



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA ÁREA DOS SISTEMAS PREDIAIS HIDRÁULICOS, SANITÁRIOS E DE GÁS COMBUSTÍVEL

Marina S. de O. Ilha (1); Luciana P. Pedroso (2); Solange da S. Nunes Boni (3); Laís Aparecida Ywashima (4); Marcus André S. Campos (5); Leonel G. Pereira (6); Liwana C. de Lima (7); Osvaldo B. de Oliveira Jr. (8)

(1) a (8) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil
e-mails: (1) milha@fec.unicamp.br; (2) lupp pedroso@yahoo.com.br
(3) ssdnunes@terra.com.br ; (4) ywashima@yahoo.com.br
(5) marcussiqueira@yahoo.com.br; (6) galleo@uol.com.br
(7) liwana_lima@yahoo.com.br; (8) osvaldobianchi@yahoo.com.br

RESUMO

A pesquisa na área dos sistemas prediais hidráulicos, sanitários e de gás combustível vem se consolidando ao longo dos anos no Brasil, o que pode ser evidenciado pelo número crescente de artigos técnicos no tema publicados nas últimas edições do ENTAC (Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído). Este trabalho apresenta uma caracterização dos trabalhos publicados nos referidos eventos, tomando-se por base o estudo conduzido por Pithan *et al* (2005), para outra área de conhecimento dentro da tecnologia do ambiente construído. Para tanto, foram analisados os artigos publicados na área em todas as edições do ENTAC, nos anos de 1993 a 2004, levantando-se os principais temas de pesquisa e o número de artigos produzidos de acordo com a natureza do estudo e métodos de pesquisa empregados. Os resultados obtidos permitem que se conheçam indicadores da produção científica na área em questão, tais como: comportamento das publicações conforme temas de pesquisa ao longo do período considerado e respectivas estratégias de pesquisa. A referida caracterização subsidiará avaliações sobre a qualidade da pesquisa nessa área do conhecimento.

Palavras-chave: sistemas prediais; produção científica; diagnóstico.

ABSTRACT

The research in water, sewage and gas building systems area has been consolidating in Brazil in the last few years and it can be illustrated by the increasing numbers of papers concerning this theme published in the last editions of ENTAC (National Conference on the Built Environment Technology). This article presents the types of the studies and the research methods adopted besides some indicators of the research output on building systems, that is, the number of articles produced, classified according the type of study and research methods adopted, the main researches and others. This investigation can be used to support the evaluation of the quality and the evolution of the research in this area of the built environment technology.

Keywords: building systems; academic output; diagnostic.

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa sistematizada em sistemas prediais, no Brasil, teve início em 1976, no atual departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

(PCC-EP-USP), a partir da criação da linha de pesquisa em instalações prediais (atualmente sistemas prediais) pelo prof. Dr. Francisco Romeu Landi, motivado pelos avanços tecnológicos que esta área do conhecimento observou durante o ano de 1975, quando o mesmo permaneceu na Europa no LNEC, Portugal e no BRE, Inglaterra (GONÇALVES, 1997).

O referido autor ressalta também um marco importante para as pesquisas nessa área: a criação da comissão W62 – Water Supply and Drainage Systems for Buildings do CIB – Conseil International du Batiment em 1971, com a estruturação de uma série de assuntos ligados aos sistemas hidráulicos prediais. Essa comissão de trabalho foi criada com o objetivo de difundir as pesquisas em andamento relacionadas com o suprimento predial de água e sistemas de esgoto, estimular e coordenar novas pesquisas com objetivo de produzir informações sobre as características e desempenho de tais sistemas e organizar reuniões e conferências técnicas. Em 2000, a comissão do CIB W62 era constituída por 52 membros, representando 31 países.

Existiram trabalhos desenvolvidos anteriormente no Brasil, inclusive dentro da área de recursos hídricos e saneamento, mas a consolidação da área de sistemas prediais começou efetivamente na década de 70, com a defesa de importantes dissertações de mestrado na EP-USP, dentre as quais as dos professores Orestes M. Gonçalves e Moacyr A. Graça que, após o doutoramento, na década de 80, começaram a orientar trabalhos de pós-graduação nesse tema. Atualmente, são 12 os doutores formados por esta instituição, 07 dos quais atuando em instituições de ensino superior do estado de São Paulo e os demais, distribuídos pelas regiões sul, centro-oeste e por outros estados da região sudeste.

Durante muitos anos este foi o único curso de pós-graduação do país com linha/grupo de pesquisa nessa área do conhecimento. A partir de 1998, com a formação dos doutores iniciada na EP-USP, começaram a surgir outros grupos/linhas de pesquisa em outras instituições de ensino superior, destacando-se a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP), o Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECiv-UFSCar) e, mais recentemente, a Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiânia (UFG), a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade de Passo Fundo (UPF).

Constituíram-se em importantes meios de divulgação das pesquisas conduzidas nessa área os nove simpósios nacionais sobre temas de sistemas prediais realizados no período de 1986 a 2005, os simpósios internacionais do CIB-W62 e os Encontros Nacionais de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), promovidos pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC).

Os simpósios nacionais de sistemas prediais, com exceção da edição de 2005, foram realizados na EP-USP e contemplaram os diferentes sistemas prediais. A partir da nona edição desse evento, realizada pela UFG em Goiânia, em 2005, onze anos após a última realização, o mesmo foi oficialmente instituído como a reunião oficial do grupo de trabalho (GT) de sistemas prediais da ANTAC, a qual deverá ser repetida bianualmente, com uma alternância entre as instituições de origem dos pesquisadores que compõem o referido GT.

Os simpósios do CIB-W62, por sua vez, vêm sendo realizados anualmente desde 1972, com exceção dos anos de 1984 e 1995, totalizando 25 edições. A participação de autores brasileiros tem aumentado expressivamente, passando de 01 artigo publicado na 8ª edição do referido evento, em 1979, para 10 em dois anos seguidos: 2000 e 2001. Ao longo do período de 1972 a 2005, foram publicados 58 artigos com autoria de brasileiros.

Segundo Pithan *et al* (2005), “existe uma carência de levantamentos sistemáticos sobre a evolução científica na área de tecnologia do ambiente construído, em relação ao número de pesquisadores envolvidos, sua distribuição geográfica e qualificação”. Inserido nesse contexto este artigo objetiva caracterizar a produção científica sobre os sistemas prediais hidráulicos e sanitários, uma área relativamente nova, porém com uma produção crescente nos últimos anos.

A motivação para a sua preparação advém dos trabalhos conduzidos por um grupo de estudos sobre metodologia da pesquisa, composto por alunos e docentes do curso de pós-graduação em Engenharia Civil da FEC-UNICAMP, criado em agosto de 2005, do qual fazem parte os autores desse trabalho, todos pesquisadores do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Sistemas Prediais (LEPSIS) e dos resultados obtidos por Pithan *et al* (2005) no desenvolvimento de um trabalho similar tendo como objeto de estudo a produção científica sobre Gestão e Economia da Construção, outra área da tecnologia do ambiente construído.

Vale destacar que não foram encontrados estudos bibliométricos sobre os sistemas prediais realizados no país ou no exterior. Assim, a metodologia considerada está totalmente baseada no trabalho por Pithan *et al* (2005).

Conforme destacado anteriormente, existem dois eventos de âmbito nacional nos quais estão concentradas as publicações de artigos sobre o tema, os ENTAC's e os simpósios nacionais de sistemas prediais. Tendo em vista que constituem o escopo do presente trabalho apenas os sistemas prediais hidráulicos e sanitários e de gás combustível, o presente trabalho está baseado em um levantamento realizado em seis eventos: V ao X ENTAC.

Os resultados obtidos permitem que se conheçam indicadores da produção científica na área em questão, tais como: comportamento das publicações conforme temas de pesquisa ao longo do período considerado e respectivas estratégias de pesquisa. A referida caracterização poderá subsidiar avaliações sobre a qualidade da pesquisa nessa área do conhecimento.

2 MÉTODO DE PESQUISA

2.1 Levantamento e sistematização dos dados

Para a coleta dos dados, foram considerados os 55 artigos sobre os sistemas prediais hidráulicos e sanitários e de gás combustível nos ENTAC realizados de 1993 a 2004. Para caracterizar a produção científica, tendo como base o trabalho realizado por Pithan *et al* (2005), foram coletados dados relativos aos autores, às instituições de vínculo, aos métodos de pesquisa descritos nos artigos e aos respectivos temas. Para a maioria das variáveis, a partir do referido trabalho, foram efetuadas análises temporais, de forma a identificar tendências ao longo do tempo.

Assim, os dados coletados foram os seguintes:

- a) ano de publicação - ano de realização do evento;
- b) nomes dos autores - foram considerados todos os autores de cada artigo analisado;
- c) vínculo institucional do autor - coletado conforme constava na publicação, incluindo institutos de pesquisa, instituições de ensino superior e empresas privadas ou públicas;
- d) existência de estudo empírico - considerou-se que existiu estudo empírico quando o artigo apresentava resultados de estudos em campo ou em laboratório;
- e) estratégia de pesquisa - dado coletado apenas para os artigos que apresentaram estudo empírico; foram consideradas apenas duas estratégias de pesquisa, quais sejam, estudo de caso e experimento; e,
- f) temas - foram definidos quatro temas, quais sejam: conservação/economia de água; gestão da qualidade dos sistemas prediais; inovações tecnológicas nos sistemas prediais e conservação/economia de energia.

O tema conservação/economia de água contempla artigos relacionados com a gestão da oferta (emprego de fontes alternativas à rede pública de abastecimento de água, tais como água de chuva, reúso de água servidas, etc...) e da demanda (uso racional, tecnologias economizadoras, sensibilização dos usuários, medição individualizada de água, entre outros) de água no interior das edificações.

Dentro do tema gestão da qualidade dos sistemas prediais se encontram artigos relacionados com a melhoria da qualidade do projeto, execução, uso e operação dos sistemas prediais, incluindo as avaliações durante a operação (terminologia empregada para denominar as avaliações pós-ocupação com escopo apenas nos sistemas prediais).

O tema inovações tecnológicas engloba os artigos relacionados com a avaliação de tecnologias inovadoras de produtos e processos nos sistemas prediais, envolvendo também as fases de projeto e execução.

Por fim, o tema conservação/economia de energia contempla apenas os artigos relativos à avaliação de medidas no sentido de economizar energia no aquecimento de água em edifícios e os custos envolvidos.

Para a análise, os dados foram agrupados em função da variável em estudo, determinando-se a evolução de cada grandeza ao longo do tempo e os valores característicos (máximo, mínimo, mais freqüentes).

Além disso, para a avaliação do número de artigos publicados por autor, foi considerada a seguinte ponderação constante em Lakmazaheri; Rasdorf (1998) , a qual também é citada por Pithan *et al* (2005):

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \quad (\text{eq.1})$$

Onde:

N = número ponderado de artigos por autor;

M_i = número de autores de cada artigo i publicado pelo autor

n = número total de artigos publicados pelo autor.

3 RESULTADOS

3.1 Análise geral da área de sistemas prediais ao longo das edições do evento

O número de artigos, autores e instituições de vínculo dos mesmos apresentou uma variabilidade a cada edição do evento em análise, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 – Evolução das publicações nas edições do ENTAC analisadas.

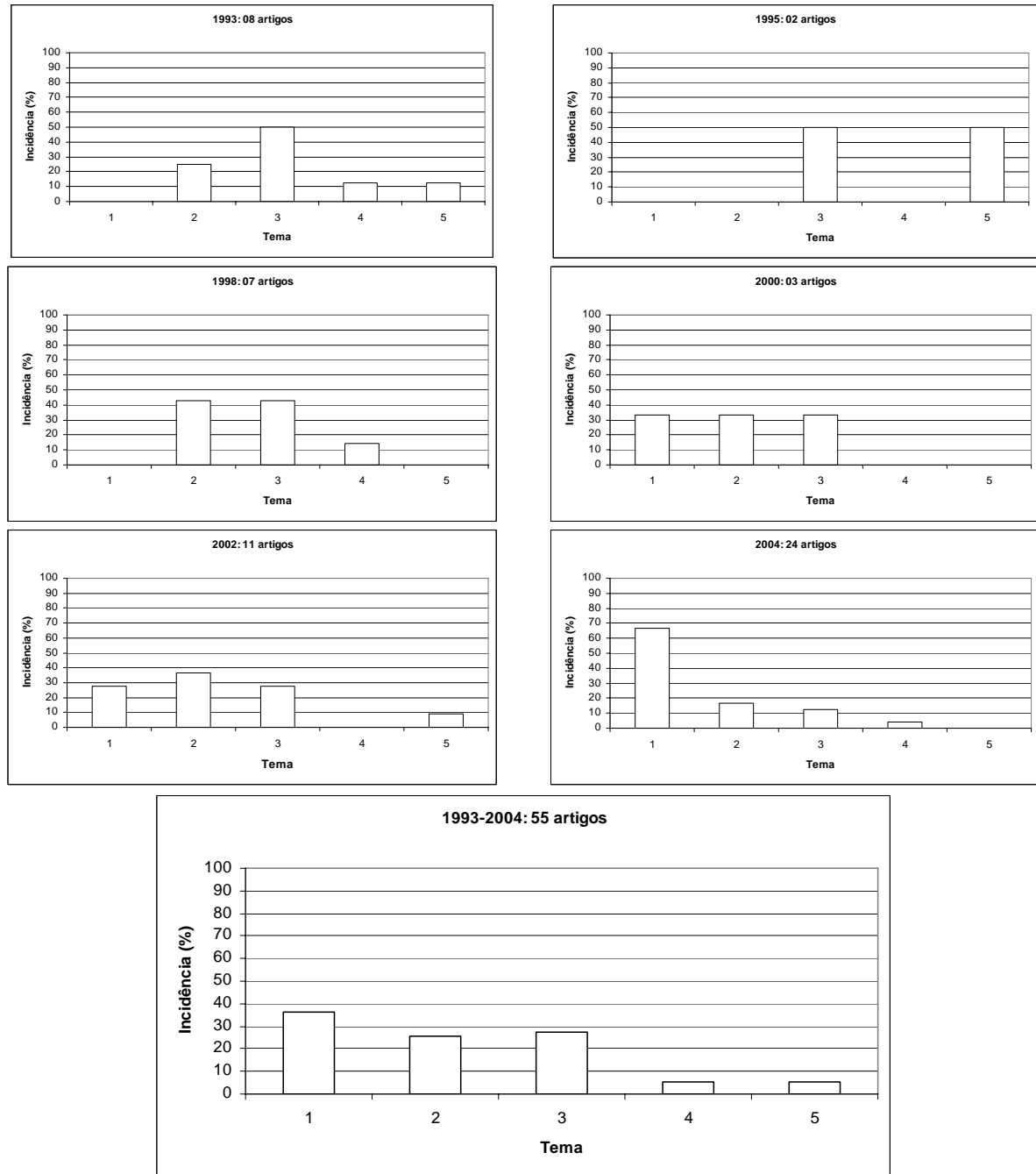
ENTAC	1993	1995	1998	2000	2002	2004
número de autores	13	4	10	6	23	47
número de artigos	8	2	7	3	11	24
número de instituições de ensino superior	6	3	5	4	10	9
número de institutos de pesquisa	1	0	0	0	0	0
número de empresas	1	0	0	0	1	2

Em 2002 o número de autores que publicaram nas edições anteriores (8,2 por evento, em média) praticamente quadruplicou. Em 2004, o número de autores duplicou em relação a 2002. O número de artigos acompanhou o crescimento do número de autores participantes, tendo duplicado de 2002 para 2004. No caso do número de instituições participantes, verifica-se que em 2002 e 2004 o número foi praticamente o mesmo, representando cerca de 1,5 a 2 vezes a média dos anos anteriores. A participação de autores de empresas é ainda bastante pequena, o que se deve ao fato de que a maioria dos participantes desse evento é da área acadêmica. O grande número de artigos em 2004 se deve ao

fato de que o ENTAC foi realizado em conjunto com a I Conferência Latinoamericana de Construção Sustentável, cujo tema está intimamente relacionado com os sistemas prediais hidráulicos.

3.2 Análise dos temas de pesquisa

Os gráficos da Figura 1 apresentam a importância dos temas de pesquisa por meio da porcentagem de artigos em cada edição do ENTAC.



TEMAS:

- 1 Conservação/economia de água
- 2 Gestão da qualidade dos sistemas prediais
- 3 Inovações tecnológicas nos sistemas prediais
- 4 Conservação/economia de energia no aquecimento de água
- 5 outros

Figura 1 – Importância dos temas de pesquisa contemplados nos artigos analisados.

Verifica-se que os temas 1, 2 e 3 representam aproximadamente 89% dos artigos analisados, sendo que a participação do tema 1 é ligeiramente superior a dos outros dois temas (36%).

Um aspecto a ser destacado é que o tema 1 somente passou a ser contemplado a partir do ENTAC de 2000, quando foram implementados os principais programas de uso racional de água em São Paulo. Em 2004, conforme já destacado anteriormente, o tema do evento foi a construção sustentável e a conservação/economia de água foi o tema de praticamente 70% dos artigos publicados naquele ano.

O tema 3 apresentou uma maior participação nos eventos de 1995 e 1998, existindo um decréscimo nas três últimas edições do ENTAC. Já o tema 2 teve uma maior participação nos eventos de 1998, 2000 e 2002.

A distribuição dos artigos relacionando temas de pesquisa e as instituições que mais publicaram no período investigado é apresentada na Tabela 2. A Figura 2 apresenta a distribuição percentual, tomando-se como base o total de artigos com pelo menos um autor de cada instituição no período total analisado.

Tabela 2 – Distribuição dos artigos relacionando temas de pesquisa e instituições.

	EP-USP	FEC-UNICAMP	DECiv-UFSCar	UPF	UFG	UFSC	UFSM
TEMA	Número de artigos						
Conservação/economia de água	7	5	5	2	2	2	0
Gestão da qualidade dos sistemas prediais	7	5	4	0	1	1	0
Inovações tecnológicas nos sistemas prediais	8	5	1	2	0	0	2
Conservação/economia de energia (para aquecimento de água)	1	0	0	0	0	0	1
Outros	5	0	0	0	0	0	0

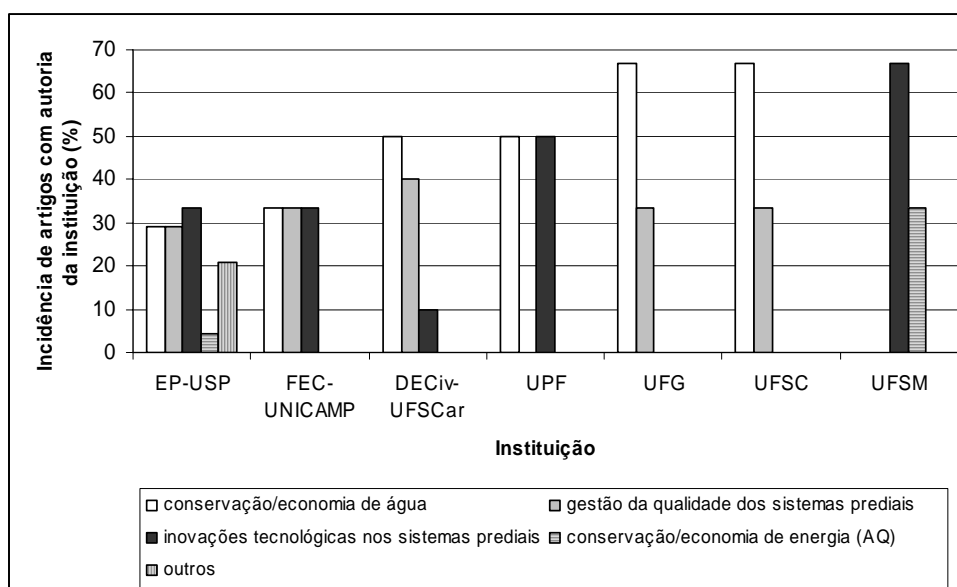


Figura 2– Distribuição percentual dos artigos relacionando temas de pesquisa e instituições

Da análise da figura e da tabela anterior, vê-se que os artigos publicados com autores da EP-USP permeiam os diferentes temas, sendo que a conservação/economia de energia para o aquecimento de água é o que possui o menor número de artigos. Na FEC-UNICAMP e no DECiv-UFSCar, os artigos se concentraram nos três primeiros temas, sendo a distribuição equitativa entre eles na UNICAMP.

Os artigos da UPF estão distribuídos igualmente entre conservação/economia de água e inovações tecnológicas. Já aos pesquisadores da UFG e da UFSM publicaram artigos nos mesmos temas: conservação/economia de água e gestão da qualidade dos sistemas prediais.

3.3 Análise das instituições e autores participantes

A Tabela 3 apresenta as instituições que mais publicaram artigos nos eventos analisados, as quais foram responsáveis pela produção de 76,3% das autorias dos artigos publicados no período analisado (76 autorias). Ressalta-se que quando o artigo possuía mais de uma instituição envolvida, o mesmo foi considerado em cada uma delas para fins dos totais constantes na referida tabela. Assim, esse número não corresponde ao número de autores e nem ao número de artigos no período.

Tabela 3 – Distribuição do número de autorias entre as instituições no período em análise.

Instituição	Nº de autorias de artigos ⁽¹⁾	Porcentagem da amostra
EP-USP	22	28,9
FEC-UNICAMP	15	19,7
DECiv-UFSCar	9	11,8
UPF	4	3,9
UFG	3	3,9
UFSC	3	3,9
UFSM	3	3,9

⁽¹⁾ ver observação no texto que antecede a tabela.

A Figura 3 apresenta o número ponderado de artigos por autor, calculado conforme apresentado anteriormente na equação 1.

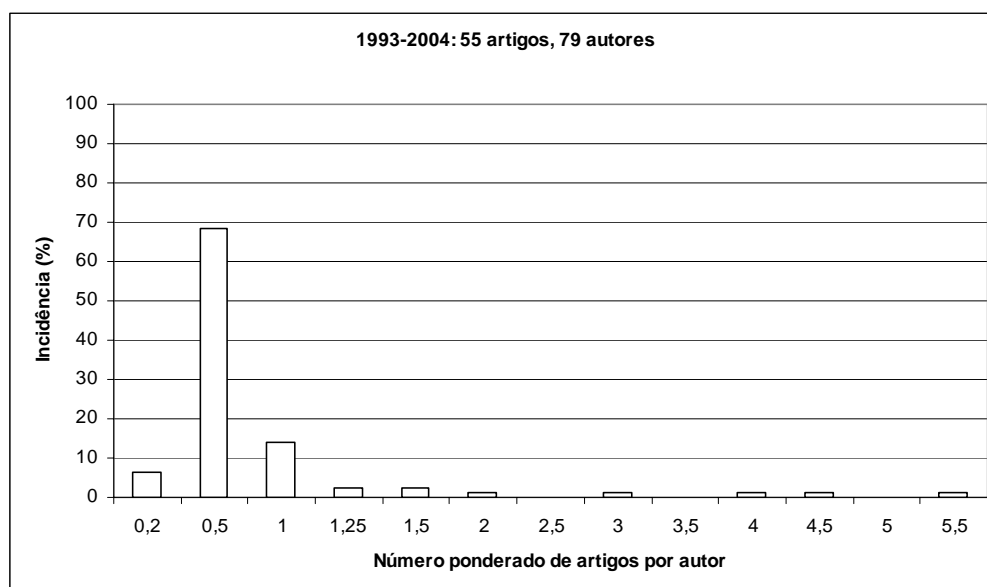


Figura 3 – Número ponderado de artigos por autor no período de análise.

Verifica-se que a maioria dos autores foi responsável pela produção equivalente a 0,5 artigo. Três pesquisadores foram responsáveis pelos maiores valores dessa grandeza, um da FEC-UNICAMP, com 5,5 artigos, um do DECiv-UFSCar, com 4,3 artigos e um da EP-USP, com 3,9 artigos no período.

3.4 Análise dos métodos de pesquisa

Analisando-se os 55 artigos publicados no período, 41 deles se baseiam em estudos empíricos, o que representa aproximadamente 74,5% do total. Para os 41 artigos baseados em estudos empíricos, foi analisada a estratégia de pesquisa, estando ela explicitada no artigo ou não. Assim, tem-se que o estudo de caso foi a estratégia empregada em 32 artigos (78% da amostra) e o experimento no restante deles (9 artigos, 22% da amostra). A Tabela 4 apresenta a evolução das estratégias de pesquisa ao longo das edições do ENTAC avaliadas.

Tabela 4 – Distribuição dos métodos/estratégias de pesquisas no período em análise.

Métodos / estratégias de pesquisa	1993		1995		1998		2000		2002		2004	
	artigos	%	artigos	%	artigos	%	artigos	%	artigos	%	artigos	%
Total	8	--	2	---	7	---	3	---	11	---	24	---
Sem estudo empírico	1	12,5	2	100,0	2	28,57	0	0,0	3	27,3	6	25,0
Com estudo empírico	7	87,5	0	0,0	5	71,4	3	100,0	8	72,7	18	75,0
Estudo de caso	4	57,1	---	---	4	80,0	1	33,3	6	75,0	18	100,0
Experimento	3	42,9	---	---	1	20,0	2	66,7	2	25,0	0	0,0

Verifica-se que o estudo de caso é a estratégia de pesquisa mais freqüente nos artigos da maioria das edições do ENTAC, com exceção dos anos de 1995 e 2000, onde o experimento foi a estratégia mais utilizada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do presente trabalho foi apresentada uma caracterização da produção científica sobre os sistemas prediais hidráulicos e sanitários no Brasil no período de 1993 a 2004, por meio dos artigos publicados em seis edições do ENTAC, ou seja, 55 artigos.

Verificou-se que a produção, assim como nas outras áreas da tecnologia do ambiente construído, está concentrada na região sudeste, mais especificamente no estado de São Paulo, onde também está a maioria dos doutores desta área e existem três cursos de mestrado com grupos/linhas de pesquisa específicos, sendo que em dois deles existe também a pós-graduação em nível de doutorado.

Dentre os pesquisadores da área, destacam-se três deles, todos do estado de São Paulo, que apresentam um número poderado de artigos igual a 5,5, 4,3 e 3,9 (média calculada considerando-se o número de autores em cada artigo publicado pelo autor em análise).

Dentre os temas pesquisados, destacam-se a conservação/economia de água, a gestão da qualidade dos sistemas prediais e as inovações tecnológicas, os quais apresentam uma participação bastante similar se considerado o período como um todo. Ressalta-se que a conservação de água começou a ser contemplada a partir de 2000, quando foram desenvolvidos os primeiros programas de uso racional de água em São Paulo.

A EP-USP, a FEC-UNICAMP e o DECiv-UFSCar são as instituições que mais publicaram nos ENTAC, sendo que a primeira tem artigos em praticamente todos os temas considerados na

classificação e as duas últimas concentraram-se mais em conservação/economia de água, gestão da qualidade dos sistemas prediais e inovações tecnológicas.

A estratégia de pesquisa mais empregada foi o estudo de caso, sendo que muitas vezes a mesma não estava explicitada no artigo analisado. Nos anos de 1995 e 2000, o experimento foi a estratégia mais frequente.

Por fim, trata-se de uma primeira tentativa de caracterização da produção na área em questão, sendo recomendável, para o desenvolvimento de trabalhos futuros:

- incluir na análise efetuada os trabalhos publicados nos nove simpósios nacionais de sistemas prediais realizados no Brasil e também os publicados pelos autores nacionais nos simpósios do CIB-W62;
- redefinir os temas de pesquisa considerados nesse artigo, os quais podem ser mais subdivididos quando o número de artigos for maior;
- analisar as citações bibliográficas mais empregadas no conjunto de artigos publicados na área, tanto em termos do tipo (livros, teses, artigos de periódicos, artigos de eventos, etc...) como da língua empregada nas mesmas.

5 REFERÊNCIAS

GONÇALVES, O. M. **Contribuições para Economia e Qualidade dos Sistemas Prediais.** Texto sistematizando a obra do candidato para o concurso de Livre Docência junto ao Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – especialidade: instalações na construção civil (acesso restrito). Jul 1997.

LAKMAZAHARI, S.; RASDORF, W. **Foundation for research in computing in civil engineering.** Journal of Computing in Civil Engineering, v.12, n.1, p. 9-18, 1998.

PITHAN, D.N. *et al.* **Caracterização da produção científica de áreas de conhecimento específicas: aplicação à gestão e economia da construção.** Revista Ambiente Construído. Porto Alegre: v.5, n.3, p. 7-18, jul-set/2005. Disponível em: [www. antac.org.br/ambienteconstruido](http://www.antac.org.br/ambienteconstruido) (acesso em 10 mar 2006).

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Orestes M. Gonçalves e a Enga. MSc.Gisele Silva, da EP-USP, pelo fornecimento de informações complementares ao levantamento efetuado.