminosidade, escala, rotação e cisalhamento, conforme visto na Figura 6, formando 500 imagens

diferentes pertencentes a cinco grandes grupos definidos pelas transformações citadas. Essas imagens formam o conjunto de teste do sistema.



**Figura 6** – Exemplo de transformações efetuadas nas imagens, formando o conjunto de teste do sistema.

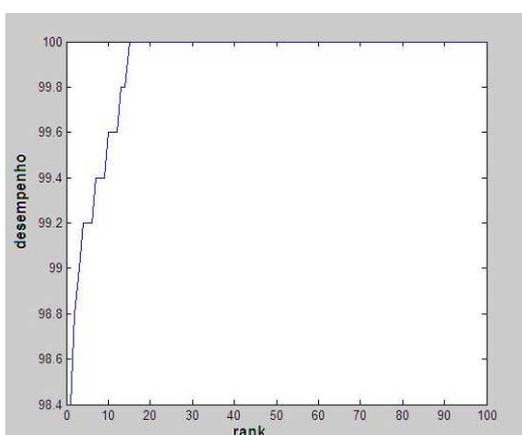
## 4. Resultados Experimentais

Para avaliação da performance do sistema proposto foi utilizada uma métrica de distancia denominada rank, onde para cada tatuagem corretamente identificada recebe o rótulo de rank-1, se a tatuagem for a segunda melhor opção identificada pelo sistema, ela recebe o rótulo de rank-2 e assim sucessivamente até o máximo de rank-100, recebendo então a pior identificação.

No teste das 500 imagens, foi obtida uma performance de 98,4% em rank-1, sendo o único grupo de tatuagens não corretamente identificadas as pertencentes ao grupo de cisalhamento, 8 imagens obtiveram rank entre 2 e 18. O gráfico de desempenho é mostrado na Figura 7.

Antes da obtenção desses resultados foram feitos testes com a variação de distancia entre o segundo vizinho mais

próximo dos pontos-chave para inclusão nas falsas correspondências, conforme visto na Seção 3.2, utilizando-se o valor de 0,6 para a relação distancia. Não se obtendo com isso bons resultados devido à omissão de pontos-chave em imagens com alto índice de cisalhamento, a performance ficou em 92,8%.



**Figura 7** – Desempenho do sistema.

Também não se obteve bom desempenho sem a eliminação das correspondências múltiplas, vista na Seção 3.2, cujo resultado sem a sua utilização ficou em 96%.

O único grupo que apresentou maior dificuldade de identificação foi o grupo de imagens que sofreu cisalhamento.

O tempo de execução aproximado do sistema, para as 500 tatuagens foi de 100 minutos em uma máquina Intel Pentium M 1.8Ghz, 2Gb RAM, sendo o tempo médio para identificação de cada tatuagem em torno de 20 segundos, com a utilização do matlab v7.04.

## 5. Conclusão

Os valores reportados de desempenho mostram que o sistema baseado no algoritmo de SIFT, com as devidas modificações, apresenta excelentes resultados, 98,4% de acerto das imagens utilizadas. Podendo ser utilizado, com algumas implementações, para a aplicação a que se destina, ou seja, identificação de criminosos por intermédio de suas tatuagens.

O tempo relativamente longo para identificação das tatuagens pode ser reduzido com a codificação do sistema em linguagem compilada, como C por exemplo.

Como trabalho futuro pode-se incluir a extração automática das tatuagens do plano de fundo a que pertencem, de forma a se eliminar erros de falsos pontos-chaves oriundos de elementos não pertencentes a tatuagem.

O uso de cores não foi implementado nesse sistema, já que o algoritmo de SIFT não utiliza esse tipo de informação, porém nada impede a sua utilização como um parâmetro extra de forma a se aumentar o desempenho do sistema em tatuagens que possuem pigmentação colorida, desenvolvendo um módulo paralelo ao SIFT de forma a complementar a sua atuação.

## Referências

- [1] ANSI/NIST-ITL 1-2007 standard: Data Format for the Interchange of Fingerprint, Facial & Other Biometric Information, 2007.
- [2] Jain, A. K., Lee, J. E. and Jin, R., “*Tattoo-ID: Automatic tattoo image retrieval for suspect & victim identification*”. In Proc. Pacific-Rim Conf. on Multimedia, pp. 256-265, 2

- [3] Jain, A. K., Lee, J. E. and Jin, R “*Scars, Marks and Tattoos (SMT): Soft Biometric for Suspect and Victim Identification*”. Biometrics Symposium 2008 on Systems, Man and Cybernetics, vol. SMC-3, no. 6, Nov 1973.
- [4] Lowe, D., “*Distinctive image features from scale-invariant keypoints*”. IJCV, Vol. 60, Issue 2, pp. 91-110, 2004

### **Abstract**

*This paper presents a system for recognizing images of tattoos automatically in a database, that may be used to assist in the accurate identification of criminals that have this type of tag body. The technique of extraction parameters and image recognition algorithm is based on Scale Invariant Feature Transform (SIFT).*

*Keywords: tattaos images, criminals, SIFT*

## PURI OR NOT PURI? THAT'S THE QUESTION!

Giovani Scaramella

*Bacharel em Arqueologia – UNESA*  
*Especialista em Arqueologia Brasileira – Museu Nacional /UFRJ*  
*Mestre em História Antiga e Medieval – IFCS/UFRJ*  
*scaramella@gmail.com*

### Resumo

*O Vale do Rio Paraíba do Sul, situado entre a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar, por dezenas e dezenas de séculos, desde a pré-história até momentos recentes da nossa história, abrigou indígenas, sobretudo aqueles comumente denominados Puri, Coroado e Puri-Coroado. Até o presente momento esses indígenas continuam muito pouco conhecidos e estudados e esta comunicação vem se somar a essas iniciativas e apresenta resultados parciais para a compreensão desses grupos indígenas a partir da teia das relações ambientais. Uma análise contextual sobre as denominações de grupos indígenas da Região Sudeste é ponto de partida para esse trabalho.*

*Palavras-chave: Paraíba do Sul, Indígenas, Puri, Coroado, Puri-Coroado.*

*Puri<sup>5</sup> or not Puri* é uma paráfrase do discurso *Tupi or not Tupi* de Oswald de Andrade que em seu *Manifesto Antropofágico* de 1928, por sua vez, parafraseou Shakespeare na célebre passagem *to be or not to be*. O Movimento Modernista do qual Oswald de Andrade se integrava debruçou-se sobre o questionamento da identidade brasileira face às culturas ocidentais, atrizes históricas na colonização dessas terras. O *Tupi*, assim, simboliza o legado cultural milenar herdado das sociedades ameríndias. Na paráfrase da paráfrase, que intitula este artigo, o *Puri*

representa a diversidade cultural aborígene que é generalizada como se houvesse uma única cultura indígena. *Puri* também é uma denominação para algumas sociedades indígenas que, *grosso modo*, ocupavam uma grande área entre o Vale do Paraíba e o Alto curso do Rio Doce. Este trabalho é também um exercício antropofágico em ingerir e digerir o que foi estabelecido como *Puri*, que representa uma visão exógena e míope das sociedades indígenas que ocuparam o vale do rio Paraíba do Sul. Similarmente outras denominações como os *Coroado* e *Puri-Coroado* passaram a ser questionadas na desconstrução desses conceitos, abrindo espaço para a tentativa de um entendimento de um mosaico cultural indígena.

Até o momento dispõe-se de poucas obras científicas que abordam a compreensão das populações pré-históricas que ocuparam o Vale do Paraíba e o mesmo

---

<sup>5</sup> Grafia no singular em obediência à convenção assinada pelos participantes da I Reunião Brasileira de Antropologia em 1953 (SCHADEN, 1976).

pode ser dito sobre os trabalhos etno-históricos. Desta forma, idealizou-se este trabalho com o objetivo de somá-lo a essas iniciativas, como um modesto passo no incentivo às pesquisas sobre os índios que ocupavam o Vale do Rio Paraíba do Sul.

### Sociedades Indígenas da Região Sudeste do Brasil

A identidade cultural das sociedades indígenas não necessariamente foram aceitas e compartilhadas pela sociedade ocidental que se instalou em terras brasileiras em diversos momentos de sua colonização. Os índios poderiam ser denominados das formas mais variadas, em muitos casos de maneira pejorativa.

A identificação das culturas indígenas para o território brasileiro fez-se inicialmente pelas primeiras denominações recebidas e atribuídas das primeiras culturas com as quais os portugueses entraram em contato ou sobre as quais tiveram referências indiretas. O termo *Tabajara*, por exemplo, é utilizado pelos *Tupinikins* para fazer referência aos *Carijós* e *Tupinambás*, com os quais se enfrentavam, significando “inimigo”, ou “contrário” (STADEN, 1930. p. 54). Outra denominação para “inimigo” em língua *Tupi-guarani*<sup>6</sup> é atribuído ao termo *Tapuia* (DEBRET, 1989. p. 43). Assim originalmente essas denominações podem agrupar inúmeras sociedades indígenas pelo fato de uma sociedade considerá-las inimigas. Se os “inimigos” se referissem aos *Tupinikins* esses possivelmente os chamariam de *Tabajara* ou

*Tapuia* também, no momento em que corresponderiam com o seu significado. Enfim, *Tabajara* ou *Tapuia* não significam, propriamente dito, nenhuma unidade étnica específica.

Embora não sendo observado o estabelecimento de uma identidade *Tupi* (*grosso modo* para os falantes *Tupi-guarani* setentrionais) expressada pelas próprias populações indígenas, ou mesmo de uma identidade *Guarani* (*grosso modo* para os falantes *Tupi-guarani* meridionais), o mesmo também se observa para os *Tapuia* do interior. Assim *Tupi*, *Guarani* e *Tapuia* enquanto denominações culturais são construções européias estabelecidas a partir de referências indígenas pontuais que, assistemáticas e carentes de rigores científicos, classificam etnias com os quais os colonizadores passaram a estabelecer relações.

Essa primeira forma de classificação, embora tendo como principal referência o idioma indígena, não se baseou exclusivamente nesse critério, tendo sido considerados também a outros aspectos culturais, históricos e antropofísicos.

Observa-se a relação entre *Botocudo*, *Aimoré* e *Tapuias* através das correlações que são feitas pelos cronistas e viajantes. Especificamente entende-se que *Tapuia* é uma generalização a ascendência dos *Aimoré* e que *Botocudo* seriam uma designação portuguesa para os *Aimoré* que usavam *botoques* e se localizavam nem porto Angico, Jequitinhonha. A tradição oral aponta para a presença dos *Aimoré* nessa região face a conflitos estabelecidos entre eles e demais de sua etnia ao se deslocarem do interior para o litoral (D'ORBIGNY, 1976, p. 121-122).

O nome botocudo tem sua origem entre os portugueses no momento que esses, ao

<sup>6</sup> Por convenção a grafia “Tupi-guarani” (com hífen) representa família linguística e “Tupiguarani” (sem hífen) representa tradição arqueológica.

verem índios com ornamento auriculares e labiais em forma de disco, semelhante aos batoques que fechavam as barricas, fazem diretamente uma associação entre esses elementos das culturas materiais, ignorando assim a sua identidade étnica (D'ORBIGNY, 1976, p. 122).

Da mesma forma como ocorre entre as sociedades *Tupi-guarani*, os grupos indígenas do interior, provavelmente *Macro-gê*, se relacionam desconhecendo as autodenominações das sociedades indígenas, criando denominações variadas para uma mesma sociedade. Assim, alguns *Botocudo*, assim chamados pelos portugueses, são chamados de *Epcoseck*. (grandes orelhas) pelos *Malali* e de *Edgereck-mung* por eles próprios (DEBRET, 1989. p. 54).

De acordo com a tradição oral, o corte de cabelo dos *Botocudo* parece ser semelhante àquele utilizado por grupos indígenas denominados pelos portugueses como “coroados”, no momento que seus cabelos eram cortados na parte superior da cabeça, assemelhando-se a forma de uma coroa. Assim pode-se associar os *Coroados* aos *Botocudo*, ao menos quanto à forma de corte de seus cabelos. Resta saber até que ponto o corte de cabelo assim como a utilização de botoques pode indicar uma etnia, conforme critérios utilizados pelos portugueses.

Usam os cabelos, sempre negros, raspados acima das têmporas, de maneira a não deixar senão um redondo no alto da cabeça. É um corte de cabelo exatamente igual ao dos capuchinhos (D'ORBIGNY, 1976, p. 122).

A descrição do corte de cabelo fornecida pelas observações de Staden sobre os *Tupinambá* do litoral de São Paulo são bastante interessantes para proporcionar uma reflexão sobre o tratamento dado aos cabelos

e eventuais marcas que podem refletir uma identidade cultural. Observa-se que, tais como inúmeros indígenas do sertão da região sudeste, os índios *Tupinambá* do litoral também utilizavam, cabelo cortado de forma semelhante a dos frades. Assim, parece ser difícil querer utilizar essa informação como critério de identificação de grupos indígenas. Se grande parte das referências sobre dos índios da região sudeste, ocasional ou permanentemente, utilizam o corte de cabelo em forma de coroa, então esse critério não pode ser utilizado como variável de diferenciação, até porque não seria uma variável. Por outro lado, a designação *coroados* pode ter sua origem em outra situação que não o tipo de corte de cabelo dos índios. Cabe lembrar que para a região onde são encontrados os *coroados*, são observados também os *Coroados*, e os *Coropó*, o que aparentemente apresentam uma semelhança fonética entre essas denominações, podendo assim se tratar de corruptelas aportuguesadas.

Rapam uma parte da cabeça e deixam ao redor uma corôa de cabellos, como os frades. Muitas vezes perguntei aonde tinham aprendido esta moda de cabelleira. Responderam-me que seus antepassados a tinham visto num homem que se chamava Meire Humane, e que tinha feito muitos milagres entre eles; e entendiam que tivesse sido um profeta ou apóstolo.

Perguntei-lhes mais com que cortavam os cabellos antes dos navios lhes trazerem tesouras. Respondiam que para isso tomavam uma cunha de pedra, e pondo uma outra por baixo dos cabellos, batiam até cortar-os. A corôa no meio da cabeça faziam-na com uma raspadeira, fabricada de uma pedra crystal de que

usam muito para cortar (STADEN, 1930. p. 147-148).

### Os Puri

As dificuldades para a identificação de etnias são tamanhas que permitem a duplicidades de denominações como no caso daquelas associadas aos *Puri*. Observa-se que *Puri* significa “audaz” ou “bandido”, tratando-se de uma maneira de etnias distintas se referirem umas as outras, conforme relatado por Debret. Assim, além de ser descartado ao termo *Puri* como uma autodenominação de identidade indígena, fica mais claro como essas sociedades se identificam, fornecendo dados importantes para a compreensão do padrões e conceitos de identidade entre os indígenas da região sudeste do Brasil.

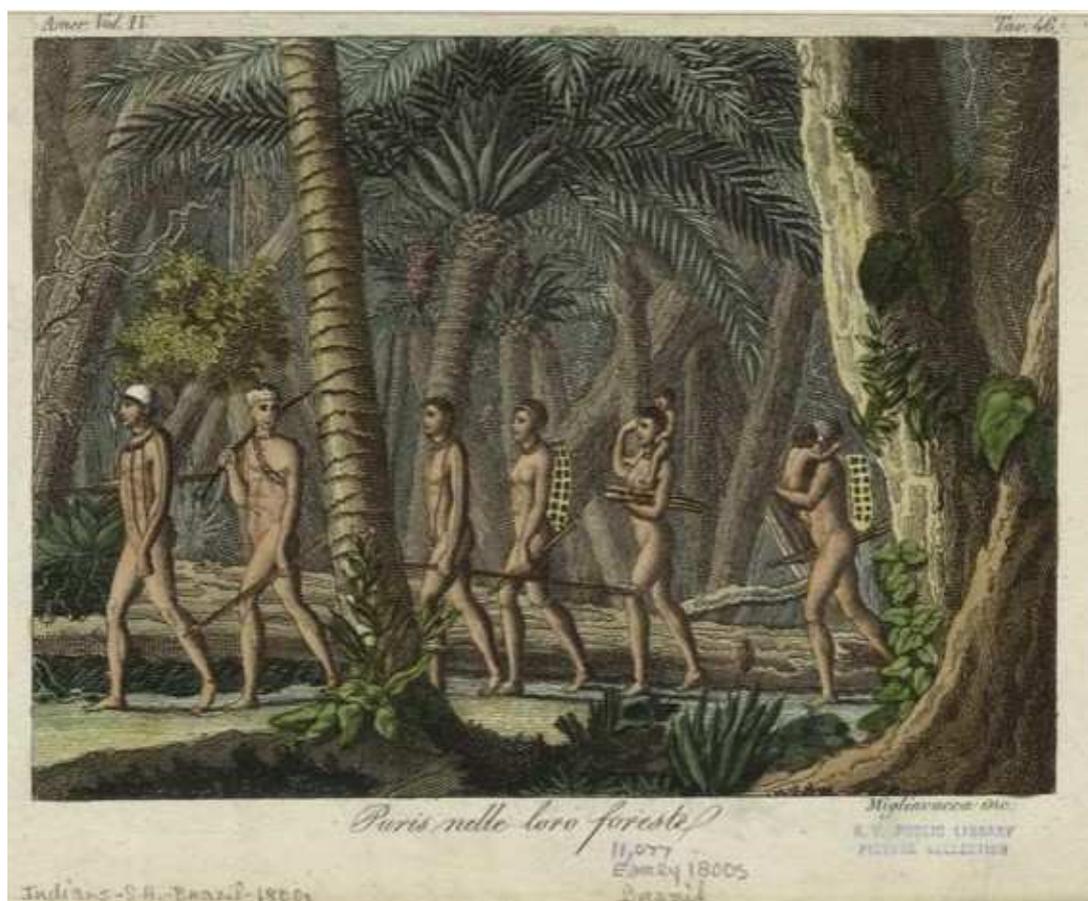
Os selvagens da grande família dos tapuias chamados puris dividem-se em várias tribos, continuamente em guerra. O nome genérico da nação, puri, tem sua origem na língua dos coroados, e quer dizer audaz ou bandido. Esse nome insultante foi-lhes dado pelos coroados por causa da guerra contínua que lhes movem; do mesmo modo, os puris, indignados com o epíteto, chamam também os coroados de purís para injuriá-los. (DEBRET, 1989. p. 56).

Observando a citação acima, Debret sintetiza, provavelmente baseado na tradição oral e em observações assistemáticas, a relação entre grande família (dos *Tapuia*), a nação (*Puri*) e as tribos, o que tradicionalmente foi utilizado para o entendimento das sociedades indígenas brasileiras.

Considerando as características antropofísicas, os *Puri* são eventualmente citados como *Barrigudo*, o que abre espaço para futuras pesquisas sobre a associação entre as áreas de ocorrência dos *Puri* e a incidência de algum tipo de doença, como a esquistossomose, por exemplo.

Spix e Martius chamam atenção a principal causa dos movimentos migratórios dos *Puri*: a procura de alimentos. O período de frutificação de determinadas espécies é o que marca o deslocamento populacional, sem definição de escala, de uma área para outra. Os frutos seriam coletados pelas mulheres e os animais, que por sua vez também se concentram nas áreas de frutificação, eram alvos, no caso, da ação dos homens como caçadores. Observa-se assim a regência de um calendário migratório cujo estabelecimento dos períodos para as migrações se faz, em princípio com as frutificações. É possível que o homem tivesse outros indícios indiretos que os conduzissem para os locais com maior potencial de frutos e caça, como migrações de pássaros, por exemplo, poderiam apontar para uma área de um novo período de migração.

[...] Só o nascimento e a morte dão ocasião a cerimônias particulares. As suas festas são celebradas, sem consideração por qualquer época do ano, sendo o motivo principal a maturação dos frutos. Muito comum, é portanto, abandonarem várias famílias as suas atuais moradas e estabelecerem-se onde amadurecem frutas novas, onde mais abundante é a caça. [...] (SPIX; MARTIUS, 1976. p. 206).



**Figura 1** - Puris nelle loro foreste. (FERRARIO, 1823-1838)

Os estudos migratórios devem ser de grande importância para a identificação e entendimento das culturas indígenas, observando tanto os deslocamentos em áreas restritas quanto em áreas não limitadas, considerando ainda suas modificações ao longo da história.

### Os Coroados

O termo *coroados*, bastante observada nas descrições de cronistas e viajantes sobre os

índios do Vale do Paraíba, assim como da área oriental de Minas Gerais, como já fora anteriormente tratado é uma denominação dos portugueses que associam um corte de cabelo à uma identidade étnica. A forma como esses índios se auto-identificavam e como o outros indígenas os identificavam é ainda nebulosa, podendo inclusive abranger várias etnias.

[...] Todos aqueles índios [em Santa Ana das Areias no Vale do Paraíba] conservaram uma parte dos hábitos de indolência de seus

antepassados; trabalham o menos possível e preferem furtrar os rebanhos dos colonos do que criar o gado eles mesmos. Os fazendeiros chamam os índios semicivilizados de caboclos. Não é, como se vê, um nome aborígine. Os nomes primitivos se perderam, a não ser que se possa aplicar àqueles o nome de coroados, sobre os quais já se falou (D'ORBIGNY, 1976, p. 172).

Os índios identificados pelos portugueses como *Coroado* ocuparam parte da bacia do Paraíba do Sul e culturalmente não se tem registros detalhados sobre suas etnias propriamente ditas. A presença desses grupos em Jacareí (SP), Valença (RJ) e Rio Pomba (RJ), nesses casos acompanhando a Bacia Hidrográfica do Paraíba, parece indicar uma área considerável de ocupação desses grupos.

Os habitantes designam estes índios [Bananal, Barreiro, Vila Sant'Ana das Areias] com o nome geral de caboclos, e distinguem-nos assim dos outros não civilizados e selvagens, gentios, bugres, índios bravos, provável que estes restantes, que habitam ao longo da costa, pertençam a diversas tribos, cujos nomes em parte se perderam. Não sabendo os portugueses distinguí-los uns dos outros, deram-lhes o nome geral de Coroados, porque eles costumam raspar o topo da cabeça, só deixando uma coroa de cabelo, em volta das têmporas. Atualmente, a sede dos Coroados é nas margens do Rio Pomba, um tributário do Paraíba, e como os índios costumam fazer as suas migrações sempre ao longo dos rios parece que eles originariamente se espalharam pelo litoral, vindos do interior. Restos da mesma nação são também os que moram, juntos, na aldeia de Valença, não distante do caminho do Rio para Vila Rica, entre o Rio Paraíba e o Rio Preto. Este lugar era ainda, há poucos anos, o único, na capitania do Rio de Janeiro, onde vivia

considerável número de índios, quer batizados, quer pagãos. O sítio do estabelecimento favorecia a tendência desses homens primitivos a voltarem, de quando em quando, para a solidão da grande mata virgem, no Paraíba, e mais ao Norte, para Minas Gerais de onde, entretanto, eles sempre se apresentaram de novo aos padres da Missão. [...] (SPIX; MARTIUS, 1976. p. 103).

No auxílio à formação e compreensão do quadro etnológico para a região sudeste, observa-se a presença de coroados à margem do Paraíba superior, assim como nas florestas do Rio Bonito.

Existem algumas famílias de coroados na aldeia de Pedra, à margem do Paraíba superior. Encontram-se algumas também nas florestas vizinhas do rio Bonito. Em geral de pequena estatura, têm eles uma cabeça enorme, achatada no alto e enfiada dentro de largos ombros; sua pele é embaçada, de uma cor arroxeadada. A aparência estúpida aumenta-lhes ainda a feiúra. (DEBRET, 1989. p. 45).

Para que os *Coroados* sejam melhor compreendidos faz-se necessário avançar sobre outras denominações que os identifiquem mais especificamente quanto a sua etnia. Debret, em uma rápida passagem aponta duas tribos: os *Tampnun* e *Sazaricon*.

Podem-se citar ainda duas outras tribos selvagens mestiçadas, as dos tampnuns e sazaricons, igualmente chamados coroados por causa de seu penteado. [...] (DEBRET, 1989. p. 45-46).

Outros grupos culturais associados a unidade *Coroados* podem ser identificados a partir de levantamentos em fontes de

contato, como também o caso da referência aos *Tucupecuxari*:

[Pranchas 11 e 12 - Sinal de combate e de retirada - Episódio do ano de 1827] Seduzido pela afabilidade e franqueza do governador brasileiro da província de Mato Grosso, Sr. José Saturnino da Costa Pereira, o chefe da tribo dos tucupecuxaris (subdivisão dos coroados) concordou em assinar um tratado de aliança [...] (DEBRET, 1989. p. 58).

*Coroado e Coropó*, como outros, podem representar divisões dentro de um mesmo grupo étnico. É absolutamente curiosa a descrição de d'Orbigny (D'ORBIGNY, 1976, p. 152) quando diz que há uma centena de passos da aldeia dos *Coropó* encontra-se a aldeia dos *Coroado*. Essa referência não se trata de um caso isolado e a coexistência de grupos com denominações distintas pode ser ratificada a partir da análise de levantamentos históricos realizados pelo IBGE (1958), que apontam que *Coropó* e *Coroado* são unidades diferentes observadas num mesmo local e tempo. Essa diferenciação é vista pelos *Coroado*, pelos *Coropó* e pelos estrangeiros também. Nesse sentido se observa a possibilidade de utilização do princípio de auto-identificação e da identificação exógena para a identificação de uma entidade cultural (MELATTI, 1983).

A uma centena de passos da aldeia dos cororós, encontrava-se a aldeia de Cipriana, habitada por coroados. Quando Spix e Martius ali chegaram, as casas estavam desertas: os moradores, amedrontados, haviam fugido. Depois de tranqüilizados, voltaram, para realizar uma festa que havia sido marcada há muito tempo, e que teve lugar no dia seguinte (D'ORBIGNY, 1976, p. 152).

A semelhança fonética entre *Coroado* e *Coroato*, designação de grupos indígenas, aponta para a explicação de que o termo “coroado” pôde inicialmente ter sido associado ao grupo étnico *Coroato*, observados no área oriental de Minas Gerais. É possível que sua auto-denominação *Coroato* tenha aos olhos europeus sido imediatamente associados ao seu corte de cabelo “coroado” e assim passando a denominá-los dessa última forma. Essa possibilidade pode ser sustentada uma vez que muitas outras etnias com outras denominações também apresentam o corte de cabelo “coroado” e não são identificadas dessa forma. Possivelmente com o passar do tempo e com o processo de aculturação e degeneração da identidade étnica ameríndia a denominação *coroado* dos euro-descendentes tenha ganhado espaço em sua auto-imagem. No início do Século XIX, à época da passagem de Spix e Martius pelo sertão Oriental da Região Sudeste, observaram a presença de cerca de 2.000 índios denominados *coroados* no vale do rio Xipotó, entre a Serra da Onça e a de São Geraldo, número esse que seria maior se não fosse a depopulação sofrida nessa etnia por doenças.

[...] Habita essa nação [coroados] a bacia do Rio Xipotó, que, por isso, é também chamado Xipotó dos Coroados, entre as duas Serras, da Onça e de São Geraldo. Calcula-se o seu número em mais de dois mil; entretanto, nos últimos anos, muitos morreram por doença, sobretudo disenteria. [...] (SPIX; MARTIUS, 1976. p. 211).

A idéia de proximidade étnica entre *Coropó* e *coroados* também se reflete entre essas etnias e os *Puri*, conforme observado por d'Orbigny e Spix e Martius. Essa

relação de semelhança fez com que muitos pesquisadores se referissem a esses grupos indígenas denominando-os de *Puri-Coroado*.

Perto das aldeias dos coropós e dos coroados, Spix e Martius viram puris, que o Príncipe de Neuwied estudara antes deles, em sua viagem a Campos dos Goitacases e ao rio Doce [...] (D'ORBIGNY, 1976, p. 154).

### Os Puri e os Coroado no Vale do Rio Paraíba

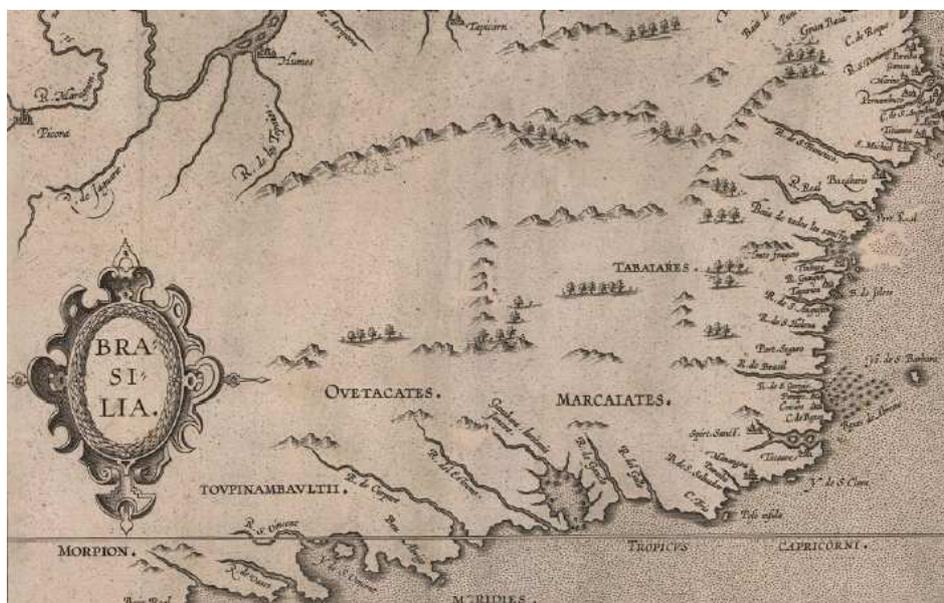
As primeiras descrições cartográficas do rio Paraíba do sul fazem referência basicamente ao seu baixo curso. O século XVII parece ser aquele em que o Vale do Rio Paraíba do sul começa a se tornar alvo do interesse do estado sobretudo por se integrar às rotas de passagem para as Minas

Gerais, como uma nova fronteira onde ainda viviam muito índios. A partir do século XIX esse vale passa a ter uma importância fundamental para a economia do Brasil pela cultura extensiva de café para a exportação.

As descrições mais antigas da Serra Geral datam do século XVI, isto porque, independente de ações exploratórias para o interior do Brasil, esse acidente geográfico poderia ser visto da linha litorânea. Em alguns trechos a Serra praticamente se encontra com o mar. Quanto ao Planalto, que se estende após a serra, somente poderia ser conhecido a partir de penetrações pelo sertão. As primeiras referências de índios que ocupavam o planalto por detrás da serra foram os *Guaianá*, provavelmente por uma generalização feita pela experiência de contatos entre o litoral e o interior na altura de São Paulo, local onde Staden (1930, p. 133) ficou detido.



**Figura 2** - Detalhe de fonte cartográfica com referências de etnias indígenas para a área da pesquisa (LISLE, 1700).



**Figura 3** – Detalhe de mapa do século XVII, destacados indígenas denominados Ouetacates (Goytacá), Toupinambaulti (Tupinambá) e Toupinnikin (Tupinikim) na região sudeste do Brasil; Tabaiarres (Tabajaras) no sertão de Região Sudeste (BERTIUS, 1616).

Uma das primeiras descrições do rio Paraíba do Sul é feita por Gândavo localizando-o “avante desta Capitania em altura de vinte e um graus está o rio de Paraíba, este é muito grande e fermoso e tem infinito peixe. [...]” (GANDAVO, 2005, p. 6). A tradução do termo “paraíba” em Tupiguarani pode significar “rio ruim” (BURTON, 1868. p. 74) no sentido de oferecer pouco peixe ou de apresentar problemas para navegação. Finalmente existe a possibilidade de outra explicação registrada na literatura que interpreta o nome desse rio como “a doença de peixe” ou “escamosa”, a lepra. Independentemente do

seu significado, é bastante provável que seu nome tenha surgido de características localizadas, no momento em que esse rio é bastante extenso, o que significa dizer que suas características são bastante diferenciadas de acordo com o recorte feito.

No século XVIII, o rio Paraíba já era bastante conhecido, desde suas nascentes até sua desembocadura. Para o deslocamento do litoral para as Minas Gerais, tanto pelo Caminho Velho quanto pelo Caminho Novo, o rio Paraíba se encontrava, e mesmo direcionava, nesses percursos.



**Figura 4** – Montagem de um mapa do Século XVIII correspondente ao atual estado do Rio de Janeiro que registra a presença de “índios bravios” (em área marcada) no seu sertão (LEÃO, 1767).

Pela observação do quadro etnográfico apresentado neste trabalho constata-se que os grupos indígenas que ocuparam esse vale em seu médio curso eram os *Puri-Coroado*. No século XIX Spix e Martius observaram que os indígenas denominados *Puri* eram em número bastante superior aos *Coroado*, cerca de 4.000, que ocupavam parte do Rio Pardo e o Paraíba, a encosta Oriental da Serra da Onça e as Matas ao norte do Rio Paraíba. Importante observar também que esses mesmos *Puri* se deslocavam por quilômetros até o Rio Doce para travar embates com os *Botocudo* que lá estavam instalados.

[...] Os Puris, seus inimigos, que, excetuando uma pequena parte no Rio Pardo e no Rio Paraíba, ainda não reconhecem a soberania dos portugueses, são mais numerosos, montando provavelmente a cerca de quatro mil almas. Eles habitam a encosta oriental da Serra da Onça e as matas ao norte do Rio Paraíba, e estendem as suas incursões até ao Rio Doce, onde às vezes travam luta com os Botocudos antropófagos, que ali habitam (SPIX; MARTIUS, 1976. p. 211).

Existe uma grande diferença entre o baixo Paraíba e o seu curso acima: a proximidade com o mar parece indicar uma preferência ocupacional pela diversidade

ambiental existente na planície litorânea. Lagos restinga, lagoas, o próprio mar, além de florestas abrigam uma biodiversidade de substancial importância para o estabelecimento das populações indígenas. Entretanto observa-se um fenômeno anual que parece apontar para um evento que valoriza não somente a ocupação litorânea, mas também o estuário dos rios: o ciclo de reprodução das tainhas. Staden chama atenção para um aspecto estratégico referente à foz do Paraíba, destacando-a como área de tensão, ocupada em meados do século XVI pelos *Goytacá*.

Durante a viagem perguntaram-me sempre o meu palpite, si haviam de aprisionar alguém. Para os não zangar, disse que sim; também disse que os inimigos o haviam de encontrar. Uma noite, quando estávamos num lugar da costa chamado Uwattibi, apanhámos muitos dos peixes bratti, que são do tamanho de um lucio; ventava muito de noite. Conversavam muito commigo querendo saber de muita coisa. Disse-lhes eu então que este vento estava passando sobre muitos mortos. Uma porção de selvagens encontravam-se também nomar, tendo esntrado num rio chamado Paraíba [Rio Paraíba do Sul]. “Sim, disseram, estes atacaram os inimigos em terra e muitos delles morreram” (como mais tarde se soube que tinha acontecido). (STADEN, 1930. p. 103-104).

### **Quadro Etno-histórico para a Região Sudeste do Brasil**

Para a compreensão das sociedades indígenas do Vale do Paraíba do Sul faz-se necessário a observação de um contexto mais amplo considerando a localização de outras etnias e das relações existentes entre elas. Assim, inicialmente foi criada uma base para essa análise contextual e para tanto

optou-se por uma visão espacial a partir de tecnologias recentes como a utilizada neste trabalho.

Com base na coleção de fotografias do satélite (EMBRAPA, 2005), foi possível o estabelecimento de uma base para localização das culturas indígenas da Região Sudeste do Brasil. Estabelecida essa base para a criação do quadro etno-histórico da Região Sudeste (Quadros 1 e 2), iniciou-se a um levantamento de dados sobre os indígenas que ocupavam a referida área. Para tanto foram consultados várias fontes primárias e contribuições teóricas que em conjunto permitiram apontar as áreas de localização das sociedades indígenas descritas nessas fontes, como: Abreu (2005), Adalberto da Prússia (2005), Anchieta (2005), Brandão, D’Orbigny (2005), Gândavo (2005), IBGE (1958), Magalhães (2005), Mawe (2005), Rubim (2005), Rugendas (2005), Salvador (2005), Seidler (2005), Steains (2005) e Vasconcellos (2005). De todas essas obras, o *Catálogo de municípios brasileiros* publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística foi de grande extrema importância, muito rica em indicações bibliográficas, assim como pelas referências as tradições orais que contribuíram para a identificação dos indígenas que ocuparam as terras de cada município descrito, ou das regiões que os englobam. Os mapas com a localização dos municípios contidos nesse Catálogo foram fundamentais para a localização das referências dos grupos indígenas, uma vez que o mosaico dos municípios brasileiros mudou consideravelmente ao longo de 50 anos, tempo esse que o distancia deste trabalho (vide figura 4).

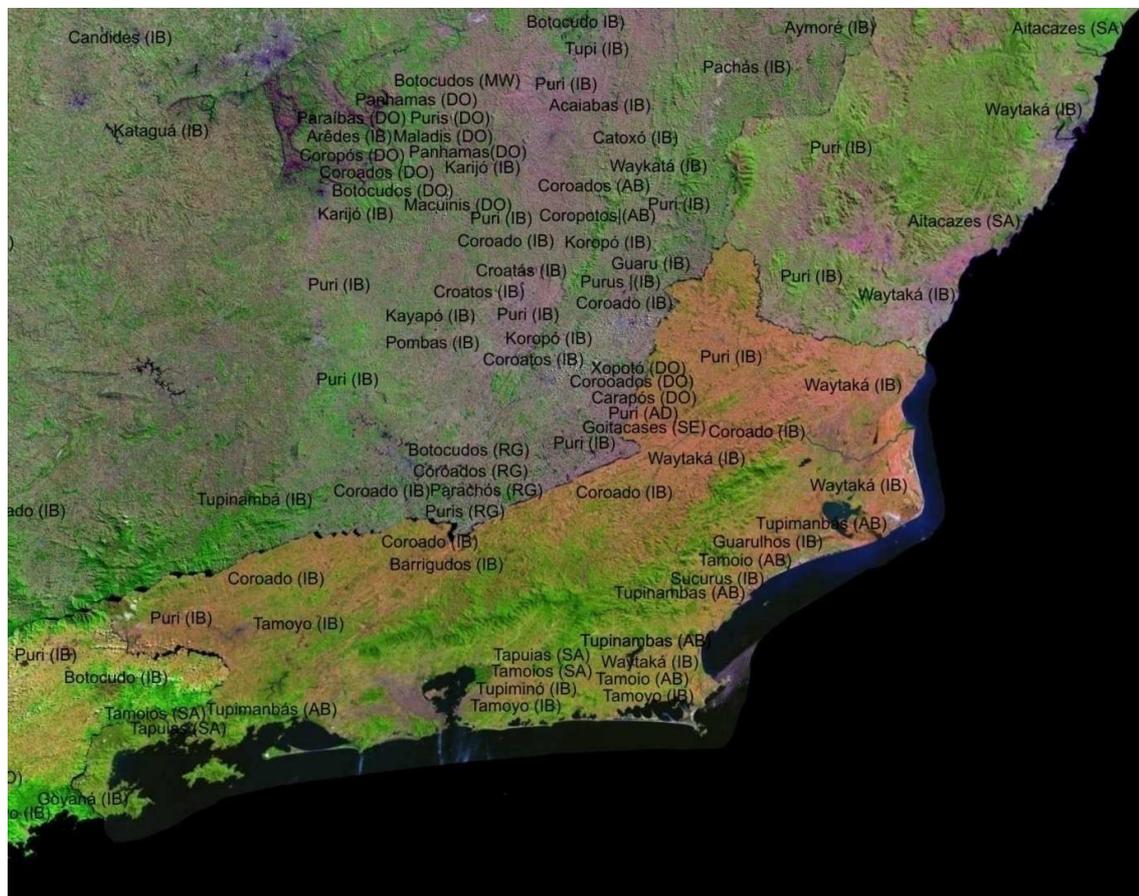
Seguiu-se então um trabalho de inclusão das referências dos indígenas observadas nas fontes analisadas sobre as imagens digitais

de satélite da região Sudeste. Optou-se pela inclusão das denominações obedecendo a grafia observada nas fontes consultadas, seguida da indicação da fonte. A precisão das referências na imagem digital varia de acordo com os dados das fontes consultadas e com a possibilidade de marcação, resultando assim numa construção aproximada.

Partindo do princípio que as sociedades indígenas têm suas preferências na exploração de recursos naturais ignorou-se metodologicamente a variável temporal, considerando que nos últimos séculos não houveram grandes transformações que significativamente proporcionaram diferentes formas de interação do homem com seu meio. As diferenças climáticas entre o pleistoceno e holoceno, assim como as flutuações no próprio holoceno, não foram consideradas, no momento em que os dados etno-históricos limitam-se a uma antiguidade de 500 anos a.p., aproximadamente.

Estabelecida a localização das sociedades indígenas no mapa digital, seguiu-se a isso, como parte de um processo analítico para a identificação de unidades culturais, as delimitações das áreas de captação de recursos das entidades culturais levantadas. Assim, os pontos extremos passaram a ser unidos por linhas coloridas, uma cor para cada denominação, representando os limites das áreas de cada entidade cultural levantada. Nessa fase não foram levadas em consideração as limitações internas em cada área estabelecida uma vez que provavelmente também existiram face às peculiaridades ambientais.

Isolando as representações gráficas referentes às áreas de dispersão dos grupos indígenas apontados nas fontes analisadas, pode-se observar um quadro relativamente definido para a região sudeste do Brasil.



**Figura 5** - Distribuição dos grupos indígenas para a Região Sudeste do Brasil e associação a fontes. Legenda: IBGE (IB), Rugendas (RU), Abreu (AB), D'Orbigny (DO), Salvador (SA).

Na análise das ocorrências em questão é importante observar que, de maneira geral as sociedades indígenas registradas nesse quadro não se encontram isoladas. Tangencialmente elas se penetram periféricamente em áreas onde outras sociedades estão estabelecidas, indicando limitações porosas.

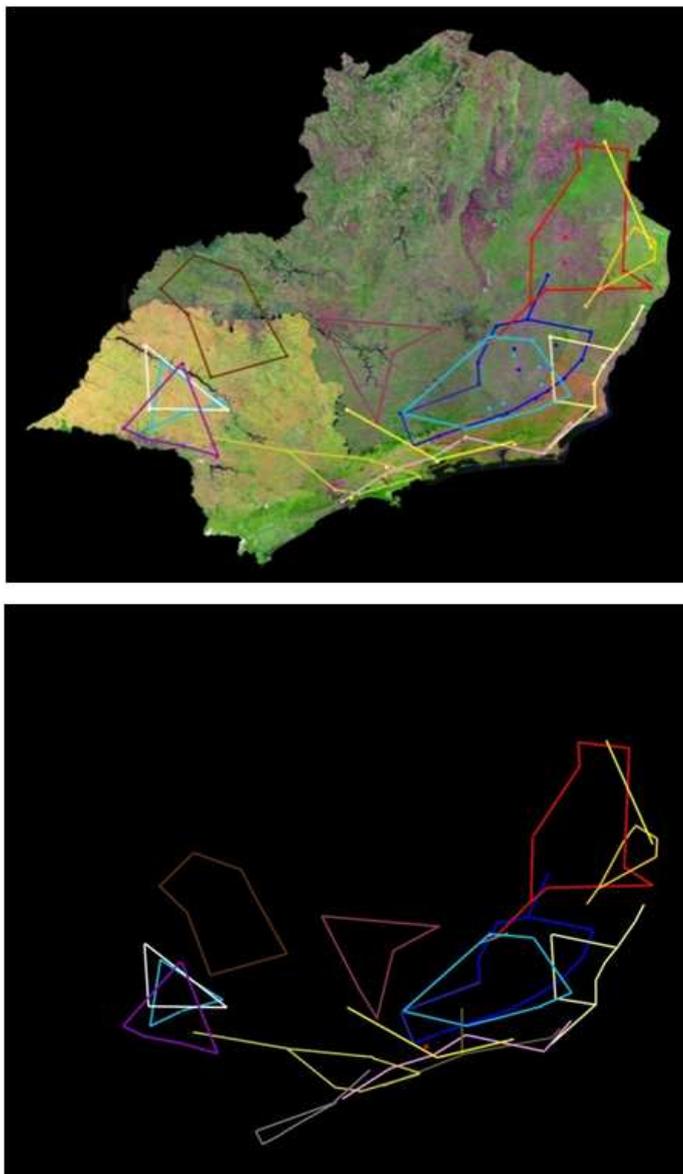
As superposições sócio-espaciais periféricas podem ser compreendidas também como áreas de disputa territorial entre sociedades distintas ou resultante de

um dessincronismo entre os dados coletados, refletindo movimentos migratórios. Em ambos os casos essas sobreposições devem ser compreendidas na esfera das relações ambientais, pelas necessidades de reacomodações dos comportamentos das sociedades indígenas em relação a sua forma de atuar no meio do qual integra.

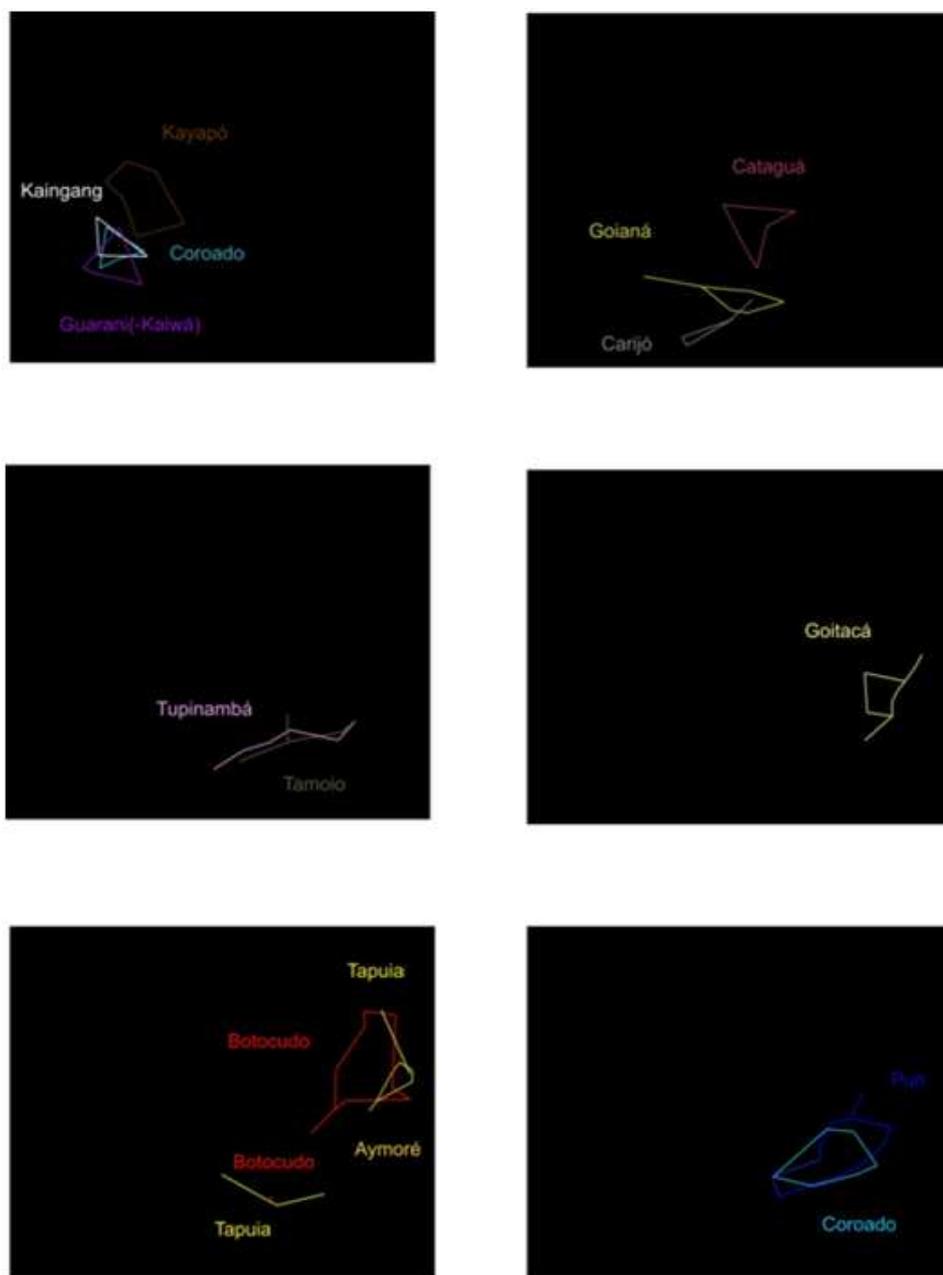
Além periféricas, observa-se as superposições de áreas de ocupação que podem ser compreendidas como resultantes de um comportamento de nomadismo

restrito entre subgrupos distintos de uma mesma unidade cultural, ou como

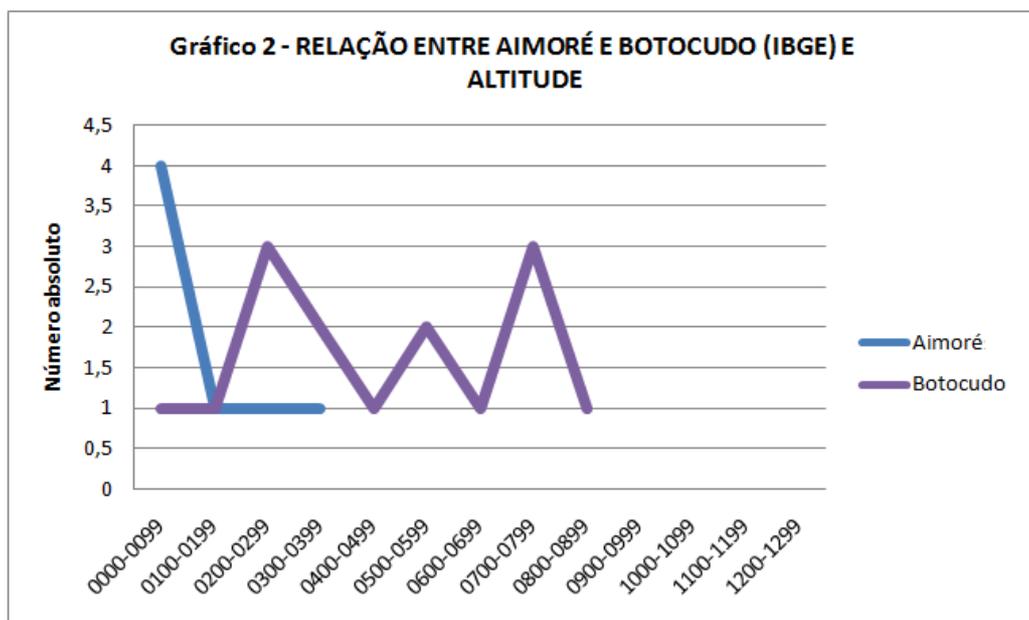
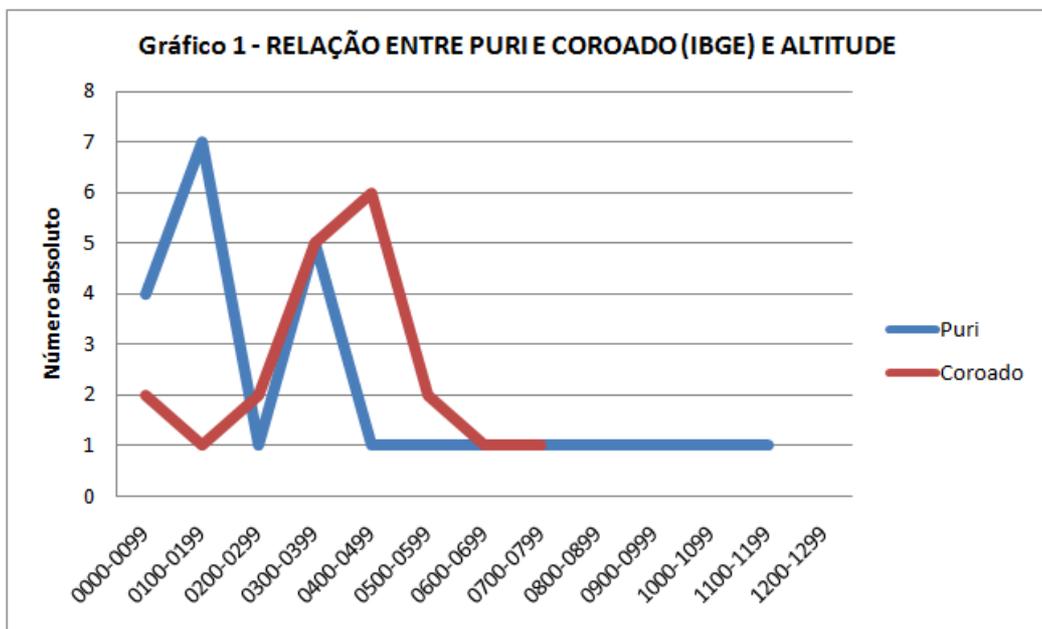
denominações distintas para uma mesma etnia.

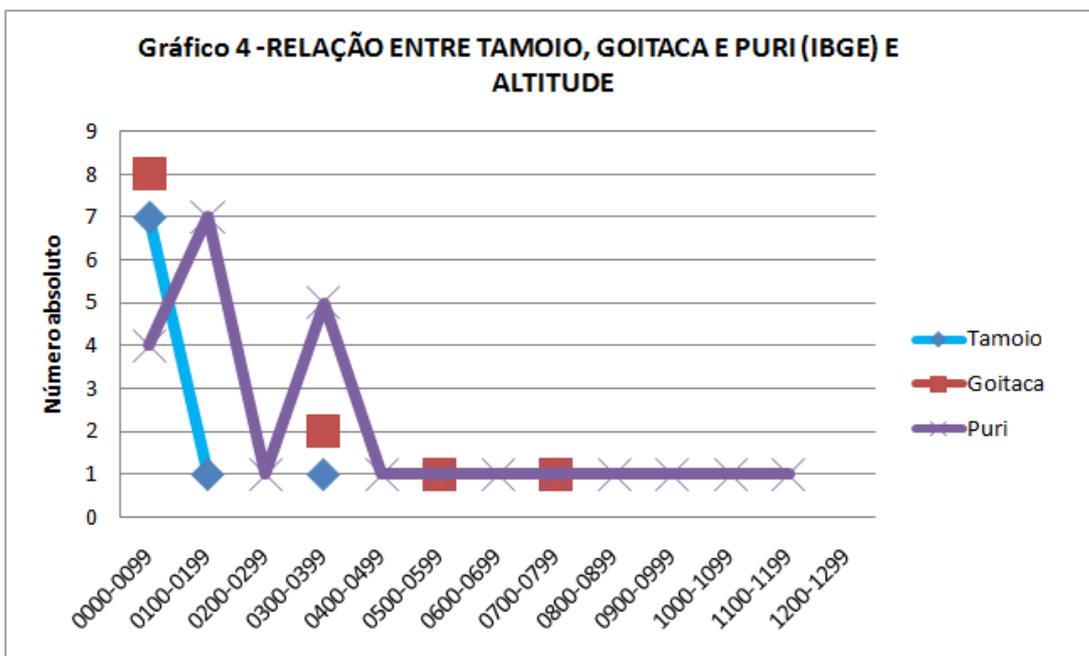
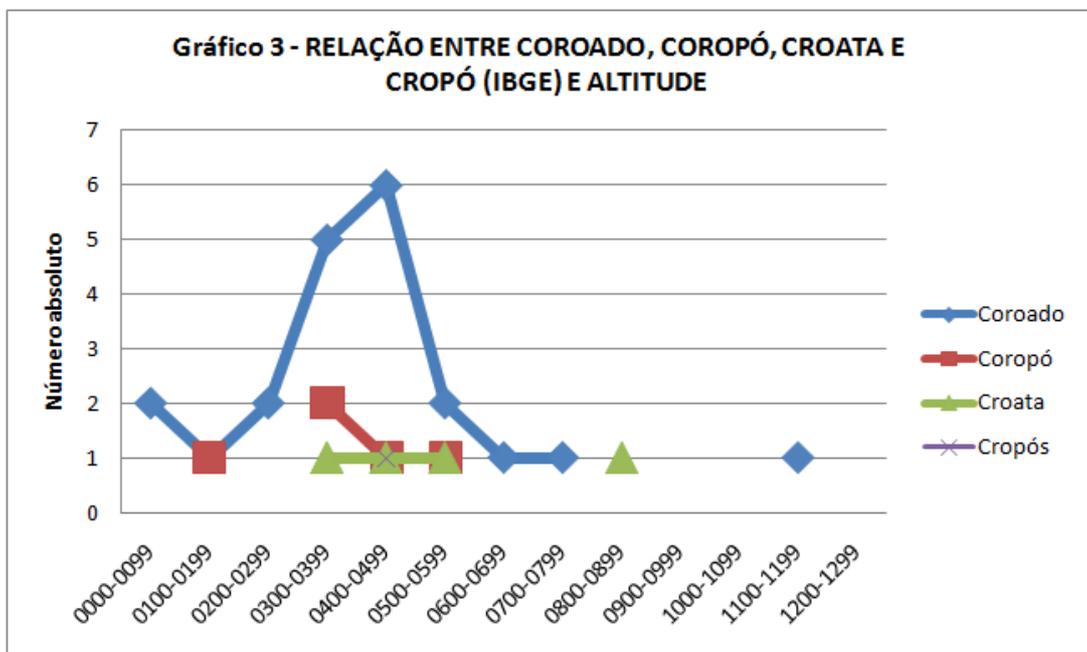


**Quadro 1** – Distribuição dos grupos indígenas para a Região Sudeste do Brasil.



**Quadro 2** – Observação fracionada da distribuição dos grupos indígenas para a Região Sudeste do Brasil.





A análise dos quadros que permitem a visualização dos grupos indígenas para a Região Sudeste do Brasil possibilita fazer algumas considerações sobre as sociedades indígenas identificadas:

- a ocupação dos *Caiapó* está bastante definida na Bacia do Paranaíba, Rio Pardo e Rio Grande;
- os *Kaingang* e os indígenas denominados *Coroado* (SP) localizam-se sobretudo na Bacia do Tietê, afluente do Rio Paraná;
- os indígenas denominados *Guarani* ou *Guarani-kaiwá* localizam-se na Bacia do Rio Paranapanema;
- os *Cataguá* encontram-se localizados na Bacia do Rio Grande, afluente do Rio Paraná;
- os *Goianá* encontram-se espalhados nas áreas mais altas do planalto central em São Paulo;
- os *carijó* localizam-se em áreas que acompanham o litoral centro e sul do estado de São Paulo;
- os *Goytacá* localizam-se na faixa litorânea centro e norte do estado do Rio de Janeiro e centro e sul do estado do Espírito Santo, assim como na Bacia do Baixo Rio Paraíba do Sul;
- os índios denominados *Botocudo* estão localizados na bacia do médio e alto Rio Doce e os *Tapuai* e os *Aimoré* na baixada litorânea que acompanha o baixo Rio Doce. É importante observar que existem referências de *Tapuia* e *Botocudo* para a faixa litorânea entre o estado do Rio de Janeiro e São Paulo, alto Paraíba do Sul, e em região alta de afluente do rio grande;
- os *Tamoio* e *Tupinambá* estão localizados em área que acompanha o

litoral centro e sul do estado do Rio de Janeiro e litoral norte do estado de São Paulo;

- os *Puri* e os *Coroado* estão localizados em áreas mais altas entre as bacias dos rios Doce e Paraíba do Sul.

Com base nas ocorrências observadas a partir do levantamento que proporcionou a confecção dos quadros apresentados, foram feitos gráficos (gráficos 1, 2, 3 e 4) que correlacionam a quantidade de referências indígenas com a altitude na sede do município de ocorrência.

Primeiramente cabe observar que a ocupação dos índios denominados *Puri* encontra-se associada a praticamente todas as altitudes registradas para a região sudeste, entretanto sua concentração situa-se entre 0 e 499 m, sendo seu ápice ocupacional em altitudes entre 100 e 199 m. Já, os indígenas denominados *coroado* tem sua ocupação limitada entre 0 e 800 m, apresentando concentração ocupacional entre 100 e 699 m sendo seu ápice ocupacional em altitudes 400 e 499 m;

Existe uma coincidência ocupacional de altitude entre *Puri* e *coroado* entre 200 e 500 m, correspondente à área de ocupação dos *Coroado*, registrando-se que os *Puri* têm um espectro bastante superior, o que não necessariamente significa espacial. Observando o conjunto, os *Puri* parecem ter preferência ocupacional para altitudes inferiores aos coroados.

Os indígenas denominados *Aimoré* tem sua ocupação limitada entre 0 e 399 m, apresentando concentração ocupacional entre 0 e 99 m. Existe uma coincidência ocupacional de altitude entre *Aimoré* e *Botocudo* correspondente à área de ocupação dos *Aimoré*, registrando-se que os *Botocudo*

têm um espectro bastante superior de ocupação face à altitude, o que não necessariamente significa espacial. Os *Botocudo* parecem ter preferência ocupacional entre 100 e 899 m.

Os *tamoio* tem sua ocupação entre 0 e 399 m de altitude e parecem ter preferência ocupacional entre 0 e 99 m. Os *Goytacá* tem sua ocupação entre 0 e 799 m de altitude, concentração ocupacional entre 0 e 99 m, com coincidência ocupacional de altitude com os *Puri*, apresentando uma relativa semelhança entre as formas de suas curvas, registrando-se que os *Puri* têm um espectro superior de ocupação face à altitude. A altitude entre 0 e 399 m corresponde à interseção entre as concentrações ocupacionais para os *Goytacá* e *Puri*.

Existe uma coincidência ocupacional de altitude entre *Goytacá* e *Puri*, apresentando uma relativa semelhança entre as formas de suas curvas, registrando-se que os *Puri* têm um espectro superior de ocupação face à altitude, aproximadamente coincidente em sua distribuição espacial. Grupos indígenas identificados como *Coropó* e *Croata*, *Croato* e *Cropó* têm suas concentrações ou simples localizações coincidentes com a concentração ocupacional de altitude dos *Coroados*, assim como em sua concentração espacial, o que parecem apontar para uma mesma unidade. Assim ficaria explicada a denominação *Coroados* como corruptela das demais citadas.

### Considerações Finais

A análise da distribuição espacial e da distribuição por altitude dos grupos indígenas da Região Sudeste do Brasil permitem fazer algumas inferências sobre o comportamento e, especificamente as características das unidades culturais até o

momento identificadas. Mesmo numericamente pouco representativos esses dados devem ser considerados como uma abordagem inicial que permite uma visão nebulosa sobre os indígenas horticultores que ocuparam a região sudeste do Brasil, sobretudo aqueles que se estabeleceram na bacia do Rio Paraíba do Sul.

Além da dinâmica que caracteriza a cultura, é importante observar que a colonização européia nas Américas proporcionou uma alteração do quadro geográfico de maneira bastante significativa. O extermínio, a miscigenação, a assimilação cultural e as migrações forçadas foram, e ainda são, uma constante no processo de ocupação e relação do homem e da terra. Nesse sentido, essa variável deve ser considerada e ponderações devem ser feitas a partir do quadro exposto.

É possível, observando com maior grau de refinamento, identificar se a distribuição espacial coincidente entre *Puri* e *Coroados* se faz diferenciada para uma mesma região quando uns preferencialmente ocupam áreas mais baixas (*Puri*) e outros as áreas mais altas (*Coroados*), independente de pertencerem ou não a uma mesma unidade cultural. Como os *Puri* e *Coroados* são nômades ou semi-nômades é possível que se integram a uma mesma unidade cultural sendo diferenciados por outros grupos étnicos, como portugueses e *Tupiguarani*, por serem observados em estados diferentes em suas relações ambientais.

O Vale do Paraíba do Sul foi ocupado por grupos pré-históricos caçadores e horticultores, cientificamente alvo de poucas pesquisadas, provavelmente ofuscados pela riqueza das fontes arqueológicas e etnográficas dos falantes Tupi-guarani que ocuparam a faixa litorânea. Entretanto, nos

últimos anos observa-se uma maior atenção científica sobre as populações indígenas que estavam estabelecidas no vale do Paraíba (BESSA, 1995-96; LUFT, 1999; GASPAR *et alii*, 2007). Assim, seguramente as fontes arqueológicas sobre os grupos indígenas do Vale do Paraíba serão multiplicadas pela intensificação de prospecções e escavações arqueológicas que futuramente serão realizadas. Da mesma forma, mais fontes etnográficas podem ser reveladas através de novos e exaustivos levantamentos nos acervos das principais bibliotecas, como um tesouro ainda por se descoberto.

### Referências

- [1] ABREU, Capistrano de. Capítulos de história colonial. Brasília: Ministério Da Cultura - Fundação Biblioteca Nacional - Departamento Nacional do Livro, 2002.
- [2] ADALBERTO DA PRÚSSIA, Príncipe. Brasil: Amazônia-Xingu. Brasília: Senado Federal, 2002. (Coleção o Brasil visto por estrangeiros)
- [3] ANCHIETA, Joseph de. Cartas, informações fragmentos históricos e sermões. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1933.
- [4] BERTIUS, Petrus. Brasilia. 1 mapa, monocromático. [s.l.: s.n.], 1616.
- [5] BESSA, José R. Freire (coord). Os índios em arquivos do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UERJ, 1995-96. 2 V.
- [6] BRANDÃO, Ambrósio. Fernandes. Diálogos das grandezas do Brasil. Disponível em <http://www.sidie.nurcad.ufsc.br/bdnu/pill/arquivos/texto/0042-00748.html>. Acesso em: 03 de junho de 2005.
- [7] BURTON, Richard Francis. Viagem do Rio de Janeiro a Morro Velho. Brasília : Senado Federal, 2001. (Coleção O Brasil visto por estrangeiros)
- [8] D'ORBIGNY, Alcide Dessalines. Viagem pitoresca através do Brasil. Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/EDUSP, 1976.
- [9] DEBRET, Jean Baptiste. Viagem pitoresca e histórica ao Brasil. v. 1. São Paulo: Itatiaia / EDUSP, 1989. p. 56
- [10] EMBRAPA. Brasil visto do espaço. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br>. Acesso em : 30 de julho de 2005.
- [11] FERRARIO, Giulio. Il costume antico e moderno, o, storia del governo, della milizia, della religione, delle arti, scienze ed usanze di tutti i popoli antichi e moderni. Firenze: Batelli, 1823-1838.
- [12] GÂNDAVO, Pero de Magalhães. Tratado de terra do Brasil. Ministério da Cultura/Fundação Biblioteca Nacional/Departamento Nacional do Livro, p. 6.
- [13] GASPAR, MaDu; Barbosa, Márcia; CORDEIRO, Jeanne. Arqueologia dos vales dos rios Paraíba do Sul e Guandu. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. (Série Livros, n. 27)
- [14] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Enciclopédia dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro: IBGE, 1958. 36. V.
- [15] LEÃO, Manuel Vieira. Cartas topográficas da Capitania do Rio de Janeiro. 1 mapa, monocromático. [s.l.: s.n.], 1767. (Montagem do autor)
- [16] L'ISLE, Guillaume de. L'Amerique meridionale. 1 mapa, color. Paris, [s.n.], 1700.
- [17] LUFT, V.J. Da história à pré-história: as ocupações das sociedades Puri e Coroado na bacia do alto rio Pomba: o caso da Serra da Piedade. 1999. 174 f.

- Tese (Doutorado) - Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- [18] MAESTRI, Mário. Os senhores do litoral: conquista portuguesa e agonia Tupinambá no litoral brasileiro. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995.
- [19] MAGALHÃES, Domingos José Gonçalves de. Discurso sobre a História da Literatura do Brasil In: Revista Nictheroy, 1836. Disponível em: <<http://www.sidie.nurcad.ufsc.br/bdnupill/arquivos/texto/0006-00762.html>>. Acesso em: 13 de junho de 2006. (Biblioteca Nacional – setor de obras digitalizadas)
- [20] MAWE, John. Viagens ao interior do Brasil: principalmente aos distritos ao ouro e aos diamantes. Rio de Janeiro: Zelio Valverde, 1944.
- [21] MELATTI, Júlio Cesar, Índios do Brasil, 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1983
- [22] RUBIM, Brás da Costa. Dicionário topográfico da província do Espírito Santo. In: Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Brasil, t. XXV. Rio de Janeiro: IHGB, 1862, p. 597-648.
- [23] RUGENDAS, João Maurício. Viagem pitoresca através do Brasil. Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/Edusp, 1979. p. 100-102
- [24] SALVADOR, Vicente do. História do Brazil. Rio de Janeiro: Bibliotheca Nacional, 1889.
- [25] SCHADEN Egon. Leituras de etnologia brasileira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.
- [26] SEIDLER, Carl. Dez anos no Brasil. Brasília: Senado Federal, 2003. (Coleção o Brasil visto por estrangeiros)
- [27] SPIX, Johann Baptist von; MARTIUS, Karl Friedrich Philipp von. Viagem pelo Brasil: 1817-1820. 3. ed. v. 1. São Paulo: Melhoramentos, 1976. p. 206
- [28] STADEN, Hans. Viagem ao Brasil. Rio de Janeiro: Officina Industrial Gráfica, 1930. p. 54.
- [29] STEAINS, William John. A exploração do rio Doce e seus afluentes da margem esquerda. Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo, n. 35, p.103-27, 1984.
- [30] VASCONCELLOS, Simão de Vasconcelos Pe. Descrição da costa do Brasil e das capitanias do Espírito Santo, Pernambuco, Bahia, São Vicente, Porto Seguro e Ilhéus pelo padre Simão de Vasconcelos. folhas 157v e 158. Acervo Instituto Histórico e Geográfico do Brasil, lata 16, doc. 9, n. 1-2. (Transcrição parcial de Maria Clara Medeiros Santos Neves / UFMG)

### Abstract

*The Valley of the Paraíba do Sul, located between the 'Serra da Mantiqueira' and the 'Serra do Mar' from prehistoric to recent times, housed Brazilian Indigenous especially those commonly called Puri, Coroado e Puri-Coroado. Until now these Indians remain little known and studied. This article intends to add to these initiatives and presents partial results for the understanding of indigenous groups from the environmental relationships perspective. The contextual analysis of the names of indigenous groups in the Southeast Region of Brazil is the starting point for this work.*

**Keywords:** Paraíba do Sul, Indians, initiatives, Puri, Coroado, Puri-Coroado