



**III ENCONTRO NACIONAL  
I ENCONTRO LATINO-AMERICANO**

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

**QUALIDADE DO AR NO INTERIOR DO EDIFÍCIO E O PROJETO DE  
ARQUITETURA**

Marcia de Andrade Sena Souza, Arquiteta, Especialista Conforto Ambiental  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/ Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rua Salvador Pires, 85/305-Meier-RJ, CEP 20775-030  
Tel: (021)593-8008/ 5982348

Liana De Ranieri, Arquiteta, Doutora em Engenharia de Produção  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Tel: (021) 270-2112(r: 2737)

**RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo conscientizar os profissionais ligados ao projeto e à manutenção dos edifícios, sobre a importância de promover a Qualidade do Ar no Interior dos mesmos. Discute a ocorrência do problema através da avaliação de um edifício de uso público, onde funciona um centro de pesquisas. Propõe alternativas visando minimizar o problema, utilizando ações de emergência e da implantação de Programas de Preservação da Qualidade do Ar Interior. Para os futuros edifícios, apresenta uma metodologia de abordagem da questão desde a etapa de levantamento de dados até a execução da obra.

**ABSTRACT**

The objective of this work is to awaken the professionals related to the project and maintenance of the buildings, about the importance to achieve Indoor Air Quality in buildings. It discusses the occurrence of the problem through the evaluation of a public building- where is installed a research center. Alternatives are proposed aiming to minimize the problem, using emergency actions and the implementation of an Indoor Air Quality Preservation Program. For futures buildings, it presents an approaching methodology of the subject since the initial fase of the project until his construction.

**PALAVRAS CHAVE**

Qualidade do ar interior; conservação de energia; usuário, projeto de arquitetura.

## INTRODUÇÃO

A visão cartesiana da sociedade ocidental, associada ao seu desenvolvimento tecnológico, vem desencadeando sérios problemas ao meio ambiente na medida que este não é observado como um todo, e que o ser humano dissocia sua própria existência da Natureza. Suas necessidades básicas são assim, por vezes, negligenciadas.

Respirar é uma das necessidades básicas do ser humano e, no entanto, condições ambientais satisfatórias à manutenção desta função não vêm sendo mantidas no interior dos edifícios, e como consequência, têm desencadeado uma série de problemas respiratórios, sobretudo nas edificações situadas nos grandes centros urbanos.

No interior de um espaço construído, o ar terá características bem mais específicas resultantes das condicionantes do espaço arquitetônico (sejam elas a função e o uso, a forma, a volumetria, as condições de ventilação, os materiais utilizados, as técnicas construtivas, imobiliário, os equipamentos, a implantação no terreno, o número de usuários e o seu metabolismo). A sinergia destas características do espaço interno com o ar exterior que vai circular pelo interior dos edifícios vai dar origem às condições do ar no seu interior. (Souza, 1994)

Desde a década de setenta, com a crise mundial de energia, e dentro do contexto arquitetônico dos edifícios envidraçados, a tentativa de reduzir o consumo de energia nestes edifícios tem sido feita através de programas com este objetivo, cujas ações sobre os sistemas de condicionamento de ar dos edifícios visam normalmente a redução das taxas de renovação.

Isso incrementa os problemas de Qualidade do Ar Interior (QAI) e tem contribuído para maior incidência da Síndrome do Edifício Doente. Os Sistemas de Condicionamento de Ar que até então vem sendo projetados considerando o metabolismo humano como única fonte poluidora, já não correspondem à realidade e, tendo a sua taxa de renovação de ar reduzida comprometem cada vez mais a saúde do usuário.

A carência de pesquisas priorizando o uso de técnicas naturais de aclimação para edifícios tem contribuído para aumentar o consumo de energia, além de ser responsável pela importação de um modelo arquitetônico não condizente com a realidade brasileira.

### O AR NO INTERIOR DO EDIFÍCIO:

A composição do ar interior, sendo estabelecido seu estudo conforme o procedimento mencionado, pode ser definida em três etapas:

- 1) Ar exterior considerado no ponto onde ocorre a tomada de ar para o sistema de ventilação no interior;
- 2) O ar observado no momento em que passa através do sistema de ventilação, e por consequência sofre a sua interferência ;
- 3) O ar já dentro do edifício, quando sofre modificações em função da sua estrutura física entrando em sinergia com os poluentes do ar interior.

O ar exterior, puro, ao nível do mar, é composto de aproximadamente 21% de Oxigênio, 78% de Nitrogênio, 0,03% a 0,04% de Dióxido de Carbono, gases inertes, e vapor d'água, carregados de partículas sólidas chamadas de "impurezas permanentes da atmosfera", produzidas por erupções

vulcânicas, descargas elétricas durante tempestades, e erosão de rochas e outros fenômenos naturais (Givone, 1972).

A composição do ar pode ser alterada acidentalmente ou deliberadamente. Estas alterações são causadas pela poluição, assim como por processos de purificação.

A concentração ou dispersão dos poluentes nas regiões onde são lançados, a despeito de sua fonte, dependem:

- da topografia que facilita ou não o livre fluxo dos poluentes através das várias regiões;
- da vegetação, conforme a distribuição desta no entorno;
- das condições climáticas;
- do regime de ventos.

O ar ao passar pelo sistema de ventilação sofre influência:

- do tipo de sistema adotado para ventilar o edifício (ventilação natural ou condicionamento artificial);
- dos elementos que compõem sem este sistema de ventilação.

Já no interior do edifício sofre a influência da:

- posição da entrada de ar em função do fluxo do mesmo;
- taxa de renovação atentando para : o volume de ar do ambiente interior, as atividades desenvolvidas neste ambiente, o número de ocupantes e a ocorrência de fontes poluidoras no mesmo (observar materiais de acabamento, equipamentos, mobiliário).

Neste trabalho são considerados os poluentes químicos relacionados pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1987).

São considerados os seguintes poluentes biológicos: bactérias, fungus, vírus, grãos de pólen, partes de plantas, algas, insetos, e seus dejetos orgânicos. (Godish- 1991)

## **ESTUDO DE CASO:**

A escolha de um edifício onde deve ser implantado um Programa de Conservação de Energia, resultou, do fato de ser esse um momento propício para uma avaliação pós-ocupação em QAI, tendo em vista a previsão de modificações no seu sistema de ventilação, visando redução de consumo de energia.

A pesquisa foi desenvolvida em uma área crítica, do edifício em relação aos problemas de QAI, numa fase anterior à adoção do Programa, identificada após a análise do Projeto de Arquitetura, do Projeto do Sistema de Ventilação e de entrevistas com alguns funcionários do serviço de manutenção do edifício.

Identificada a área crítica, o procedimento adotado para desenvolver a avaliação foi: entrevistas com os usuários do edifício; entrevista com funcionários ligados à saúde e manutenção do edifício; levantamento das atividades desenvolvidas no edifício; análise cuidadosa do edifício em uso (interface usuário/ edifício).

Esta investigação visou obter dados relativos ao conforto e saúde dos usuários, bem como identificar as possíveis fontes poluidoras.

Foi observada a relação usuário/edifício/sistema de ventilação, através de entrevistas realizadas com 52 funcionários que trabalham na área em estudo.

Foram identificadas algumas queixas dos usuários em relação à saúde e ao conforto no interior do edifício, bem como algumas fontes de poluição do ar interior.

A constatação da ocorrência da Síndrome do Edifício Doente resultou de terem sido identificados elementos que a caracterizam no edifício em estudo. Dos 52 entrevistados, 38 usuários queixaram-se do desconforto causado pelo descontrole da temperatura, conforme mostra a tabela 1. Além disso, 21 pessoas apresentaram patologias como a irritação nos olhos, nariz, garganta e congestão nasal, superando a taxa de 20% que caracteriza a ocorrência da Síndrome (Bevirt, 1992.)

Do grupo de entrevistados 9 são do sexo feminino e os demais do sexo masculino.

A região delimitada pelo “fan coil” 003 consta, em sua maioria, de ambientes destinados a laboratórios, o que caracteriza espaços com população dividida em dois grupos: os fixos, que trabalham toda a sua jornada nestes ambientes e os temporários que são os funcionários que podem estar desempenhando tarefas nestes ambientes, em função de atividades específicas que estejam desenvolvendo.

**TABELA 1. Distribuição dos funcionários entrevistados por faixa etária.**

	Menos de 20	de 20 à 30	de 30 à 40	de 40 à 50	TOTAL
<b>ENTREVISTADOS</b>	2	20	22	8	52
<b>FUMANTES</b>	0	0	6	3	9
<b>ALÉRGICOS</b>	2	6	9	2	19
<b>IRRITAÇÃO NOS OLHOS</b>	1	1	2	0	4
<b>IRRITAÇÃO NO NARIZ</b>	0	2	0	1	3
<b>IRRITAÇÃO NA GARGANTA</b>	1	4	3	1	9
<b>CONGESTIONAMENTO NASAL</b>	1	3	1	2	7
<b>POEIRA ENTRANDO PELO SISTEMA</b>	0	2	1	1	0
<b>DESCONFORTO P/ TEMPERATURA</b>	2	15	18	3	38

Especialmente os técnicos e os engenheiros de bancada permanecem cerca de oito horas nestes ambientes; já os demais podem ali estar em períodos que variam de duas a quatro horas.

Para esses casos foi considerada a situação do período da entrevista, e o caráter de permanência foi definido conforme o especificado abaixo: Permanecem de 0 à 2 horas: 2 pessoas de 2 à 4 horas: 16 pessoas de 4 a 8 horas: 34 pessoas.

Como principais fontes poluidoras do ar interior ao edifício foram identificadas:

- 1) Sistema de condicionamento de ar;
- 2) Ambientes acarpetados;
- 3) Insuflamento de ar vedado;
- 4) Comunicação entre ambientes de FACs diferentes;
- 5) Existência de máquinas copadoras na área estudada;

- 6) Posição do insuflamento de ar proveniente do sistema de condicionamento (difusores) em relação à localização dos funcionários;
- 7) Presença de fumantes;
- 8) Dutos com proliferação de fungos no seu revestimento exterior;
- 9) Sistema de exaustão confinado entre o telhado e a laje do edifício;
- 10) Corredores de serviço recebendo ar de retorno;
- 11) Laboratório fotográfico;
- 12) Laboratório de Propriedades Elétricas e Magnéticas;
- 13) Laboratório de Cromatografia;
- 14) Laboratório de Análise Química;
- 15) Laboratório de Ensaio de Corrosão.

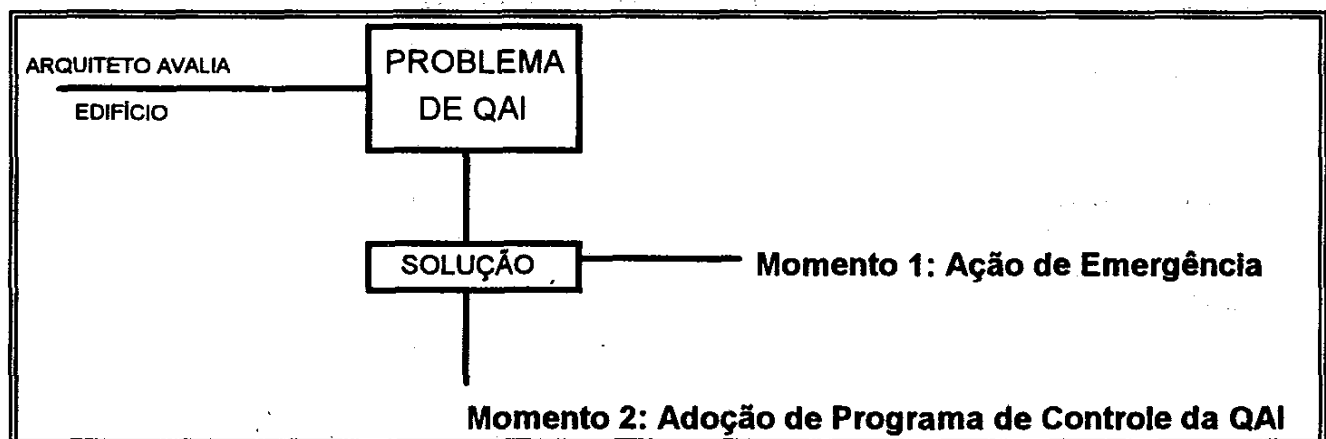
Do item 13 ao 15, os laboratórios representam fontes de poluição em função da mistura do ar dos vários ambientes. Em alguns experimentos, os odores provenientes de substâncias utilizadas nestes locais são percebidos em vários pontos do edifício.

Analisando as considerações levantadas nesta pesquisa é possível perceber que existem problemas de QAI, e que estes ocorrem em duas circunstâncias distintas onde a questão pode ser tratada: Nos edifícios já existentes e que já apresentam problemas de QAI (Qualidade do Ar Interior) Nos edifícios a serem projetados, como medida preventiva.

#### **METODOLOGIA PARA ABORDAGEM DA QUALIDADE DO AR INTERIOR:**

Metodologia para abordagem da QAI em edifícios em uso. Quando um problema de QAI é constatado em um edifício, alguns procedimentos devem ser adotados para a identificação da origem do problema:

- 1) Deve ser avaliado o ar exterior. Estudos sobre a qualidade deste ar, as fontes de poluição do ar exterior, o regime de ventos dominantes, sua velocidade e frequência, além do estudo da área de influência.
- 2) Análise do Sistema de Ventilação observando: características do Projeto Original; operação do Sistema; manutenção do Sistema.
- 3) Análise do Projeto de Arquitetura, observando: fluxos de ar no interior do edifício; Fontes de poluição do ar interior;



**FIGURA 2. Etapas para solução do problema.**

Identificadas as fontes poluidoras, a proposta divide-se em duas etapas (figura 2):

- Utilização de uma "Ação de Emergência" que se caracteriza pela adoção de medidas saneadoras dos problemas das fontes já evidenciadas na avaliação do edifício;
- Adoção de um Programa de Preservação da Qualidade do Ar Interior, com o compromisso de que, a partir da sua implantação, todos os usuários do edifício em suas atividades observem os processos que ocorrem no mesmo, avaliando a origem e o destino do ar.

Características básicas da "Ação de Emergência": quando a fonte for o ar exterior:

-para edifícios ventilados naturalmente: estudar utilização de Paisagismo que melhore as condições do ar no sítio; estudar utilização de esquadrias mais adequada à região; verificar se orientação das aberturas está adequada ao comportamento dos ventos da região em relação à poluição; prever manutenção adequada para os arredores do edifício, e para as esquadrias, evitando acúmulo de partículas sobre as mesmas.

- para edifícios aclimatados artificialmente: investigar filtros adequados para serem utilizados no sistema; verificar posicionamento das tomadas de ar exterior.

Características da "Ação de Emergência": quando a fonte for o Sistema de Ventilação:

-estudar possibilidade de troca de sistema;

- promover uma readequação do mesmo, melhorando seu funcionamento e trocando equipamentos cuja substituição seja necessária, desenvolvendo em paralelo uma manutenção no edifício, revendo seus processos de limpeza, treinando equipe de faxina e manutenção de equipamentos, e submetendo usuários a exame clínico e laboratorial, se necessário, para investigar problemas no Aparelho Respiratório e tratá-los.

Características da "Ação de Emergência" quando a fonte for o ar interior:

- observar as obstruções ao fluxo do ar e removê-las;

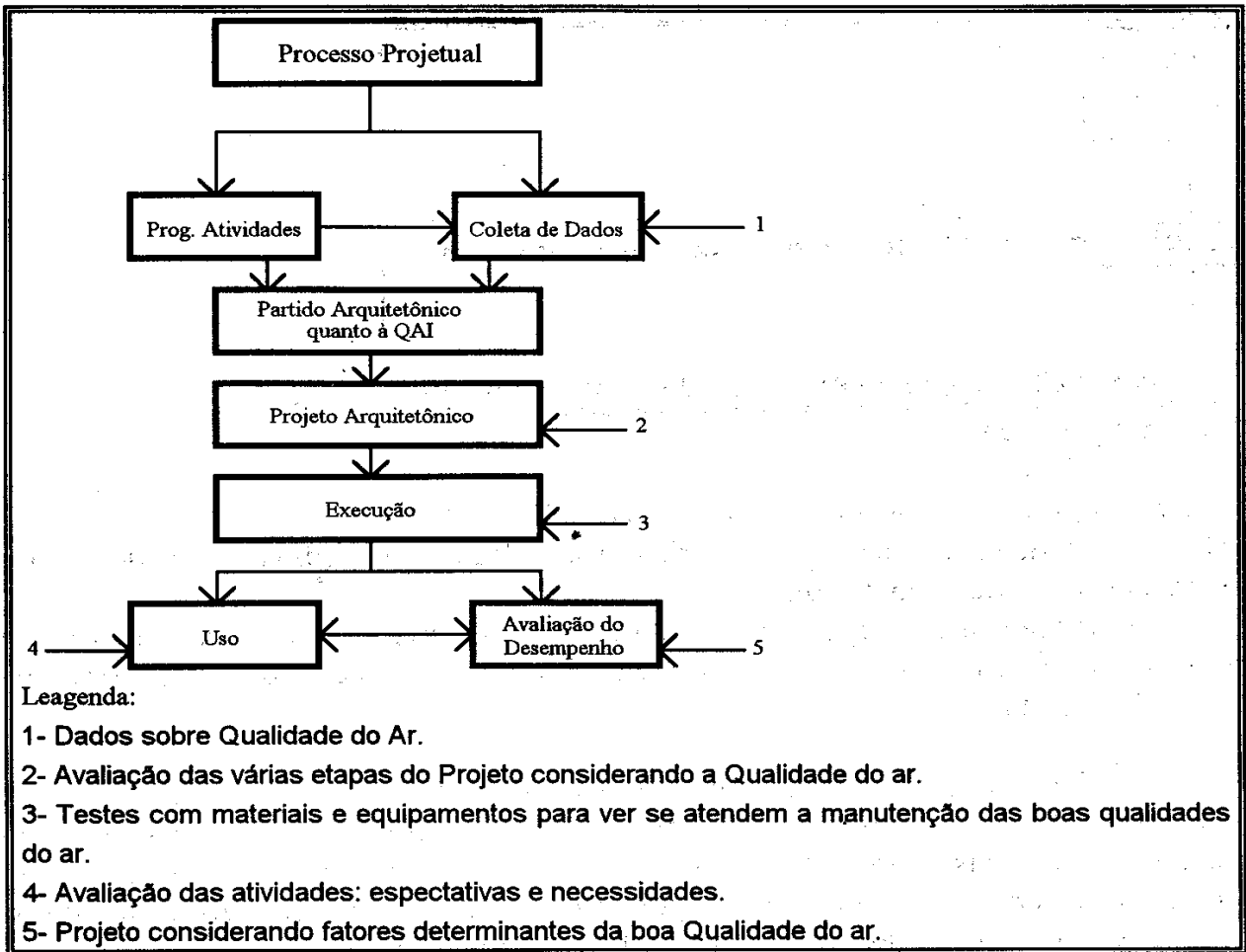
- Analisar as fontes poluidoras e tratá-las conforme cada caso ( ventilá-las, removê-las ou isolá-las)

Adotadas essas modificações, submeter o edifício ao Programa de Controle da QAI.

Ao longo do desenvolvimento do Estudo de Caso foi possível perceber que o problema da QAI pode ser gerado em várias instâncias, desde ações isoladas associadas a atividades de rotina do setor técnico até ações do setor administrativo e do setor de manutenção, sem as devidas interações entre as partes.

Assim, a idéia de desenvolver um Programa como este visa basicamente a atingir todas as instâncias de uso e operação dos edifícios, norteando-as com uma filosofia de controle da QAI, cujos procedimentos inicialmente demandarão tempo de cada parte envolvida, mas que logo podem ser incorporadas à rotina de cada atividade.

No Projeto de Arquitetura. Esta metodologia pretende apontar, dentro das várias etapas de desenvolvimento do projeto de arquitetura os pontos, principais a serem observados a fim de evitar que sejam adotadas medidas de projeto que possam comprometer a boa qualidade do mesmo. (figura 1)



**FIGURA1. Etapas de desenvolvimento de projeto, execução e uso de um edifício.**

Ao longo das etapas de desenvolvimento do processo projetual, atenção deve ser dada à questão da QAI como fator determinante do projeto, impedindo com isso a geração de fontes poluidoras em decorrência das decisões de projeto.

## CONCLUSÃO

É fundamental para a garantia da QAI dos edifícios que sejam adotadas avaliações pós-ocupação visando a investigar a ocorrência de problemas desta natureza nos edifícios existentes. Estas ações devem ser seguidas de outras visando ao restabelecimento e à preservação da QAI. Para os futuros edifícios, a QAI deve ser considerada como um dos fatores determinantes do projeto de arquitetura, revelando os indicadores da geração de fontes e eliminando-os ainda em fase de projeto. Adotar medidas de conservação de energia respeitando a QAI garante maior eficiência ao edifício e conforto aos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

(1) BEVIRT, W.David- “Sick Building Syndrom”- Smacna Director Rescarch -Tucson-Arizona-USA-III COMBRAVA- 1992- SaoPaulo.

- (2) **FANGER**, P.O. – “*Designing for a Good Air Quality and in Air Conditioned Buildings*”-III COMBRAVA- 1992 – São Paulo.
- (3) **GIVONE**, B – “*Man, Climate and Architecture*”- Applied Science Publishers Ltd - Londres - 1976.
- (4) **GODISH**, Thad –“*Indoor Air Pollution Control*”- Lewis Publishers. - 1989.
- (5) **SOUZA**, Marcia de Andrade Sena, **RANIERI**, Liana. "*Considerações Preliminares sobre a Qualidade do Ar no interior do Edifício e o Projeto de Arquitetura*". Anais do I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais. Vol.II. pp 439- 452. COPPE/UFRJ Rio de Janeiro.1993.