



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

INVESTIGAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DADA PELOS PROFISSIONAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE, BRASIL PARA O DESEMPENHO AMBIENTAL EM SEUS PROJETOS

Fernanda Flach¹
Josiane Reschke Pires¹
*Marco Aurélio Stumpf González¹
Andrea Parisi Kern¹

INVESTIGATION OF THE IMPORTANCE GIVEN BY THE
PROFESSIONALS OF THE METROPOLITAN AREA OF
PORTO ALEGRE, BRAZIL FOR ENVIRONMENTAL
PERFORMANCE IN THEIR PROJECTS

Recibido el 13 de enero de 2016; Aceptado el 24 de noviembre de 2016

Abstract

The civil construction industry is experiencing changes of certain paradigms, with the inclusion of performance requirements in the design process. One of the important references is the implantation of the Brazilian regulation about performance, which define parameters to be follows to reach building performance. By influence of this norm, the choices of the professionals in the area of the civil construction should be directed to serve the welfare of the users. The objective of the work is to investigate the knowledge of professionals in environmental performance, focusing in acoustic and thermal aspects. The analysis of the experiences of architects and civil engineers involved in the research was conducted through a questionnaire, applied to professional that work in the Metropolitan Area of Porto Alegre, Brazil. The results indicate the need to show the importance of performance on design process. This study aims to contribute to increase performance of buildings and well-being of the users.

Key Words: construction industry, performance requirements, acoustic performance, thermal performance.

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

*Autor correspondente: Unisinos, PPGEC. Av. Unisinos, 950 – Cristo Rei, São Leopoldo, RS. 93022-000. Brasil. Email: mgonzalez@unisinos.br

Resumo

A construção civil brasileira está experimentando a alteração de alguns paradigmas, com a inclusão dos requisitos de desempenho no processo de projeto. Uma das referências importantes é a implantação da norma brasileira sobre desempenho, a qual estabelece parâmetros a serem cumpridos visando ao desempenho das construções. Por influência da norma, as escolhas dos profissionais na área da construção civil devem ser direcionadas para atender ao bem-estar dos usuários. O objetivo do trabalho é investigar o conhecimento dos profissionais na área de desempenho ambiental, focando nos aspectos acústico e térmico. A análise das experiências dos arquitetos e engenheiros envolvidos na pesquisa foi realizada através de um questionário, respondido por profissionais que atuam na Região Metropolitana de Porto Alegre, Brasil. Os resultados indicam que ainda há necessidade de maior valorização dos aspectos de desempenho no projeto. Com este estudo, pretende-se contribuir para a ampliação do desempenho nas edificações e incremento no bem-estar dos usuários.

Palavras-chave: construção civil; requisitos de desempenho; desempenho acústico; desempenho térmico.

Introdução

O crescimento da construção civil nos últimos anos tem impulsionado o mercado consumidor, fazendo com que as empresas se ajustem a menores prazos de entrega, geração de planos de desenvolvimento de produtos e de gerenciamento de projetos e obras. Impulsiona também uma busca por inovações tecnológicas de seus componentes, materiais, técnicas e métodos que permitem um custo menor das edificações com uma maior agilidade no tempo de construção. Novos materiais de acabamento e de sistemas estruturais estão sendo desenvolvidos graças a esses avanços, com o intuito de possibilitar uma maior flexibilidade de projeto e estruturação da edificação (Pereyron, 2009).

Com a chegada dessas novas tecnologias e a busca pela competitividade se faz necessário considerar o quanto o desempenho e qualidade dos produtos estão sendo alterados para atender as necessidades do consumidor. Infelizmente alguns itens de projeto acabam sendo comprometidos, como, por exemplo, o desempenho acústico, térmico e lumínico. Paredes e lajes mais delgadas, esquadrias menos estanques são alguns problemas enfrentados pelos usuários (Sanches, 2008).

Segundo Losso e Viveiros (2004) verifica-se que os usuários das edificações estão com um nível de exigência cada vez maior. Aspectos qualitativos e quantitativos estão sendo amplamente considerados ao se propor e, posteriormente ao se ocupar o edifício. Construções que não cumprem satisfatoriamente os objetivos que são propostos podem ter seu uso e ocupação comprometida, sofrendo baixa taxa de ocupação devido a problemas construtivos existentes e inadequação às normas em vigor no Brasil.

Para qualificar o setor da construção civil e diminuir o número das construções de qualidade deficiente foi recentemente aprovada e validada a norma NBR 15575, que estabelece critérios de desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos e envolve vários requisitos que uma edificação deve atender, as exigências dos usuários em termos de habitabilidade e uso. A norma não determina os produtos a serem escolhidos pelos arquitetos ou engenheiros, mas o que esses materiais devem desempenhar, como por exemplo: padrões mínimos de desempenho térmico, acústico, de iluminação, segurança estrutural, entre outros (ABNT, 2013).

Baseado na norma, a aplicação de conceitos ambientais passivos de projeto implica na melhoria do desempenho ambiental interno (iluminação, ventilação e temperatura) (Corbella e Yannas, 2009). Este trabalho visa investigar como os profissionais da área de Arquitetura, Engenharia Civil e construção lidam com a questão de desempenho acústico e térmico em seus projetos. Foi adotada uma estrutura de análise das respostas dos 42 profissionais entrevistados, enfatizando oportunidades de aplicação de conforto, exigências essas influenciadas pela norma de desempenho.

Revisão bibliográfica

Norma de Desempenho - NBR 15575

Para Gonçalves *et al.* (2007), o desempenho pode ser definido como o comportamento em uso de um produto, que deve possuir propriedades que exerçam a função indicada quando submetido a determinadas influências ou ações (condições de exposição) durante a sua vida útil. Portanto, analisar o desempenho de um produto requer especificar qualitativa e/ou quantitativamente quais são os pré-requisitos que devem ser alcançados por ele quando sujeito às condições normais de uso e quais as meios para avaliar se as condições estabelecidas foram alcançadas.

A NBR 15575 tem como objetivo estabelecer parâmetros mínimos obrigatórios de qualidade para alguns sistemas construtivos, tais como: estruturas, pisos internos, paredes e vedações, coberturas e sistemas hidro-sanitários ao longo da vida útil de uma construção. Seu escopo é abrangente, definindo requisitos mínimos de desempenho para alguns sistemas das edificações, considerado as necessidades do usuário e condições de exposição da edificação (ABNT, 2013; Lamberts *et al.*, 2010).

O objetivo é auxiliar os arquitetos e engenheiros na especificação de sistemas, elementos e componentes que tenham durabilidade compatível com a vida útil estabelecida para cada um deles. A correta manutenção e o aperfeiçoamento dos projetos das edificações tendem a reduzir o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos de construção e demolição (Carvalho, 2006).

A NBR 15575 é uma norma que aponta valores, indica como fazer as medições e como interpretá-las; o que resulta num número padronizado-ponderado, que servirá de parâmetro para determinar qual o desempenho alcançado pelos sistemas das edificações. A norma veio para padronizar e qualificar as construções. Seu cumprimento pode proporcionar diretrizes para comparações de mercado, que auxiliarão tanto os usuários como as construtoras (ABNT, 2013; Kern *et al.*, 2015; Pereyron, 2009).

Bento *et al.* (2016) investigaram a compreensão e interesse de engenheiros sobre a norma de desempenho tendo em vista o impacto potencial sobre a durabilidade das construções. Os resultados apontam que a maioria dos profissionais entende que a aplicação da norma trará benefícios ao setor, reduzindo os problemas futuros e ampliar a vida útil das construções.

Os conceitos de cidade e qualidade de vida estão se tornando incompatíveis, pois grandes metrópoles dificilmente conseguem proporcionar condições de bem-estar aos seus habitantes (Losso e Viveiros, 2004; Penedo e Oiticica, 2014). Em contrapartida, cada vez mais o desenvolvimento do sistema industrial e o aperfeiçoamento de projetos estão voltados para a redução de custos, deixando de lado considerações importantes como o desempenho ambiental das edificações.

Conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o desempenho ambiental é a conformidade dos ambientes internos a um conjunto de requisitos estabelecidos em função das exigências humanas, deste modo, respeitando as condições térmicas, lumínicas, de ventilação, insolação, acústica, visual e tátil. Do ponto de vista dos arquitetos e engenheiros, o desempenho ambiental nas edificações deve levar em conta o planejamento urbano e a construção de edificações com suas instalações. Em cada um deles há duas etapas diferentes: a do projeto e a de execução. Na etapa de projeto as soluções são mais fáceis e econômicas de resolver. O desenvolvimento de um bom projeto e o uso de materiais com melhor desempenho é essencial para proporcionar um bom desempenho aos imóveis (IPT, 2015).

Desempenho acústico

A emissão do ruído no meio urbano tem aumentado devido ao crescimento das grandes cidades e ao acréscimo do número de veículos e indústrias. Segundo a Organização Mundial da Saúde ((OMS - World Health Organisation, WHO), depois da poluição do ar, proveniente de emissões gasosas, e da poluição das águas, a poluição sonora é a que mais atinge pessoas no mundo inteiro (WHO, 2003).

Para melhorar o nível de vida dos habitantes e a qualidade das construções, a NBR 15575 determina critérios de nível superior, intermediário e mínimo de exposição ao ruído sonoro, através da análise do isolamento de paredes; e o ruído de percussão, através de ensaios de pressão sonora de impacto em lajes. Enfatiza também as formas de verificação (ensaios de

campo ou laboratório) e controle da mesma. Edificações bem construídas podem vir a proporcionar desempenho acústico nos ambientes, aperfeiçoando a integração dos desenvolvimentos técnicos da construção (ABNT, 2013).

Define-se desempenho acústico como sendo a ausência de ruídos, isto é, de sons indesejados, tendo como finalidade cuidar da saúde, o bem-estar das pessoas e a inteligibilidade da fala, adequando qualidade aos ambientes para oferecer sensações de desempenho no trabalho, descanso e lazer (Gerges, 2000).

Atualmente a qualidade ambiental dos espaços é de grande importância, pois podem influenciar a qualidade de vida, o sono e as relações entre os usuários de um mesmo edifício. Para Ferraz (2008), quando a qualidade de um meio sonoro é prejudicada e o desempenho é alterado, efeitos negativos podem aparecer, tais como interferência no desempenho de tarefas e problemas de saúde: irritabilidade, hipertensão, dores de cabeça, insônia, estresses. A exposição aos ruídos por longos períodos, como os ruídos em tubulações hidráulicas e os ruídos de impacto em pisos nas edificações, podem provocar efeitos colaterais prejudiciais à saúde.

Segundo Lopes (2010), para controlar esses ruídos existem várias estratégias projetuais, que vão desde o afastamento da fonte de ruído pela escolha de implantação dos edifícios até a determinação dos materiais de fechamento, tamanho e posicionamento das aberturas. As paredes e lajes, as divisórias e determinados materiais construtivos têm a capacidade de atenuar a transmissão de energia sonora de um ambiente para outro. A acústica dos ambientes pode ser influenciada por detalhes construtivos, acabamento das superfícies e pequenas modificações em uma determinada tipologia. Cada escolha realizada quanto ao tipo de estrutura, cobertura, materiais de revestimento, sistema de climatização, modifica a forma do edifício, a flexibilidade do recinto e o comportamento do som em seu interior.

De acordo com Carmody *et al.* (2004), no projeto da fachada, o funcionamento das esquadrias é fundamental, e pode ser melhorado com o uso de vidros acima de 3mm, vidros duplos ou laminados, bem como caixilhos e montantes, todos bem vedados. Essas medidas oferecem barreiras adequadas para o ruído aéreo externo, que penetra dentro dos recintos, comprometendo, assim, o desempenho acústico.

Com relação aos pisos e lajes dos edifícios, deve-se levar em consideração a atenuação dos ruídos aéreos e de impacto. Lajes pesadas de concreto atenuam bem os sons aéreos, mas são grandes facilitadores da transmissão de ruídos de impactos. Para a minimização desse ruído nas estruturas das lajes e pisos, a melhor maneira de absorver os impactos produzidos em andares superiores é a adoção de materiais macios nos acabamentos dos mesmos, como carpetes e pisos emborrachados (Carvalho, 2006).

Para reduzir a transferência de impactos, utilizam-se os pisos flutuantes sobre bases elásticas, que desconectam os contrapisos e os pisos dos elementos estruturais e/ou de vedação. Segundo Carvalho (2009), existem diferentes maneiras de construir um piso flutuante, seja com acabamento convencional de tacos de madeira, como os assoalhos, os laminados de madeira, as placas vinílicas, as placas cerâmicas, os mármore, os granitos, ou, inclusive, o carpete. A instalação de forros suspensos de painel duplo de gesso acartonado é alternativa para atenuar os ruídos de impactos, quando a construção já está finalizada e ocupada.

Desempenho térmico

Segundo Frota e Schiffer (2001), para possibilitar condições de conforto ao ser humano, a edificação deve estar adequada ao clima de onde está inserida, amenizando as sensações de desempenho impostas por climas muito rígidos. Para Cunha *et al.* (2006), o clima é um dos elementos fundamentais do consumo de energia para manter a edificação em condições de desempenho térmico.

Os critérios mínimos de desempenho térmico estão normatizados no Brasil pelas normas NBR 15220 e NBR 15575. Internacionalmente, está normatizada pela ISO 7730, ANSI/ASHRAE 50, ISO 7730, ISO 11079, ACGH e OSHA, entre outras (Lamberts *et al.*, 2007). Para a NBR 15575, no que tange ao desempenho térmico, este pode ser classificado qualitativamente e deve ser contemplado adequadamente, tendo como critérios de avaliação os valores máximos no verão e mínimos no inverno de temperatura interna. A norma estabelece três procedimentos de avaliação: prescritivo, simulação computacional e medição da edificação ou de protótipo (ABNT, 2013).

Metodologia empregada

A análise foi realizada a partir de questionários, nos quais foram incluídas questões sobre diferentes assuntos vinculados ao projeto, entre eles o desempenho acústico e térmico. Estes questionários foram encaminhados a profissionais da área da construção civil, com atuação na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS. Os questionários foram respondidos através de email (Figura 00).

As questões iniciais do questionário, como, por exemplo, formação, tempo de atuação e em qual setor os profissionais atuam, foram utilizadas para a identificação da amostra. Para a análise dos dados realizadas em forma de porcentagem utilizou-se apenas as amostras que continham respostas válidas, como, por exemplo, sim ou não. Portanto, foram desconsideradas dos dados apresentados as questões que não continham respostas. Do mesmo modo, devido a que algumas perguntas eram de múltipla escolha ou descritivas, a análise destas foi realizada numericamente, observando a quantidade de apontamentos que estas continham.

Figura 00. QUESTIONÁRIO

Identificação	<p>Formação: () Arquiteto(a) () Eng(a). Civil () outra _____</p> <p>Atuação: Tempo de atuação: _____ () autônomo () prof. Universitário () Incorporadora – mão de obra própria () Incorporadora – m.o. terceirizada () Construtora – m.o. própria () Construtora – m.o. terceirizada</p> <p>Ramos/ setores de atuação: () projeto () execução</p> <p>Padrão: () Alto () Normal () Baixo</p> <p>Modalidade: () Edifícios residenciais () Edifícios comerciais () Industrial () Comercial () Residências/ Condomínios Residenciais () Outro. Qual? _____</p> <p>(Resultados nas Figuras 1, 2 e 3)</p>
	<p>Os seus clientes solicitam a aplicação de conceitos e práticas de desempenho acústico em seus projetos?</p> <p>() Sempre. O que é mais solicitado? _____</p> <p>() Raramente. O que é mais solicitado? _____</p> <p>() Nunca.</p> <p>Você já foi solicitado para resolver algum problema relacionado ao desempenho acústico em uma obra já concluída?</p> <p>() Sim. Qual o problema? _____</p> <p>() Não.</p> <p>Nas soluções apresentadas abaixo, quais métodos você já utilizou para garantir o desempenho acústico em seus projetos?</p> <p>() localização da obra () parede dupla () vidro duplo () vidro acima de 4mm () laje maciça () forro suspenso () piso flutuante () outros _____</p> <p>(Resultados nas Figuras 4a, 4b, 5, 6a e 6b)</p>
	<p>Como você implementa conceitos e práticas de desempenho térmico?</p> <p>_____</p> <p>Os seus clientes, quando o procuram, solicitam a aplicação de conceitos e práticas de desempenho térmico?</p> <p>() Sempre. O que é mais solicitado? _____</p> <p>() Raramente. O que é mais solicitado? _____</p> <p>() Nunca.</p> <p>Você utiliza algum instrumento computacional para aplicar medidas de desempenho térmico?</p> <p>() Sim. Quais? _____</p> <p>() Não</p> <p>(Resultados nas Figuras 7, 8a, 8b e 9)</p>
	<p>Dentre as possíveis barreiras para aplicação dos conceitos acima tratados, aponte os principais, anotando de 1 a 6, sendo 1 o mais importante e 6 o menos importante:</p> <p>() custo inicial () desinteresse por parte do cliente/mercado () falta de parâmetros () desinformação dos profissionais () pouco tempo para detalhamento () distância entre estudos acadêmicos e o mercado</p> <p>Outros: _____</p> <p>(Resultados na Tabela 1)</p>

Apresentação e discussão dos resultados

Os questionários foram respondidos por 42 profissionais da área. Os resultados revelaram que a amostra é composta, majoritariamente, de arquitetos e engenheiros civis, sendo estes, 52.4% e 45.2%, respectivamente. Além destes, houve respostas de empresários do ramo da construção, sendo 2.4% da amostra, conforme Figura 1a. O tempo de atuação destes profissionais é bastante heterogêneo, sendo em sua maioria com menos de 10 anos de profissão (35.7%), seguidos de profissionais com até 20 anos (28.6%) e 30 anos de carreira (23.8%) entre outros, de acordo com o Figura 1b.

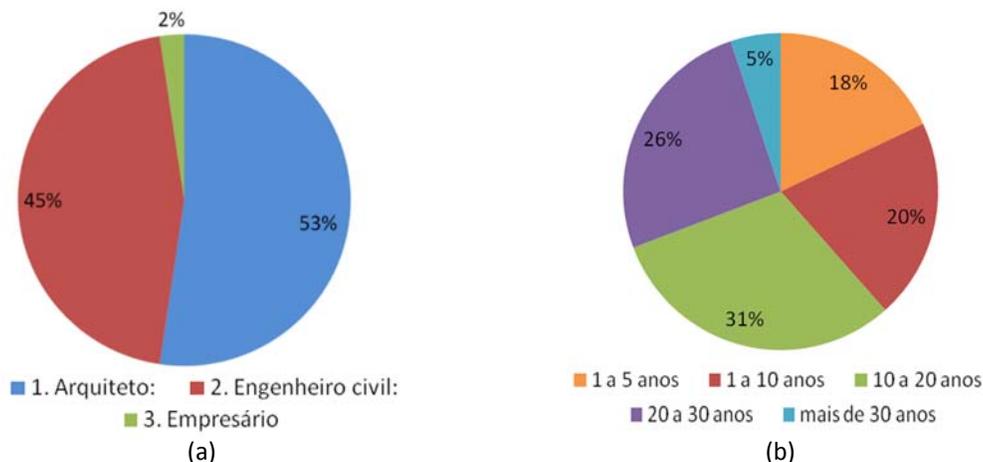


Figura 1. Atividade (a) e tempo de atuação (b) dos profissionais entrevistados. Fonte: Autores.

A maioria dos profissionais que participaram atua em escritórios próprios. A amostra também é composta por profissionais que trabalham em incorporadoras ou construtoras. A pesquisa possui ainda respostas de dois professores universitários e um profissional de projeto (Figura 2).

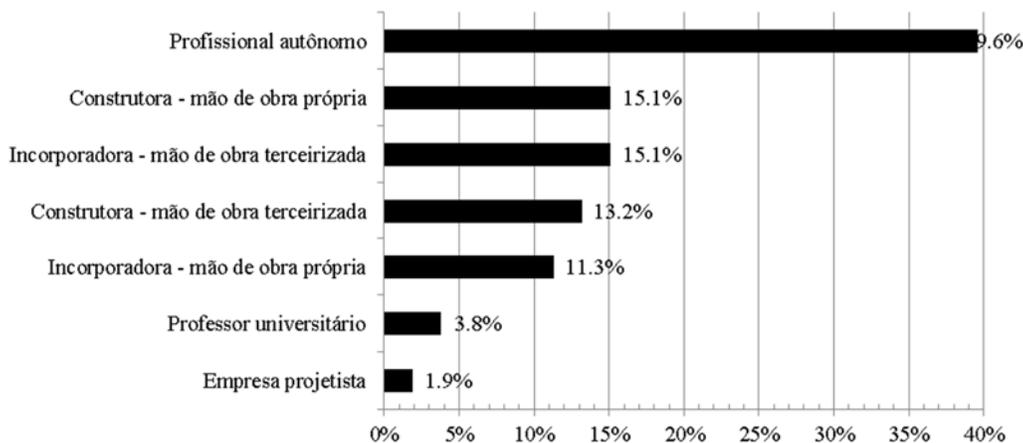


Figura 2. Atuação dos profissionais entrevistados. Fonte: Autores.

Segundo a Figura 3, o tipo de projeto com os quais estes profissionais mais trabalham são, em sua maioria, edifícios residenciais e comerciais, residências/condomínios residenciais e edificações comerciais de pequeno porte. Alguns profissionais trabalham em mais de um setor. Os padrões destas edificações variam de normal (caso de 26 profissionais) a alto (24 profissionais), sendo que apenas seis profissionais que trabalham com edificações de baixo padrão.

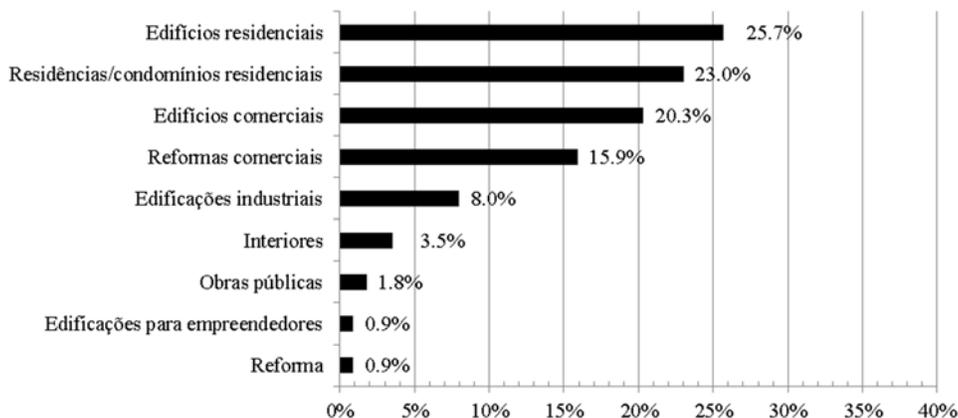
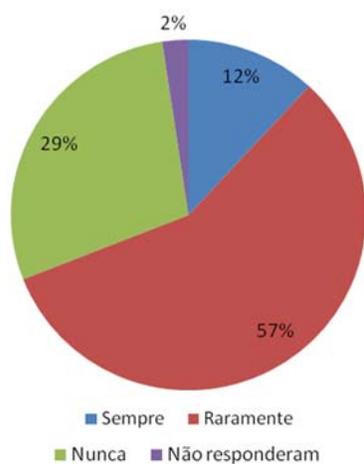


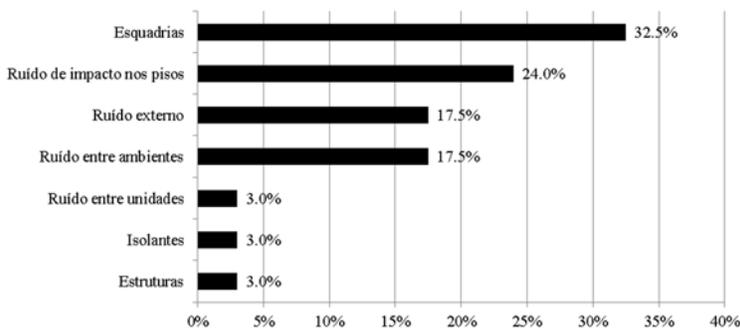
Figura 3. Área de atuação dos profissionais entrevistados. Fonte: Autores.

Discussão dos resultados de Desempenho Acústico

Para verificar o interesse e a solicitação dos clientes sobre a prática de desempenho acústico nos projetos, constatou-se que 57% dos profissionais raramente são requisitados para a inclusão deste item no projeto e 29% nunca foram solicitados, somando assim, 86% de desinteresse ou desconhecimento por parte do cliente por esse elemento, enquanto que 12% dos clientes solicitaram intervenções acústicas nos projetos. Isso demonstra que já existe, mesmo que pequena, uma preocupação dos proprietários por desempenho acústico em suas edificações (Figura 4a).



(a)



(b)

Figura 4. Interesse (a) e solicitação (b) dos clientes na prática de desempenho acústico. Fonte: Autores.

Dentre as solicitações requeridas pelos clientes, a mais enfatizada foi o ruído decorrente das esquadrias com 32.5%, seguido do ruído de impacto no piso, com 24%. O ruído entre ambientes (paredes/divisórias com isolamento) e externo representam cada um 17.5%. Por último, foram apontados o ruído entre unidades e de estrutura, e a busca por material isolante, com 3% cada (Figura 4b). Alguns profissionais indicaram mais de uma opção, mas observou-se nesta questão um significativo número de profissionais que não responderam, 17% do total. As intervenções relacionadas com estas questões são viáveis e de fácil execução, auxiliando consideravelmente o isolamento acústico. Nota-se que o cuidado em reduzir o ruído entre as habitações é a preocupação primordial dos clientes que solicitaram esse serviço.

Conforme a Figura 5, os métodos mais utilizados pelos profissionais para garantir o desempenho acústico em seus projetos são: em primeiro lugar laje maciça e parede dupla, em segundo lugar, vidros com espessuras acima de 4 mm, em terceiro lugar a utilização de vidro duplo, em quarto lugar o uso do forro suspenso, em quinto lugar o piso flutuante e por último a localização da obra. Outras soluções também foram apresentadas tais como: a manta acústica, tapetes, cortinas e painéis arquitetônicos.

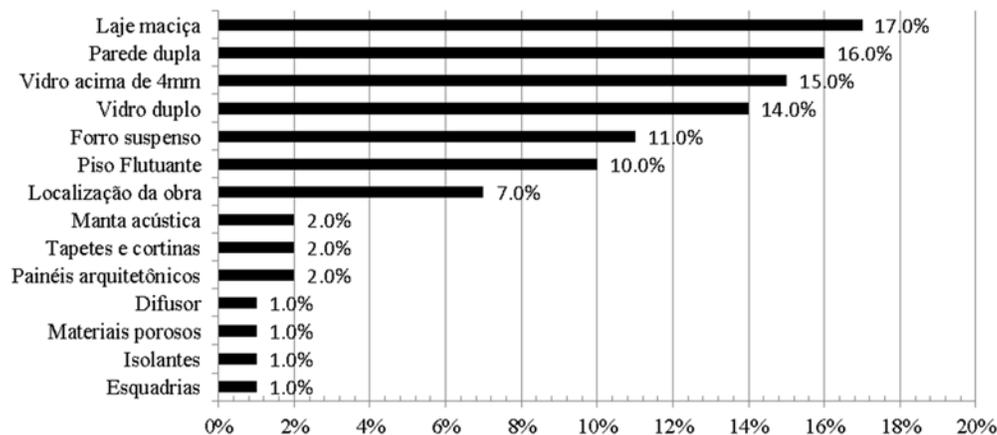


Figura 5. Conceitos e técnicas utilizadas pelos profissionais para aumentar o desempenho acústico. *Fonte: Autores.*

Para modificar um projeto, quanto mais avançada a obra estiver, maior será o impacto no custo e nas perdas significativas de tempo e trabalho. Na fase de anteprojeto, o custo é praticamente nulo, enquanto que no período da construção e pós-obra a possibilidade de alteração do projeto gera desperdício de material, retrabalho e perda da qualidade (geração de resíduo).

Baseado neste contexto, perguntou-se para os profissionais se já haviam sido solicitados a resolver algum problema relacionado ao desempenho acústico em uma obra já concluída. Do total de entrevistados, 21% responderam que já haviam sido contratados para resolver problemas pós-obra em acústica, porém 74% responderam negativamente, sendo que do total, 5% não apontaram respostas (Figura 6a).

Conforme a Figura 6b, o isolamento de lajes (ruído de impactos em pisos) foi o problema mais encontrados nas obras acabadas (67%), seguidos por isolamento de ruído externo através de esquadrias (22%) e ruído de tubulação de esgoto (11%).

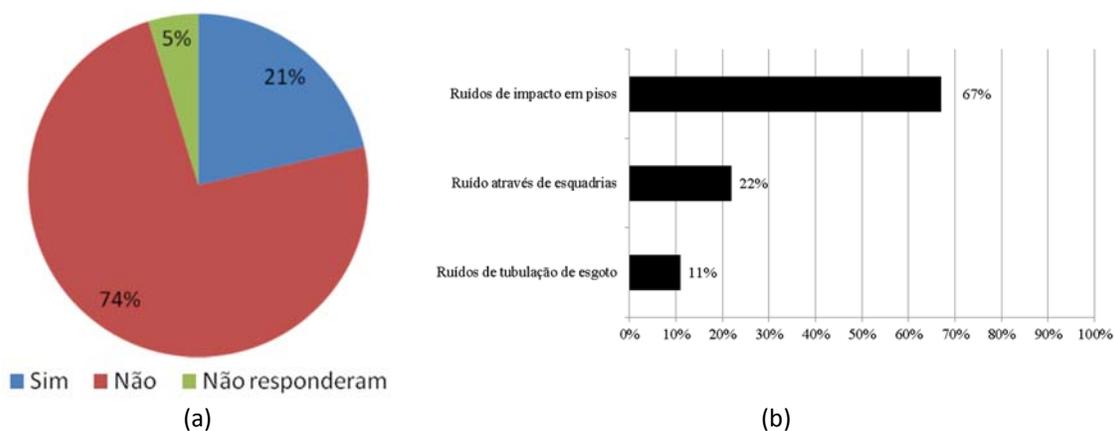


Figura 6. Solicitações e resoluções de problemas relacionados ao desempenho acústico em obras já concluídas (retrabalho/reformas). *Fonte: Autores.*

Discussão dos resultados de Desempenho Térmico

Como forma de averiguar como os profissionais entrevistados implementam conceitos e técnicas para melhorar o desempenho térmico das edificações, foi realizada uma questão descritiva sobre o assunto, para que as respostas não fossem induzidas. Contudo, cabe ressaltar que, talvez por ser uma pergunta descritiva, houve um maior número de questionários entregues sem resposta a essa pergunta, 17 dos 42 questionários.

As respostas obtidas foram bastante variadas, contudo pode-se perceber, pela Figura 7, que a maior parte dos profissionais questionados utiliza as características e propriedades físicas dos materiais construtivos como forma de resposta ao desempenho térmico. Isto é apropriado, já que as características de massa térmica dos materiais (transmitância térmica, atraso térmico, materiais reflexivos ou absorventes, entre outros) é um fator preponderante no desempenho térmico de uma edificação (Cunha *et al.*, 2006).

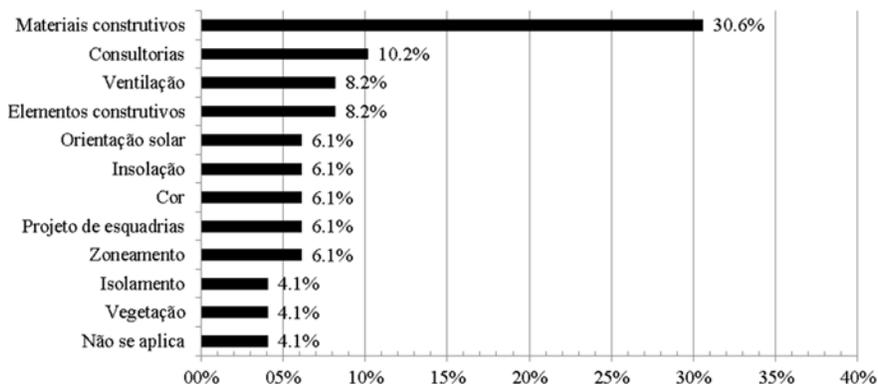
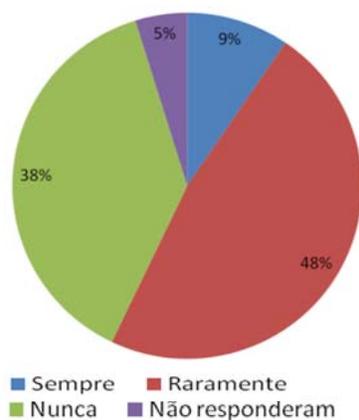


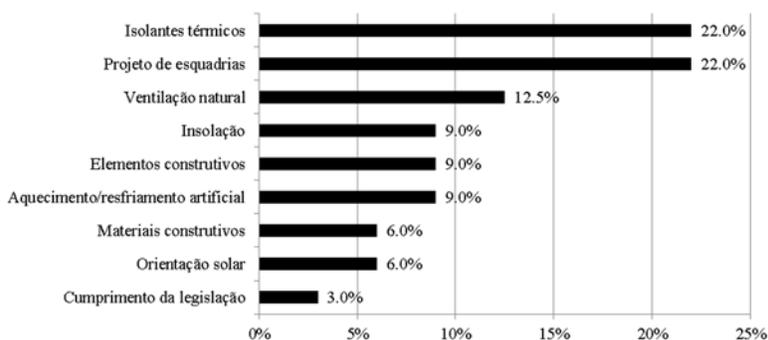
Figura 7. Técnicas utilizadas pelos profissionais para aumentar o desempenho térmico. Fonte: Autores.

Outros elementos apresentados são mais constantes, como por exemplo, orientação, insolação, vegetação, cor, elementos construtivos (tais como *brise soleil*), entre outros. Cabe ressaltar que cinco profissionais entrevistados utilizam a consultoria técnica para melhorar o desempenho térmico das edificações, demonstrando que há certa preocupação com a questão, contudo sendo resolvida através de profissionais especializados.

Investigou-se ainda qual o interesse dos clientes destes profissionais em relação ao desempenho térmico da sua edificação (Figura 8a) e verificou-se que 9% e 48% destes profissionais, sempre ou raramente, respectivamente, são requeridos para a inclusão deste item no processo de projeto e 38% desses profissionais nunca receberam tal requisição. Deste modo, percebe-se que parte dos clientes/mercado tem a compreensão, mesmo que empírica, da necessidade de um projeto que proporcione um desempenho térmico eficiente.



(a)



(b)

Figura 8. Solicitações (a) e resoluções de problemas (b) relacionados ao desempenho térmico. Fonte: Autores.

As soluções apontadas pelos profissionais envolvem especialmente o uso de isolantes térmicos e melhorias nas esquadrias (22% para cada uma destas alternativas), seguidas por estratégias de projeto que privilegiam a ventilação natural (12,5%). Em seguida, com 9%, foram listadas soluções baseadas em orientação solar, escolha de elementos construtivos e aquecimento ou resfriamento artificial (Figura 8b).

Os softwares específicos para análise térmica ajudam a analisar a edificação de uma forma detalhada e rápida. Contudo, conforme apresenta Mendes *et al.* (2005) estas ferramentas computacionais tratam de fenômenos físicos complexos e ainda são parcamente utilizadas por escritórios de arquitetura e engenharia. Entretanto, atualmente, já há ferramentas computacionais que possuem uma interface mais amigável e simplificada, criados para auxiliar os profissionais nas questões de desempenho ambiental desde a concepção do projeto. Softwares como este já vem sendo amplamente utilizados por escritórios de engenharia civil e arquitetura no exterior, principalmente América do Norte e Europa (Zazzini *et al.*, 2006; Tarabieh e Malkawi, 2007).

Deste modo, foi perguntado aos profissionais se estes utilizam este tipo de ferramenta para auxiliar nesta etapa do projeto (Figura 9). Dos profissionais entrevistados, 9% utilizam ferramentas computacionais para análise de desempenho térmico, sendo que destes, apenas um entrevistado apontou o software utilizado, Ecotect/Autodesk. Os outros 86% dos entrevistados não utilizam quaisquer tipo de ferramenta para a análise térmica, destes, 6% gostariam de utilizar este tipo de ferramenta. Houve ainda 4.8% de profissionais que não responderam esta questão. Contudo, vale recordar que 12 % dos profissionais utilizam a consultoria para melhoria do desempenho térmico.

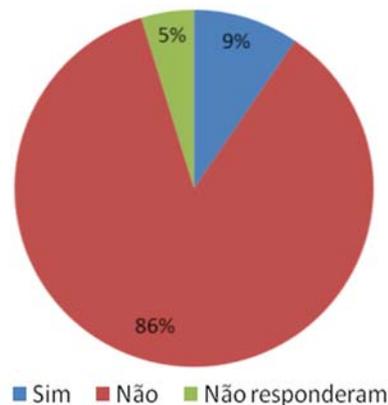


Figura 9. Utilização de ferramentas computacionais para análise de desempenho térmico. *Fonte: Autores.*

Geralmente, a modificação de projetos pós-obra, visando à solução de problemas relacionados ao desempenho térmico, ocorre com a inclusão de refrigeração ou aquecimento artificial da edificação, visto que para realizar uma intervenção após a conclusão da obra, o valor de investimento se torna mais elevado. Assim a adoção de sistemas artificiais para a melhoria do desempenho térmico acaba se tornando a opção mais selecionada. Entretanto, o uso indevido deste tipo de sistema para aumentar o desempenho térmico da edificação deve ser revisto, pois é cada vez mais necessário o conceber edificações com melhor eficiência energética, controlando o consumo de energia elétrica (Lamberts *et al.*, 1997).

Discussão dos resultados das principais barreiras para aplicação dos conceitos

Para elucidar sobre quais as principais barreiras encontradas pelos profissionais para a aplicação dos conceitos e técnicas para melhorar o desempenho ambiental, realizou-se uma pergunta de múltipla escolha, onde se deveria apontar quais as principais barreiras encontradas, anotando de 1 a 6, sendo 1 o mais importante e 6 o menos importante.

De acordo com a Tabela 1, a maior parte dos profissionais questionados apontou as principais barreiras para aplicação dos conceitos de desempenho térmico e acústico, como sendo o custo e a desinformação dos profissionais, seguidos pelo desinteresse dos clientes e do mercado. Percebeu-se que a maior parte dos profissionais que não apontaram o custo inicial como sendo a principal barreira para a aplicação dos conceitos de desempenho acústico e térmico, possuem um tempo de atuação menor que cinco anos.

Observa-se que ainda parece haver o julgamento de que um projeto que tem um custo inicial menor é melhor. Porém, ao contrário, o custo inicial um pouco mais elevado empregado em materiais e elementos que garantam um maior desempenho ambiental diminui o custo de manutenção e gastos com problemas relacionados com o desempenho termoacústico no período pós-ocupação.

Tabela 1. Principais barreiras para a aplicação dos conceitos.

Barreiras	1	2	3	4	5	6
Custo inicial	25	4	1	2	6	1
Desinformação dos profissionais	7	10	3	7	5	4
Desinteresse por parte do cliente/mercado	7	8	8	6	4	5
Pouco tempo para detalhamento	7	5	6	6	3	8
Falta de parâmetros	4	8	6	2	4	9
Distância entre os estudos acadêmicos e o mercado	2	1	9	7	8	6
Outros: Falta de mão de obra					1	
Não responderam	3					

Fonte: Autores.

De acordo com as respostas do questionário, as maiores solicitações para melhorar o desempenho térmico da edificação são aquecimento/resfriamento artificial e no caso de desempenho acústico, a maior reclamação decorre do ruído entre unidades, devido principalmente às paredes e lajes mais esbeltas e esquadrias sem vedações.

Assim, o custo inicial que era baixo, se torna alto, pois há a necessidade de resolver problemas termoacústicos das edificações já finalizadas. Assim sendo, uma boa metodologia baseada na modulação do projeto, padronização de procedimentos técnicos racionalizados, especificação de materiais e uma preocupação com o desempenho acústico e desempenho térmico reduz o desperdício e mantém a qualidade e o desempenho esperado da obra.

Considerações finais

A partir dos dados analisados, conclui-se que, dentre os profissionais questionados, há ainda a necessidade de maior valorização desta etapa de projeto, tanto pelo projetista quanto pelo cliente, visto que a grande maioria destes não solicita práticas de desempenho térmico e acústico. A ocorrência desta falta de interesse por esta etapa de projeto pode ocorrer pelo desinteresse nesta área ou também pela desinformação dos profissionais e clientes sobre este assunto. Entretanto, já há uma preocupação, mesmo que pequena, dos proprietários pelo desempenho acústico e térmico em suas edificações.

As técnicas utilizadas pelos profissionais para garantir o desempenho termoacústico na fase de projeto são, em sua maioria, adequadas, mas a utilização destes parâmetros devem ser massivos e utilizados em conjunto com outras técnicas a fim de garantir uma maior eficiência da edificação. O desempenho ambiental deve ser pensando desde o início do projeto, avaliando o custo-benefício das soluções apresentadas. Isto ocorre principalmente na fase de projeto, pois é nesta fase que as soluções apresentam um impacto no custo menor que em fases mais avançadas.

Assim, percebe-se que há a necessidade de valorizar esta etapa de projeto, visto que o cliente geralmente entende que estes estudos e a utilização de elementos construtivos necessários para garantir o desempenho térmico e acústico representam apenas custos extras. Embora estes conceitos e técnicas sejam, em sua maioria, conhecidos, a utilização na prática diária de projeto esbarra em algumas dificuldades, como por exemplo, a investigação de soluções individualizadas que demandam considerável tempo e esforço do projetista. Este tempo de projeto poderia ser reduzido com a utilização de ferramentas computacionais para a realização das análises ambientais, contudo, ainda é pequena a parcela de profissionais que as conhecem e que as utilizam.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da FAPERGS, da CAPES e do CNPq.

Referencias bibliográficas

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013) *Edificações habitacionais - Desempenho*.
- Bento, A. J., das Neves, D. C. M., Pires, J. M., de Oliveira, M. S., da Silva, D. L. (2016). A influência da NBR 15575 (2013) na durabilidade e vida útil das edificações residenciais. *Seminário de Patologia e Recuperação Estrutural*, Recife, Brasil. Acesso em 13 de outubro de 2016, disponível em <http://revistas.poli.br/~anais/index.php/semipar/article/view/228/13>
- Carmody, J., Selkowitz; S., Lee, E.S., Arasteh, D., Willmert, T. (2004) *Window Systems for High-Performance Buildings*, W.W.Norton, New York.
- Carvalho, M.L.U. (2009) *Resíduos de poli (tereftalato de etileno) e de pneu na confecção de pisos flutuantes para o isolamento do ruído de impacto*, Tese de Mestrado, Programa de Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.
- Carvalho, R.P. (2006) *Acústica Arquitetônica*, Thesaurus, Brasília.
- Carvalho, R.P. (2015) Ruído de impacto em lajes de pisos. *VibraneWS - O Portal da Acústica*. Acesso em 4 de dezembro de 2015, disponível em <http://www.vibraneWS.com.br/index.php?id=159>
- Corbella, O., Yannas, S. (2009) *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: Desempenho ambiental*, 2ª ed, Revan, Rio de Janeiro, Brasil.
- Cunha, E.G., Zechmeister, D., Melo, E.Q., Mascaró, J.J., Vasconcellos, L de, Frandoloso, M.A.L. (2006) *Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando a eficiência nas edificações*, 2ª ed, Masquatro Editora, Porto Alegre, Brasil.
- Ferraz, R. (2008) *Atenuação de ruído de impacto em pisos de edificações de múltiplos pavimentos*, Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- Frota, A.B, Schiffer, S.R. (2001) *Manual de desempenho térmico: arquitetura, urbanismo*, 5ª ed, Studio Nobel, São Paulo, Brasil.
- Gerges, S. (2000) *Ruído: Fundamentos e Controle*, 3ª ed, NR Editora, Florianópolis, Brasil.
- Gonçalves, O.M., John, V.M., Picchi, F.A, Sato, N.M.N. (2007) Normas Técnicas para Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações. In Roman, H., Bonin, L. C. (Eds.), *Coletânea Habitar: Volume 3: Normalização e certificação na construção habitacional*, ANTAC, Porto Alegre, Brasil.
- IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2015) *Avaliação do desempenho térmico e energético de edificações e projetos*. Acesso em 4 de dezembro de 2015, disponível em: <http://www.ipt.br/solucoes/190-avaliacao-do-desempenho-termico-e-energetico-de-edificacoes-e-projetos.htm>
- Kern, A.P., Silva, A., Kazmierczak, C.D.S. (2015). O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575/2013). *Gestão e Tecnologia de Projetos*, 9(1), 89-102. Acesso em 13 de outubro de 2016, disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/89989/92778>
- Lamberts, R, Ghisi, E., Pereira, C, d., Batista, J.O. (2010) *Casa eficiente: Bioclimatologia e desempenho térmico*, v1, LabEEE, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Lamberts, R., Dutra, L., Pereira, F.O.R. (1997) *Eficiência Energética na Arquitetura*. PW Editores, São Paulo, Brasil.
- Lamberts, R., Ghisi, E., Abreu, A.L.P, de, Carlo, J.C., Batista, J.O., Marinoski, D.L. (2007) *Desempenho térmico em edificações*, LabEEE, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Lopes, R.K. (2010) *Relações e influências da aplicação da acústica no processo de projeto de arquitetura contemporânea*. Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Brasil.

- Losso, M., Viveiros, E. (2004) Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil, *X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Porto Alegre, Brasil. Acesso em 6 de dezembro de 2105, disponível em:
http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/9/9c/gesso_acartonado_e_isolamento_acustico.pdf
- Mendes, N., Westphal, F.S., Lamberts, R., Cunha Neto, J.A.B. (2005) Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil, *Ambiente Construído*, **5**(4), 47-68. Acesso em 4 de dezembro de 2015, disponível em:
<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3657/0>
- Penedo, R.C.T.; Oiticica, M.L.G.R. (2014). Isolamento sonoro aéreo de partições verticais de um apartamento em Maceió - AL Brasil. *PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção*, **5**, 7-14. Acesso em 13 de outubro de 2016, disponível em:
<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/download/8634533/2454>
- Pereyron, D. (2009) *Estudo de tipologias de lajes quanto ao isolamento ao ruído de impacto*, Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.
- Sanches, P. (2008) Vale a Norma. *Revista Técnica*, **78**, 26-28. Acesso em 6 de dezembro de 2105, disponível em
<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/78/artigo287272-1.aspx>
- Tarabieh, K., Malkawi, A. (2007) A comparative study to benchmark energy performance using building simulation tools, *3rd Int'l ASCAAD Conference on Em'body'ing Virtual Architecture*, Alexandria, Egypt. Acesso em 6 de dezembro de 2105, disponível em http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ascaad2007_015
- WHO, World Health Organization (2003) *Résumé D'orientation Des Directives De l'oms Relatives Au Bruit Dans l'environnemental 2003*. Acesso em 6 de dezembro de 2105, disponível em
<http://www.who.int/homepage/primers>.
- Zazzini, P., Chella, F., Scarduzio, A. (2006) Numerical and experimental analysis of light pipes' performances: comparison of the obtained results, *23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA2006)*, Geneva, Switzerland. Acesso em 6 de dezembro de 2105, disponível em
http://www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol2/plea2006_paper143.pdf