



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA – Pós-ARQ**  
**Comportamento Ambiental e Eficiência Energética das Edificações**  
**Disciplina:** ARQ1001 - Metodologia Científica Aplicada  
**Professora Responsável:** Sonia Afonso  
**Aluna:** Aline Souza Lopes Ventura Nardi  
**Trimestre:** 2006/3

**MAPEAMENTO SONORO EM CIDADES BRASILEIRAS**  
**Estudo de Caso: Área Central de Florianópolis**

*Palavras Chaves: ruído urbano, acústica ambiental, mapeamento sonoro*

**Projeto de Pesquisa:**

***Aline Souza Lopes Ventura Nardi***

**Orientadora:**

***Elvira Barros Viveiros***

Florianópolis, novembro de 2006.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Escolha do Tema

Os aglomerados urbanos têm se caracterizado pelo crescimento desordenado e por uma ocupação do solo urbano que desconsidera as premissas do desenvolvimento sustentável. Esse movimento urbano ocorre aliado à inércia do poder público, que permite que atividades potencialmente poluidoras convivam lado a lado com residências, hospitais, creches etc.

Entre todos os tipos de degradação ambiental, uma ocupa lugar de destaque na sociedade moderna: a poluição sonora. O ruído foi considerado, por muito tempo, como um subproduto da atividade humana, algo indissociável da sociedade moderna, não tendo merecido, assim, a devida atenção por parte das autoridades competentes.

Em contraste com outros problemas ambientais, a poluição sonora continua a crescer e é acompanhada do aumento nas reclamações de pessoas expostas ao ruído. A situação é insustentável, pois envolve direta e acumulativamente efeitos negativos à saúde. Essa forma de poluição pode ainda afetar adversamente futuras gerações, considerando a degradação dos ambientes residenciais, sociais e de aprendizagem e, também, envolvendo perdas econômicas. (WHO, 1995)

A extensão do problema do ruído é grande. Nos países da União Européia, em torno de 40% da população está exposta ao ruído de tráfego com níveis excedendo 55 dB (A), diariamente, e 20% estão expostos a níveis que excedem 65 dB (A). Considerando-se a exposição ao ruído dos vários meios de transporte, estima-se que em torno de metade dos habitantes da União Européia vivam em zonas onde não se assegura o conforto acústico para os seus residentes. Mesmo à noite, mais de 30% estão expostos a níveis excedentes a 55 dB (A), provocando distúrbios no sono (WHO, 1995).

Segundo Hede (WHO 1995), é possível estabelecer-se uma relação exponencial entre o nível de crescimento econômico de uma região e o grau de poluição sonora que impacta sua população, desde que não tenham sido postas em prática intervenções reguladoras ou normalizadoras. Com efeito, a sociedade ao desenvolver-se aumenta o grau de urbanização e industrialização, bem como a extensão da malha de transporte.

Em países em desenvolvimento o impacto da poluição sonora é ainda mais severo, devido a construções acusticamente pobres e à ausência de planejamento adequado das cidades, principalmente em relação aos meios de transporte.

No Brasil, onde há sérios problemas sociais e econômicos, o ruído urbano não tem recebido a atenção merecida. A ausência de uma política nacional de controle do ruído urbano efetiva, evidenciada em pesquisas pontuais realizadas em grandes cidades como São Paulo e Curitiba (DINIZ et al. 2002; SOUSA, CARDOSO, 2002; ZANNIN, CALIZTO, DINIZ, 2002), somadas ao crescimento econômico e ao aumento da densidade demográfica nas cidades e de suas fontes de ruídos, evidenciam um cenário que urge ser modificado na busca pela qualidade de vida para a população.

Ainda são incipientes as pesquisas relacionadas à acústica ambiental no Brasil e ao desenvolvimento de soluções tecnológicas, relacionadas com os problemas de ruído, apropriadas às condições climáticas e sócio-econômicas do país. Em relação à realização de mapeamento sonoro surpreende, que em pleno século XXI, se tem registro da realização de apenas um estudo que está sendo realizado na cidade de Belém, Pará (MORAES; LARA, 2006).

A cidade de Florianópolis não foge do panorama acima descrito, sentindo, portanto, a iminente necessidade de elaborar um estudo que possa trazer benefícios não somente a sua população, como também à urbanidade como um todo e suas atividades. Portanto, passa a ser tema desta pesquisa um estudo sobre a poluição sonora na cidade de Florianópolis.

## **1.2. Problema e questões da pesquisa**

A questão da poluição sonora ainda não se encontra na pauta da Agenda Nacional Brasileira do Meio Ambiente. É dada prioridade inferior à gestão da poluição sonora no portfólio ambiental, no qual questões como a da qualidade do ar e da água ocupam papel central na política ambiental.

Por não se dar prioridade, pode-se dizer que, sob o ponto de vista da disponibilidade de informação, há poucos dados relativos à exposição sonora da população e ao conseqüente incômodo causado. Com efeito, raros são os levantamentos de ruído realizados nas capitais brasileiras, a fim de se estabelecer um quadro real da situação da exposição sonora da população. Desta forma, acredita-se que a poluição sonora venha aumentando no Brasil, não só nas grandes cidades, mas, também, nas cidades menores. A razão aparente é a implantação de instalações ruidosas e do crescimento do volume de tráfego.

Até hoje, no Brasil, só se tem registro de um estudo de mapeamento sonoro que está sendo realizado na cidade de Belém, Pará. O objetivo deste trabalho pioneiro no país é levantar dados para a modificação das legislações municipais de ruído, desenvolvendo ações pontuais para o controle do mesmo, assim como, servir de suporte a novas planificações urbanísticas.

Segundo Souza (2004), sem o conhecimento dos níveis de ruído emitidos, principalmente pelos tráfegos rodoviário, ferroviário e aeronáutico, da exposição sonora que a população está sendo

submetida, bem como da resposta da população ao incômodo causado, não é possível avaliar se a emissão sonora e a consequente exposição da população estão realmente reduzindo, em função, por exemplo, do estabelecimento de níveis limites de emissão.

Portanto, sabendo da importância de se conhecer os níveis de ruído, definiu-se como questão desta pesquisa: Qual é a situação dos níveis de ruído na área central da cidade de Florianópolis?

A hipótese aqui levantada é que através da pesquisa a ser realizada, os ruídos medidos venham extrapolar os valores permitidos na legislação atual (LEI COMPLEMENTAR MUNICIPAL, N. 003/99, 1999), afetando a saúde e a qualidade de vida da comunidade que a eles estão diariamente expostos.

### **1.3. Justificativa e Relevância**

No Brasil, como já mencionado anteriormente, há apenas um trabalho sendo realizado na cidade de Belém (MORAES; LARA, 2006), fundamentado nessa linha de pesquisa. Contudo, para a cidade de Florianópolis o mesmo é inédito, principalmente utilizando-se dos métodos previsionais, com o recurso de simulações computacionais, para a realização dos mapas acústicos. Torna, portanto, de importância fundamental, visto que fornecerá dados e suporte técnico para a tomada de futuras decisões em matéria de política de controle de ruído, como é o caso da introdução do fator: “poluição sonora” no planejamento urbano da cidade.

A partir dos dados obtidos na pesquisa, pode-se ainda estabelecer medidas corretivas para a solução de problemas específicos e localizados de poluição sonora. Dentre as medidas usualmente utilizadas, têm-se: utilização de barreiras acústicas, subvenções para a melhoria do isolamento acústico das fachadas daquelas edificações especialmente afetadas pela poluição acústica e o estabelecimento de padrões técnicos acústicos para edificações especiais como escolas e hospitais.

Esse estudo permitirá ser periodicamente atualizado e complementado de acordo com modificações que possam vir a acontecer tanto na estrutura do bairro e das vias de tráfego como no seu uso.

Através da coleta de dados relacionados com a poluição sonora urbana e sua relação com a vida diária dos habitantes, pode-se, juntamente com a iniciativa privada e governamental, promover formas de informar, conscientizar sobre riscos quanto às exposições diárias aos altos níveis de ruído e envolver as cidades nas possíveis soluções dos problemas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivos Gerais**

Avaliar variáveis físicas (níveis de ruído) e subjetivas (percepção dos usuários: moradores e trabalhadores) do ruído urbano na área central da cidade de Florianópolis/SC.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Levantar e analisar o estado da arte sobre ruído urbano, métodos de avaliação e regulamentações nacionais e internacionais;
- Identificar e caracterizar as principais fontes de ruídos e as zonas de maior e menor intensidade sonora na área de estudo usando o Método Previsional (simulação);
- Validar os resultados obtidos com o Método Previsional através de medições pontuais dos níveis de ruído na área de estudo (Método Experimental);
- Avaliar aspectos qualitativos, relacionados à percepção do usuário, através da aplicação de entrevistas in loco;
- Confrontar os resultados das medições realizadas com os limites de emissão de ruídos sonoro para a área, de acordo com a Lei Complementar Municipal CMF n. 003/99 (1999).

## **1.5. Resultados Esperados**

Pretende-se, com esse trabalho, comprovar a hipótese. Dos ruídos medidos extrapolem os valores permitidos na legislação atual, afetando a saúde e a qualidade da comunidade que está exposta diariamente aos mesmos.

Com relação aos objetivos deste trabalho, pretende-se alcançar os seguintes resultados específicos:

- Inventário da caracterização das principais fontes de ruído da área de estudo;
- Mapa acústico da área de estudo;
- Avaliação da percepção dos usuários da área de estudo.
- Avaliação da relação dos níveis medidos em campo com os limites estabelecidos nas leis.

## 1.6. Procedimentos Metodológicos da Pesquisa

Este trabalho será baseado principalmente em levantamentos de campo e predições analíticas do bairro escolhido. Para a realização da pesquisa, serão cumpridas as seguintes etapas:



## 1.7. Cronograma de Execução

**Primeiro ano** - de maio de 2006 a dezembro de 2006: integralização dos créditos

**Segundo ano** - de dezembro de 2006 a maio de 2008: desenvolvimento da dissertação, conforme quadro abaixo:

etapas		mês	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
Revisão Bibliográfica			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Simulação	Etapa 1		■	■											
	Etapa 2				■	■									
	Etapa 3							■	■						
Pesquisa Qualitativa	Etapa 1		■												
	Etapa 2			■	■										
	Etapa 3					■									
	Etapa 4						■								
	Etapa 5							■	■						
Análise dos Dados										■	■	■			
Redação da Dissertação												■	■	■	■
Defesa da Dissertação															■

## 2. A TEORIA – REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Definição de Ruído

Kryter (1985) classifica o ruído como um sinal sem informação a qual intensidade varia o tempo todo. Trata-se de uma energia acústica audível que afeta negativamente o fisiológico e o psicológico do bem estar das pessoas. Confirmando, portanto, a definição usual de que o ruído é um som indesejável.

Está bem estabelecido que as fontes de ruído do transporte urbano são consideradas as maiores responsáveis pela piora do meio ambiente sonoro. Mesmo tendo a tecnologia alcançado ganhos substanciais desde as décadas passadas, é provável que não tenha sido o suficiente (BRÜEL & KJAER, 2000). Em pesquisa realizada em Curitiba dirigida por Zannin, Calixto e Diniz (2002) apontou que 73% das pessoas entrevistadas identificam o tráfego de veículos como a principal fonte de ruído causadora de incômodo a população. Já na Europa, esta fonte é responsável por 90% dos níveis de ruídos inaceitáveis (BRÜEL & KJAER, 2000).

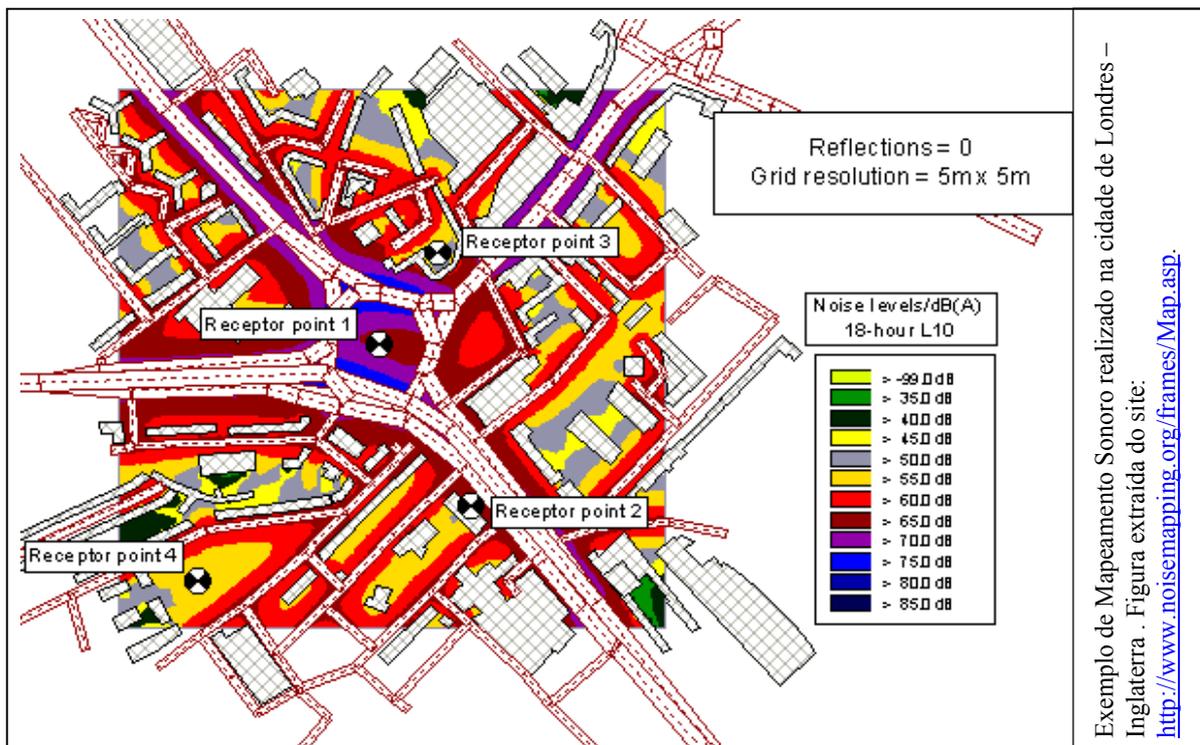
Mesmo assim, o trânsito não é o único fator importante para a sensação do aumento da poluição sonora. Os ruídos de vizinhança apontados, principalmente em pesquisas realizadas no Brasil,

também são muito significativos na percepção subjetiva do ruído urbano. Zannin, Calixto e Diniz (2002) salientam que essa fonte é a maior responsável pela situação de desconforto da população.

Em Florianópolis, a Lei Complementar CMF nº003/99 (1999) dispõe sobre os ruídos urbanos e a proteção do bem estar da saúde pública. Nessa legislação se estabelece os limites máximos permissíveis de ruídos, conforme a tabela:

Zonas de Uso	Diurno (7h –19h)	Vespertino (19h –22h)	Noturno (22h –7h)
Área Residencial Exclusiva Área de Exploração Rural Área Mista Rural Área de Preservação com Uso Limitado	55 dB (A)	50 dB (A)	45 dB (A)
Área Residencial Predominante Área de Parque Tecnológico Área Comunitária Institucional Área Verde de Lazer Área Verde de Uso Privado	60 dB (A)	55 dB (A)	50 dB (A)
Área Mista Central Área Turística Residencial	65 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)
Área Mista de Serviço Área Serviço Exclusivo Área Industrial Exclusiva	70 dB (A)	60 dB (A)	60 dB (A)

## 2.2. Mapeamento Sonoro



Segundo os ensinamentos de Coelho (2003), os mapas sonoros representam as imagens da distribuição espacial (com uso de contornos da cor) dos níveis de ruído que proporcionam diagnósticos precisos do meio ambiente acústico. Quando combinado, o mapeamento sonoro

com o dados da população, as informações sobre a exposição ao ruído são obtidas. O percentual de pessoas que são expostas a diferentes níveis de ruídos pode ser determinado. Estes valores podem ser usados como índices para avaliar a performance das medidas de redução de ruídos.

Além disso, os mapas sonoros podem também ser muito interessantes no monitoramento sonoro, checando-se os resultados das mudanças nos dados de fontes de ruídos, como o tráfego, por exemplo. As informações que o mesmo proporciona são importantes não somente para o público em geral, onde mostra o estado do meio ambiente acústico, mas também para o planejamento acústico urbano.

Os mapas físicos produzidos não reduzem sozinho o ruído para os habitantes, nem mesmo protegem as áreas de tranquilidade. Apesar disso, a existência desses mapas podem ajudar a criar políticas concretas para facilitar a implementação de estratégias de ruídos para a cidade. A informação do mapa existente ainda oferece potencial para o processo de decisão do planejamento do uso da terra existente e do planejamento dos meios de transporte, levando-se em conta que a informação do ruído não deve ser considerada em separado, deve estar integrado com todos os outros meios.

O exercício do mapeamento ainda poderá fornecer vários benefícios indiretos e tem potencial de fornecer dados para pesquisas futuras e de se produzir um integrado e interativo sistema de análise do mapeamento da qualidade e ruído do ar.

### **2.3. Benefícios do Mapeamento Sonoro na Política dos Países Desenvolvidos**

Segundo Brüel & Kjaer (2000), em muitos países a Avaliação do Impacto Sonoro Ambiental já vem sendo realizado antes da permissão de uma nova fábrica ou da duplicação de uma rodovia, por exemplo. Há uma necessidade de se adiantar um limite fixo a ser excedido ou medir o impacto do ruído e outros fatores ambientais contra os benefícios econômicos da proposta.

Os países desenvolvidos, principalmente os da Europa, estão envolvidos no estudo da poluição sonora e seu controle. É parte da política da comunidade européia, conforme expressamente declarado em diretivas, a proteção contra o ruído. Uma diretiva européia de avaliação e controle de ruído ambiental, publicada em 2002, determina a medição e identificação do níveis sonoros das cidades, produzindo mapas como resultado (DIRECTIVE, 2002). Esse mapeamento sonoro é imposto para todos os centros urbanos com mais de 250 mil habitantes, em todos os estados membros da comunidade, com prazo de execução até junho de 2007. Já há cidades com o mapeamento pronto, pois algumas delas se antecipou a obrigatoriedade, como, por exemplo, Birmingham, no Reino Unido (DEFRA, 2000). A partir daí, planos de ação serão traçados,

baseados nos resultados dos mapeamentos, objetivando a prevenção e a redução do ruído ambiental onde se mostrar necessário e onde, em particular, os níveis possam trazer efeitos negativos à saúde humana.

Madrid, conforme descrito por Melero (2003), desde 1969, tem se dedicado a importantes esforços para se definir a situação acústica da cidade, estudando as fontes de ruído que são a causa deste problema e adquirindo as infraestruturas necessárias para este controle. A implementação de uma rede de controle da poluição sonora permite saber, em tempo real, os níveis de ruídos do meio ambiente das áreas mais conflitantes do ponto de vista do meio ambiente da cidade.

A introdução do planejamento da cidade, devido à poluição sonora, permite uma importante melhora no novo desenvolvimento urbano. No entanto, em cidades já consolidadas como Madrid, onde não é possível experimentar mudanças urbanas importantes, as soluções são inevitavelmente através de programas para a redução da poluição sonora, como o “Perca”. Este programa possui uma ampla proposta de atuação direta sobre as fontes de poluição e, na conscientização dos seus habitantes em torno da sua participação ativa. Além disso, um plano de zoneamento completo também está sendo preparado para a redução dos níveis de poluição sonora onde se extrapola os limites estabelecidos na legislação (MELERO, 2003).

Na Suíça, em Brüel & Kjaer (2000) ressalta-se que, inicialmente, ao se fazer a avaliação das atividades de redução dos ruídos ambientais, compara-se os custos de uma futura operação com a eficiência da solução em reduzir os ruídos para os níveis estabelecidos. Se a solução irá reduzir os ruídos para um limite abaixo do que está estabelecido em lei em todas as localidades selecionadas e se ainda há uma eficiência nos gastos, ela será implementada.

Em Portugal, um Ato de Poluição Sonora foi aprovado no ano 2000, o qual estabelece mapeamentos sonoros e planos de redução de ruídos como obrigação para as autoridades locais e de transporte. Todo plano de uso da terra deve ser feito e revisto baseado nas informações apresentadas pelos mapeamentos sonoros, que definem limites para os níveis de ruído em áreas sensíveis e mistas, durante o período do dia e da noite (GUEDES, 1999).

Além disso, um decreto lei estabelece em Portugal uma classificação dos locais para a implementação de edificações, interditando a fixação de novas residências, escolas e hospitais em zonas ruidosas ou muito ruidosas. Extrai-se de Guedes (1999) que “trata-se de um critério de qualidade acústica que determina a utilização dos espaços para fins diversos”.

#### **2.4. A aplicabilidade da Ferramenta Mapeamento Sonoro**

*Já desenvolvido, mas não cabe ser explicitado neste trabalho (muito extenso).*

### 3. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 10151:1997, **Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade**. Rio de Janeiro, 1998.

BRÜEL & KJAER, **Environmental Noise Booklet**. Brüel & Kjaer Sound e Vibration Measurement A/S, 2000.

COELHO, J.L. B., **Noise Mapping and Noise Reduction Plans as Urban Noise - Management Tools**. In: Proc of 5th European Conference on Noise Control, Nápoles, 2003.

DEFRA – Department for Environment, Food & Rural Affairs. **A Report on the production of noise maps of the city of Birmingham**. Birmingham City Council, 2000.

DINIZ, F. B., CALIXTO, A., BARBOSA, W. A., ZANNIN, P. H. T. **Urban Noise Pollution in the City of Curitiba**. In: 10o Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica e 2o Simpósio Brasileiro de Metrologia em Acústica e Vibrações, 2002, Rio de Janeiro. Anais do 2 SOBRAC Rio de Janeiro, 2002.

Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council. In: The Official Journal of the European Communities, L189/12-17, 18/07/2002.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar Municipal CMF n° 003/99**. Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público. Diário Oficial: jul, 1999.

GUEDES, B. V. M., COELHO, J. L. B. **Ruído ambiente em Portugal**. Portugal: Direcção Geral do Ambiente: 1999.

KRYTER, Karl D. **The Effects of Noise on Man**. London: Academic Press, Inc., 1985.

MORAES, E.; LARA, L. **Mapa de ruídos da zona comercial de Belém**, uma parcela do mapa de ruídos da cidade de Belém – Brasil. Disponível em: <<http://www.ia.csic.es/sea/Bilbao03/aam022.pdf>> Acessado em: 06 fev. 2006.

MELERO, P. P. **Madrid municipal policy towards the reduction of acoustic pollution**. In: 5th EUROPEAN CONFERENCE ON NOISE CONTROL, 2003, Itália. Proceedings of 5 Euronoise Naples, 2003.

PEREIRA, J. A. **Nova Técnica sobre Legislação Federal sobre Poluição Sonora**. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2002.

SOUSA, C. M. de, CARDOSO, M. R. A. **Ruído Urbano na Cidade de São Paulo, Brasil**. In: 10o Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica e 2o Simpósio Brasileiro de Metrologia em Acústica e Vibrações, 2002, Rio de Janeiro. Anais do 2 SOBRAC Rio de Janeiro, 2002.

SOUZA, D. da S., **Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para a Sustentabilidade das Cidades Brasileiras**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2004.

WHO – **WORLD HEALTH ORGANIZATION**. “Community Noise”. In: Archives of the Center for Sensory. Volume 2. Stockholm, 1995.

ZANNIN, P. H. T., CALIXTO, A., DINIZ, F. B. et al. **Annoyance caused by urban noise to the citizens of Curitiba, Brazil**. Rev. Saúde Pública, ago. 2002, vol.36, no.4, p.521-524. ISSN 0034-8910.