

AVALIAÇÃO DO USO DE VÁLVULAS DE ADMISSÃO DE AR EM SUBSTITUIÇÃO AO SUBSISTEMA DE VENTILAÇÃO CONVENCIONAL EM SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS, EM EDIFÍCIOS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS

MASINI, Helcio (1) ; GONÇALVES, Orestes M. (2) ;

(1) Mestre em Engenharia – EPUSP – E-mail: hmasini@uol.com.br

(2) Professor Doutor da EPUSP – E-mail: orestes@tesis.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo estudar o comportamento de um Sistema Predial de Esgotos Sanitários, quando da substituição do subsistema de ventilação secundária convencional por um subsistema de ventilação com Válvulas de Admissão de Ar, em edifícios de até cinco pavimentos. Para tanto foram desenvolvidos ensaios em um protótipo instalado na Torre de Ensaios do Laboratório de Sistemas Prediais da EPUSP. Para os referidos ensaios foram concebidas cinco configurações de subsistema de ventilação com VAA's em substituição ao subsistema de ventilação convencional, sendo registradas as variações das pressões pneumáticas atuantes, e as variações dos fechos hídricos, em face do escoamento. A análise dos resultados obtidos com o uso de VAA's e a comparação destes com resultados obtidos com a utilização de subsistema de ventilação convencional, demonstraram que, para as condições do protótipo, o subsistema de ventilação por Válvulas de Admissão de Ar pode substituir o subsistema de ventilação convencional.

ABSTRACT

This work intends to study and compare the pneumatic and hydraulic behavior of a building drainage system when a typical vent piping system based on Brazilian Standards were replaced by Admittance Air Valves (AAV's) fitted to the system, for a five floor building.

The tests were developed in a building drainage system prototype set up at the Building Systems Laboratory of the Escola Politécnica of São Paulo University. Five different AAV's installations were fitted to the typical building drainage system in substitution of vent piping system, to register the pneumatic pressure variation inside the system and the water seal variation, during the discharge flushing conditions, for each one of them.

The tests results introducing Air Admittance Valves (AAV's) and a comparison with typical building drainage system tests, shown that Air Admittance Valves (AAV's) could be used to substitute a conventional vent system, with advantage, in the prototype conditions.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito internacional a busca da qualidade e da racionalização tem levado à criação de alternativas tecnológicas em diversos segmentos da Construção Civil, notadamente nos Sistemas Prediais, onde o desenvolvimento de novos sistemas e dispositivos visa obter economia tanto na implantação quanto na utilização dos mesmos bem como a conservação e uso racional dos recursos hídricos disponíveis, que hoje se constituem em preocupação mundial. Os Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários (SPES), pela sua importância nas atividades humanas, tem sido alvo de pesquisas para desenvolvimento de dispositivos e sistemas alternativos que permitam reduzir seus custos de instalação e manutenção, sem prejuízo do seu desempenho.

Os Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários convencionais são constituídos por dois subsistemas distintos de tubulações interligadas que possuem diferentes funções, quais sejam, o subsistema de coleta e transporte e o subsistema de ventilação.

Pesquisas tem sido desenvolvidas no sentido de reduzir ou até mesmo eliminar as tubulações componentes da ventilação secundária nos Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários, pela adoção de dispositivos de admissão de ar, que em determinadas condições podem vir a substituí-los. As Válvulas de Admissão de Ar (VAA) são dispositivos cuja aplicação pode propiciar a redução e simplificação dos custos de construção.

Dentro deste contexto, no presente trabalho pretende-se avaliar o uso de Válvulas de Admissão de Ar (VAA) em substituição ao subsistema de ventilação secundária em edifícios de até 05 pavimentos, do ponto de vista do comportamento hidráulico-pneumático do sistema predial de esgotos sanitários.

2. OBJETIVOS

A elaboração do presente trabalho tem como objetivos avaliar o desempenho do subsistema de ventilação com Válvulas de Admissão de Ar (VAA's) e comparar os resultados com os obtidos em um subsistema de ventilação convencional, em uso no Brasil, quando da substituição do subsistema de ventilação secundária por Válvulas de Admissão de Ar (VAA), em edifícios de até cinco pavimentos, como segue:

- (a) Análise dos resultados obtidos nos ensaios realizados com subsistemas de ventilação dotados de Válvulas de Admissão de Ar (VAA's) para cada uma das configurações de instalação das VAA's, com vistas à avaliação do comportamento do Sistema Predial de Esgotos Sanitários;
- (b) Análise Comparativa dos resultados obtidos nos ensaios realizados no protótipo de Sistema Predial de Esgotos Sanitários dotado de subsistema de ventilação convencional, para as três tipologias estudadas por SANTOS(1998) com aqueles verificados nos ensaios realizados no protótipo de Sistema Predial de Esgotos Sanitários dotado de subsistemas de ventilação por VAA's, para as diversas configurações de distribuição estudadas no presente trabalho.

3. VÁLVULAS DE ADMISSÃO DE AR

As Válvulas de Admissão de Ar (VVA's) são dispositivos cuja finalidade principal é minimizar a variação das pressões pneumáticas atuantes em um sistema predial de esgotos sanitários, devidas ao escoamento gerado pela utilização dos aparelhos nele instalados. Constituem-se basicamente de dispositivos que em presença de pressões negativas (depressões), se abrem permitindo o ingresso de ar no sistema e conduzindo à redução destas pressões pneumáticas. Atuam abrindo e fechando um diafragma, sempre que as pressões negativas aumentam em função do escoamento dos aparelhos, permitindo a entrada de ar exterior para o interior do sistema até que as pressões sejam reduzidas, de modo a impedir o rompimento dos fechos hídricos quando então retorna à posição fechada impedindo que o ar interior alcance o meio ambiente.

No mercado encontram-se disponíveis diversas marcas de Válvulas de Admissão de Ar, as produzidas pela STUDOR, OSMAVENT, AYRLETT, DURGO, e OATEY, entre outras, apresentando denominações variadas, como Maxi-Vent®, Mini-Vent®, Osmavent 110, Osmavent 40, Ayrlett™ e Sure-Vent™, cujo princípio de funcionamento e características gerais são semelhantes, variando apenas sua procedência e as suas dimensões. Para a realização deste trabalho foram utilizadas as VAA's produzidas pela STUDOR, quais sejam, MAXI-VENT® e MINI-VENT®.

4. PESQUISA EXPERIMENTAL

Na Torre do Laboratório de Sistemas Prediais (LSP) da EPUSP foi instalado um protótipo de Sistema Predial de Esgotos Sanitários (SPES), cujas características de montagem proporcionaram flexibilidade para conexão e remoção de ramais e dispositivos, possibilitando a materialização das diversas tipologias de SPES's e configurações de subsistemas de ventilação com VAA's. Para os subsistemas de ventilação com VAA's foram concebidas cinco configurações de instalação de VAA's para ventilação do protótipo de SPES denominadas por letras maiúsculas de **A** até **E**. Antes da montagem de cada uma das configurações foram removidos os ramais e a coluna de ventilação do protótipo, isto é sua ventilação secundária convencional. A configuração **A** foi obtida com a instalação de uma VAA no prolongamento do tubo de queda. Para a configuração **B** manteve-se a VAA instalada no prolongamento do tubo de queda e instalou-se uma VAA junto à entrada de cada ramal de descarga no tubo de queda, em cada um dos cinco pavimentos do protótipo. Já a configuração **C** foi obtida pela instalação de VAA's em pavimentos alternados, isto é, foram instaladas VAA's no 6º, 4º e 2º pavimentos e mantida a VAA no prolongamento do tubo de queda. Para a configuração **D** foi mantida instalação das VAA's em pavimentos alternados e removida a VAA instalada no prolongamento do tubo de queda. Finalmente foram instaladas VAA's junto à entrada dos ramais de descarga no tubo de queda em todos os pavimentos, constituindo a Configuração **E**. A figura 03 apresenta corte esquemático do SPES com os pontos de observação e as posições de instalação das VAA's.

De modo a permitir a comparação entre o desempenho dos subsistemas de ventilação convencional com o dos subsistemas de ventilação com VAA's, foram utilizados os resultados obtidos por SANTOS(1998) nas tipologias SPES 1, SPES 2, e SPES 3, que representavam três subsistemas de ventilação convencional. A tipologia SPES 3 dispunha de subsistema de ventilação primária e secundária, através de tubo ventilador primário, coluna de ventilação e ramais de ventilação. Já a tipologia SPES 2 também dispunha de subsistema de ventilação primária e secundária, porém através de tubo ventilador primário e coluna de ventilação. Finalmente a tipologia SPES 1 dispunha apenas de ventilação primária, isto é através do prolongamento do tubo de queda. Como

pode-se perceber as três tipologias concebidas apresentam subsistemas de ventilação convencional, que vão sendo reduzidos de modo a permitir o estudo do comportamento do SPES submetido a diferentes condições de ventilação.

Os pontos de tomadas de dados foram distribuídos em regiões do SPES onde se pretendia obter informações sobre os parâmetros de interesse para a análise pretendida, que são as pressões negativas (depressões) desenvolvidas ao longo do tubo de queda, a variação da altura dos fechos hídricos das bacias sanitárias e caixas sifonadas e a vazão média das descargas. Os pontos para medição das depressões desenvolvidas no sistema foram instalados no ramal de descarga da bacia sanitária próximo à sua junção com o tubo de queda, enquanto os pontos de medição das variações de altura de fechos hídricos foram instalados nas bacias sanitárias e caixas sifonadas, permitindo obter os níveis iniciais e finais durante os ensaios.

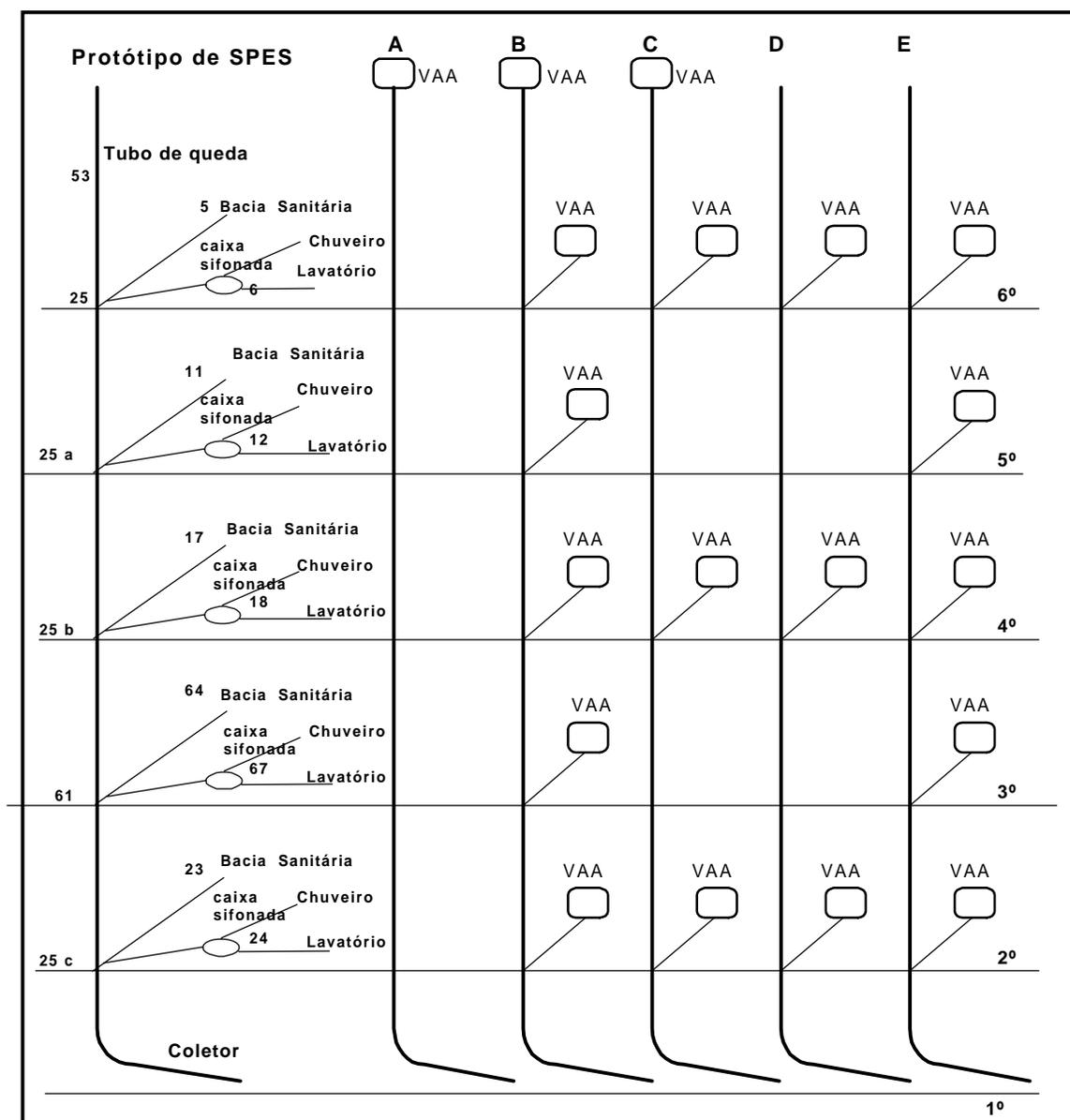


Figura 01 – Pontos de Observação e Posição das VAA's em cada Configuração

Os ensaios foram desenvolvidos com a descarga simultânea dos três últimos pavimentos (6°, 5° e 4°), tendo sido executados no mínimo quatro testes (repetições) para cada um, para todas as configurações de instalação de VAA's apresentadas.

Para a obtenção dos dados foram desenvolvidos dois sistemas, o de instrumentação e o de aquisição de dados. O sistema de instrumentação contava com transdutores de pressão, circuitos amplificadores e hidrômetros. Os transdutores de pressão e circuitos amplificadores mediam as pressões desenvolvidas no interior das tubulações, as variações da altura dos fechos hídricos, e as descargas das bacias sanitárias, enquanto os hidrômetros mediam as vazões dos chuveiros e lavatórios. O sistema de aquisição de dados dispunha de um microcomputador dotado de uma placa de aquisição de dados, e de um programa de análise e gerenciamento dos ensaios (Dasylab), que estavam conectados a uma placa de interface analógica.

5. RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS

A análise dos resultados obtidos nos ensaios foi subdividida em três etapas distintas. Primeiro foram analisadas as pressões negativas (depressões) desenvolvidas ao longo do tubo de queda, em seguida o comportamento dos fechos hídricos das bacias sanitárias e caixas sifonadas, e por fim foram comparados os desempenhos apresentados pelas cinco configurações de subsistema de ventilação com VAA's. Após tal análise serão comparados tais resultados com aqueles obtidos nas tipologias convencionais, conforme os objetivos apresentados anteriormente.

Para cada ponto de medição foram registradas as variações da pressão pneumática em intervalos de centésimos de segundo durante o escoamento, em quatro repetições para cada ensaio. A média das máximas pressões pneumáticas registradas ao longo do tubo de queda nos experimentos, é apresentada na tabela 01.

Tabela 01 –Máximas Pressões Pneumáticas desenvolvidas no Tubo de Queda

Ponto N°	Localização	Máximas Pressões Pneumáticas (mmca)				
		Configurações de subsistema de ventilação com VAA's				
		A	B	C	D	E
53	T.Q.	-11,35	-8,92	-9,67	-18,64	-5,70
25	6°	-18,80	-10,35	-18,09	-19,57	-11,25
25a	5°	-21,53	-20,79	-23,64	-20,68	-15,40
25b	4°	-23,30	-21,95	-27,85	-28,19	19,40
61	3°	-4,17	-3,37	-1,07	-3,10	-4,18
25c	2°	8,12	8,84	10,26	12,71	7,12

Deve ser ressaltado também o fato de que a máxima depressão observada foi de -28,19 mm.c.a. , e que esta ocorreu para a configuração **D**, que é aquela que apresenta a menor quantidade de VAA's instaladas no subsistema de ventilação. Considerando que o limite admitido para depressões pela literatura é de -37,5 mm.c.a. e que segundo GRAÇA (1985) tal limite pode variar em função das características do SPES em estudo, podendo

assumir valores maiores de depressões sem prejuízo do desempenho do sistema, observa-se que o comportamento do subsistema de ventilação com VAA's foi satisfatório quanto à sua função de atenuar as pressões negativas (depressões), geradas pelo acionamento de aparelhos do sistema, para o protótipo de SPES em estudo.

O comportamento dos fechos hídricos das bacias sanitárias e das caixas sifonadas foi analisado pelos resultados obtidos nos pontos de medição nelas instalados, que permitiam obter as variações de altura registradas durante os ensaios. A tabela 02 apresenta as perdas registradas nas alturas dos fechos hídricos das bacias sanitárias e caixas sifonadas, para cada uma das configurações ensaiadas.

Tabela 02 - Perda de Altura dos Fechos Hídricos

Perda de altura dos Fechos Hídricos					
(mm)					
Pontos Observados	Configurações de subsistemas de ventilação com VAA's				
	A	B	C	D	E
Bacia - 6° 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caixa - 6° 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bacia - 5° 11	0,70	0,72	1,02	1,86	0,00
Caixa - 5° 12	0,74	0,83	1,13	1,67	0,28
Bacia - 4° 17	1,00	0,99	2,64	4,98	0,66
Caixa - 4° 18	0,97	1,46	2,24	2,66	1,13
Bacia - 3° 64	0,41	0,36	2,86	3,98	0,41
Caixa - 3° 67	0,31	0,51	2,08	2,59	0,31
Bacia - 2° 23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caixa - 2° 24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Cabe ressaltar que as perdas de altura de fechos hídricos constantes da tabela acima somente foram registradas pela alta sensibilidade dos sistemas de instrumentação e coleta de dados utilizados, pois realmente podem ser consideradas desprezíveis, em face dos limites admissíveis de 25,0 mm e 30,0 mm respectivamente para bacias sanitárias e caixas sifonadas.

Em face dos resultados obtidos observa-se que para as condições do protótipo de SPES (edifício de 5 pavimentos) e para vazão de trabalho de 2,6 l/s, todas as configurações de subsistema de ventilação com VAA's permitiram o desenvolvimento de pressões negativas (depressões) máximas aceitáveis e proporcionaram a estabilidade da altura dos fechos hídricos.

6. COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS OBTIDOS COM VAA's E COM TIPOLOGIAS DE VENTILAÇÃO CONVENCIONAIS

Inicialmente pretende-se comparar o desempenho das configurações de instalação de VAA's com o desempenho das tipologias de SPES convencionais, no tocante às pressões negativas registradas ao longo do tubo de queda. A tabela 03 apresenta os resumo das máximas depressões registradas para cada uma das configurações e tipologias.

Observa-se que tanto para as tipologias de SPES, quanto para as configurações de instalação de VAA's, as maiores depressões sempre ocorreram no ponto situado no 4º pavimento, salvo para a tipologia SPES 3, onde foi registrada a máxima depressão no nível do 6º pavimento. É importante verificar que as depressões máximas registradas para as configurações de instalação das VAA's foram superiores em todos os casos, à depressão máxima registrada na tipologia SPES 3. Porém tal fato não inviabiliza o uso de VAA's em substituição ao subsistema de ventilação convencional que constitui a tipologia SPES 3.

Quanto ao comportamento dos fechos hídricos, quando se compara os resultados deste trabalho com os resultados obtidos para as tipologias convencionais, observa-se que a maior perda de altura do fecho hídrico ocorreu na bacia do 4º pavimento, tanto para a configuração D quanto para a tipologia SPES 1, sendo seus valores respectivamente -4,98 mm e -20,26 mm, que nem sequer se aproximam do limite admissível.

Tabela 03 - Resumo das Máximas Depressões Registradas

R e s u m o d a s D e p r e s s õ e s M á x i m a s R e g i s t r a d a s		
T i p o s d e V e n t i l a ç ã o	D e p r e s s õ e s M á x i m a s (m m . c . a)	P a v i m e n t o d a o c o r r ê n c i a
T i p o l o g i a s *		
S P E S 1 *	- 2 4 , 3 7	4 °
S P E S 2 *	- 2 3 , 5 5	4 °
S P E S 3 *	- 1 3 , 3 3	6 °
C o n f i g u r a ç õ e s		
A	- 2 3 , 3 0	4 °
B	- 2 1 , 9 5	4 °
C	- 2 7 , 8 5	4 °
D	- 2 8 , 1 9	4 °
E	- 1 9 , 4 0	4 °

* Dados obtidos por SANTOS (1998)

7. CONCLUSÕES

Dentro deste contexto pode-se salientar as seguintes conclusões:

- Para as condições do protótipo, todas as configurações de subsistemas de ventilação com Válvulas de Admissão de Ar (VAA) mantiveram a magnitude das pressões negativas (depressões) dentro dos limites admissíveis, e a integridade dos fechos hídricos foi preservada, sendo bastante reduzida a perda de altura observada;

- As duas configurações de subsistema de ventilação com VAA's instaladas de forma descontínua (**C** e **D**), apresentaram as maiores magnitude de depressões ao longo do tubo de queda e as maiores perdas de alturas dos fechos hídricos registradas. Nestes casos as depressões máximas desenvolvidas foram 36% superiores à média das depressões máximas observadas para as configurações com instalação de forma contínua (**E** e **B**) e 20% superiores à configuração com uma única VVA (**A**). Desta forma torna-se menos indicado adotar estas configurações (**C** e **D**) em substituição aos subsistemas convencionais;
- As configurações de subsistema de ventilação (**B**) (VAA's instaladas de forma contínua) e (**A**) (com uma única VAA no prolongamento do tubo de queda), apresentaram quanto às máximas depressões registradas, desempenho bastante superior em relação às tipologias de SPES dotadas de tubo de queda único e de coluna de ventilação. Quando comparadas com a tipologia dotada de coluna e ramais de ventilação, registraram depressões maiores que as registradas pelo subsistema de ventilação convencional, porém deve-se salientar que não houve comprometimento do sistema;
- A configuração de subsistema de ventilação com VAA's instaladas de forma contínua (**E**), isto é, com a instalação de uma VAA por pavimento, apresentou o melhor desempenho, tendo sido registradas as menores depressões e perdas de altura de fechos hídricos tão reduzidas que podem ser consideradas quase que inexistentes. Quando comparada à configuração de subsistema de ventilação com VAA's dotada de uma única VAA no prolongamento do tubo de queda apresenta valores de depressões máximas e perdas de fechos hídricos, levemente menores. Quando comparada com o subsistema de ventilação convencional dotado de coluna de ventilação reduziu em 18% a depressão máxima desenvolvida, e quando comparada com tubo de queda único reduziu em 21% a depressão máxima registrada. Desta forma para as condições do protótipo, pode-se indicar esta configuração como sendo a melhor para substituir o subsistema de ventilação convencional.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ERICSON, S. **Air Admittance Valves for drainage systems: Standards and Regulations**, In: Proceedings of the CIB Comission W62 Symposium Yokohama, 1997. 18pg.
- FERNANDES, V. M. C. **Influência do Uso de Dispositivos de Admissão de Ar no Comportamento Hidráulico-Pneumático dos Sistemas Prediais de Coleta de Esgotos Sanitários Residenciais**. PCC – EPUSP, São Paulo, 1993.
- GRAÇA, M. E. A. **Formulação de Modelo para Avaliação das Condições Determinantes da Necessidade de Ventilação Secundária em Sistemas Prediais de Coleta de Esgotos Sanitários**. PCC- EPUSP, São Paulo, 1985.
- MASINI, H. **Avaliação do Uso de Válvulas de Admissão de Ar em Substituição ao Subsistema de Ventilação Convencional em Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários**. PCC – EPUSP, São Paulo, 1999.
- SANTOS, D. C. **Contribuições para Estruturação de Modelo Aberto para o Dimensionamento Otimizado do Sistema Predial de Esgotos Sanitários**. PCC-EPUSP. São Paulo, 1998.