

EDNA FLORENTINO

**QUALIDADE DO AR INTERNO DO EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM NITERÓI -RIO DE
JANEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, com requisito parcial para obtenção grau de mestre. Área de Concentração: Engenharia Civil.

Orientadora : Prof.^a ANA LÚCIA TORRES SEROA DA MOTTA, Ph. D

Niterói

2006

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF

F633 Florentino, Edna.

Qualidade do ar interno do edifício residencial em Niterói –
Rio de Janeiro / Edna Florentino. – Niterói, RJ : [s.n.], 2006.

139 f.

Orientador: Ana Lúcia Torres Seroa da Motta.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade
Federal Fluminense, 2006.

1. Edificações. 2. Edifício residencial. 3. Poluente
atmosférico. 4. Qualidade do ar. 5. Desenvolvimento
sustentável. I. Título.

CDD 692.5

EDNA FLORENTINO

**QUALIDADE DO AR INTERNO DO EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM NITERÓI -RIO DE
JANEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, com requisito parcial para obtenção grau de mestre. Área de Concentração: Engenharia Civil.

Aprovada em 22 de dezembro de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a . ANA LÚCIA TORRES SEROA DA MOTTA Ph.D – orientadora
Universidade Federal Fluminense

Prof . FERNANDO BENEDICTO MAINIER D.Sc
Universidade Federal Fluminense

Prof.. NISIO DE CARVALHO LOBO BRUM D.Sc
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Niterói

2006

Dedico este trabalho aos meus filhos

Davi (11) e Júlia (7)

minha grande motivação.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho somente foi possível graças a colaboração de pessoas, professores e instituições. Como acredito serem muitos, vou enumerar, mas corro o risco de esquecer alguém. Se isto ocorrer com o caro leitor, inclua-se nesta lista também.

À minha estimada orientadora Ana Lúcia Torres Serôa da Motta, por todos os momentos de audiência e ensinamento.

À professora da UFF, Cláudia Gentil, pela sua imprescindível ajuda para efetivação dos testes no edifício.

À Prefeitura de Niterói, funcionários do setor de Arquivo de plantas, e colegas arquitetos da Secretaria de Urbanismo (Luis Fernando Valverde, Mônica Campos, Carlos Alberto Peres Krykhtine, e Vitor Amaral (estagiário), etc.

Aos professores da UFF, responsáveis pela minha formação acadêmica de graduação e pós-graduação.

Aos amigos do curso de mestrado em Engenharia Civil que em particular ofereceram apoio: Luciane Monteiro, André Valladão, Ulisses Magoulas, dentre outros.

Aos moradores dos apartamentos analisados por terem permitido a realização das medições.

À FIRJAN, pelo fornecimento do equipamento de medição e pela presença e participação do engenheiro de segurança, Javier Enrique Prieto Rugeles.

À UFF, ao Departamento de Arquitetura, pela permissão para o afastamento de minhas atividades como professora para efetivar o aprimoramento profissional.

Á minha família, que de longe ou de perto, enviou apoio e estímulo.

Aos meus filhos, que tiveram por mim , muito amor e uma espera paciente.

"Fácil é sempre ver as faltas alheias, difícil é ver as próprias.

Espalhamos as faltas alheias como a palha do trigo ao vento, mas as nossas, ao contrário, as dissimulamos, como, no jogo, um astuto trapaceiro dissimula sua fraude”.

BUDA

RESUMO

Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica sobre a “Qualidade do Ar”, descreve sobre os contaminantes, os danos causados à saúde. Estuda as normas para controle da qualidade do ar no espaço interior e como a legislação urbanística pode interferir na produção de edifícios. Estuda os edifícios residenciais de Niterói – Rio de Janeiro, do ponto de vista da existência de poluentes no ar interior e descreve sobre a relevância de se entender os mecanismos e as ações que os ocupantes podem realizar para reduzir ou até mesmo, eliminar, esses contaminantes que normalmente se avolumam em ambientes fechados. A metodologia inclui a investigação da qualidade do ar no interior de banheiros. Medições da temperatura e dos gases CO, H₂S, O₂ foram realizadas nos ambientes internos de banheiros com duas soluções diferenciadas em relação à ventilação, natural ou não, sendo um com janela e outro ventilado por rebaixo, porém sem janela. Foram aplicados questionários sobre a manutenção e limpeza dos ambientes analisados para complementar as conclusões. O edifício estudo de caso situado em Icaraí, Niterói, devido a situação particular descrita, não permitiu a comprovação da hipótese inicial de que um ambiente com ventilação natural, com janela, contenha melhores condições de qualidade ambiental que um ambiente sem janela. Finalmente, imagina-se que os dados da pesquisa científica bem como o desenvolvimento de uma metodologia de análise possam contribuir para outras pesquisas e acrescentar informações relevantes a serem usadas no Código de Obras de Niterói onde o tema QAI (qualidade do ar de interior) seja considerado nas restrições feitas, fazendo da “Sustentabilidade” um fato real aplicado, básico para a manutenção da saúde da edificação e dos seus usuários.

Palavras – chave: qualidade do ar interno; poluentes atmosféricos; edifício residencial; CO; H₂S; O₂.

ABSTRACT

It presents a bibliographic revision on “Air Quality”, describes the contagions, the damages caused to health. It studies the regulations to control air quality inside places and how the urban legislation can interfere in the constructions. It studies Niterói's residential buildings – Rio de Janeiro, in the point of view of the existence of inside air pollution and describes the importance of understanding the mechanisms and the actions that the residents are able to do in order to reduce, or even eliminate, these contagions that usually increase in closed places. The methodology includes the investigation of air quality in the bathrooms. Temperature and CO, H₂S; O₂ gases measuring were taken in the bathrooms with two distinct solutions in terms of ventilation, natural or not, one with a window and the other, although without a window, under ventilated. Questionnaires about the places maintenance and cleaning were made to complete the conclusions. The building studied, situated in Icaraí, Niterói, due to the particular situation described, didn't allow the corroboration of the initial proposal which stated that a place under natural ventilation, with a window, has better environment quality conditions than a place without a window. Finally, it is thought that the information of the scientific research and the development of an analysis methodology may contribute to other researches and increase important information to be used in the Niterói's Construction Code where the subject “inside air quality” would be considered in its limits. Moreover, it would make the “Sustainability” a real fact applied, basic to the maintenance of health in the buildings and its residents.

Key-words : Indoor air quality; pollution; CO, H₂S; O₂ ; residential building.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Reportagem sobre mortes provocadas pelo CO.....	36
Figura 02 – Planta Residência período colonial (Fonte: REIS FILHO).....	94
Figura 03 - Corte transversal lote urbano – Residência período colonial .	94
Figura 04 ---- Planta – Baixa Residência com banheiro (Fonte: REIS FILHO)	96
Figura 05 – Planta –baixa sem escala apartamento / solução típica de banheiros ventilados por exaustão mecânica.	99
Figura 06 - Planta –baixa sem escala apartamento / solução típica de banheiros ventilados naturalmente.	100
Figura 07- Planta –baixa sem escala apartamento / solução típica de banheiros ventilados por rebaixo .	101
Figura 08- Tempo de permanência das pessoas nos ambientes do apartamento.....	106
Figura 09 - Distribuição da Concentração de aerodispersóides, da temperatura e da umidade relativa em 24 horas para o dormitório do apartamento.....	116
Figura 10 – Porcentagem de tempo de medição em que a concentração média em massa de aerodispersóides ficou acima de $80\mu/m^3$, para as atividades realizadas no apartamento.	118
Figura 11- Distribuição da concentração de aerodispersóides, da temperatura e da umidade relativa em 24 horas para o banheiro do apartamento	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 01– Poluentes do ar de interiores e respectivas fontes de emissão interna e externa Fonte: EPA (2002).....	32
Tabela 02 – Alguns compostos orgânicos voláteis e suas fontes mais importantes.....	43
Tabela 03 - Lar ecológico – Limpeza sem contaminação.	72
Tabela 04 - produzida pelo autor através da comparação de dados com tabela anterior.	73
Tabela 05 - Dimensionamento de prismas (PUR – 2002).....	91
Tabela 06 – Dados / observação direta do pesquisador do apartamento 01	107
Tabela 07 – dados da observação do pesquisador	108
Tabela 08 –Dados da entrevista ao morador / usuário.....	108
Tabela 09 - medições do equipamento	109
Tabela 10 – Dados / observação direta do pesquisador do apartamento 02.....	109
Tabela 11 –Dados da observação do pesquisador	110
Tabela 12 –Dados da entrevista ao morador / usuário.....	110
Tabela 13 - medições do equipamento	111
Tabela 14 – Dados / observação direta do pesquisador do apartamento 03.....	111
Tabela 15 –Dados da observação do pesquisador	112
Tabela 16 - Dados da entrevista ao morador / usuário	112
Tabela 17 - medições do equipamento	113
Tabela 18 - medições na Garagem no pavimento de acesso	113

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia

EUA- Estados Unidos da América

OMS- Organização Mundial Da Saúde

QAI- qualidade do ar de interior

O₂- oxigênio

CO- monóxido de carbono

H₂S- sulfeto de hidrogênio

NO- óxido de nitrogênio

NO₂- dióxido de nitrogênio

CO₂- dióxido de carbono

SO₂- dióxido de enxofre

NH₃-amônia

O₃-ozônio

EPA- Environment Protection Agency

ACGIH- American Conference of Governmental Industrial

ASBAI- Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia

ALAAH- American Lung Association Health House

ASHRAE- American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers

ABRAVA- Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

ANVISA- Agência Vigilância Sanitária

OSHA- Occupational Safety Health Administration

SED- síndrome do edifício doente

SBS- sick building syndrome

BRI- building Related Illness

COV- compostos orgânicos voláteis

COSVs- Compostos orgânicos semi-voláteis

TLV- threshold limit

RIP- Regulamento de instalações prediais de gás canalizado

CEG- Companhia Estadual de Gás do Rio de Janeiro

MPT- matéria particulada total

MPI- matéria particulada inalável

INCA- Instituto Nacional do Câncer

SUS- Sistema Único de Saúde

FIOCRUZ- Fundação Oswaldo Cruz

FEEMA- Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

SISNAMA- Sistema Nacional de Meio Ambiente

MS- Ministério da Saúde

MP10- material particulado menor que 10 μ m

PTS- partículas totais em suspensão

CD- cota de densidade

PMOC- Plano de Manutenção, Operação e Controle

ppm- uma parte de gás para um milhão de partes de ar

mg/m³- mg de gás por m³ de ar

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	11
SUMÁRIO.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Apresentação	16
1.2 Objetivos.....	18
1.3 Justificativas	19
1.4 Hipótese.....	21
1.5 Metodologia.....	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 Qualidade do ar.....	23
2.1.1 Qualidade do ar interno	26
2.1.2 Métodos para avaliação de poluentes no ar interior	28
2.2 Contaminação química, biológica e física - poluentes, fontes e indicadores	30
2.3 Fontes químicas - gases e vapores.....	32
2.3.1 Oxigênio (O ₂).....	32
2.3.2 Sulfeto de hidrogênio (H ₂ S)	33
2.3.3 Monóxido de carbono (CO).....	34
2.3.4 Dióxido de carbono (CO ₂).....	37
2.3.5 Monóxido e dióxido de nitrogênio (NO e NO ₂).....	39
2.3.6 Dióxido de enxofre (SO ₂).....	40
2.3.7 Amônia (NH ₃)	41
2.3.8 Compostos orgânicos.....	42
2.4 Fontes biológicas	44
2.5 Fontes físicas	48
2.5.1 Matéria Particulada.....	48
2.6 Usuários e ocupantes do edifício	49
2.7 Outros poluentes	51
2.7.1 Radônio.....	51
2.7.2 Asbesto (amianto).....	52

2.8	Ventilação.....	54
2.8.1	Sistemas de ar condicionado.....	57
2.8.2	Sistemas de ventilação natural.....	58
2.8.3	Sistema de ventilação exaustora.....	59
2.9	Qualidade do ar de interiores no brasil.....	60
2.9.1	Legislação Nacional.....	65
2.9.1.1	Controle da Qualidade meio externo.....	65
2.9.1.2	Ambiente interno.....	66
2.10	Limpeza química do lar --- Impactos sobre a Saúde Humana.....	70
2.10.1	Sobre o Cloro :.....	74
2.10.2	Sobre o Formol.....	76
2.10.3	Sobre o Benzeno.....	79
2.11	Qualidade do ar nos sanitários residenciais.....	82
2.11.1	As atividades – costumes e decorrências.....	83
2.11.2	O risco ambiental proveniente dos materiais de revestimento das superfícies e dos equipamentos sanitários.....	84
2.11.3	Referenciais para a ventilação e renovação do ar.....	85
3	NITERÓI NO CONTEXTO DA “SUSTENTABILIDADE”.....	87
3.1	Legislação urbanística vigente.....	89
3.1.1	Breve histórico do planejamento e dos planos da cidade.....	89
3.1.2	Análise dos parâmetros urbanísticos – Região das Praias da Baia.....	90
4	ALCOVAS E BANHEIROS -- SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS.....	93
4.1	Soluções atuais para ventilação de banheiros nos edifícios residenciais.....	97
4.1.1	Banheiros ventilados por exaustão mecânica.....	99
4.1.2	Banheiros ventilados por janela.....	100
4.1.3	Banheiros ventilados por rebaixo.....	101
4.1.4	Banheiros ventilados por prismas e banheiros ventilados por poços.....	102
5	METODOLOGIA.....	103
5.1	Localização e medições.....	104
5.2	Resultados e discussões.....	107
5.2.1	Resultados - Apartamento 01.....	107
5.2.2	Resultados - Apartamento 02.....	109
5.2.3	Resultados - Apartamento 03.....	111
5.2.4	Resultados das medições na Garagem no pavimento de acesso.....	113
5.3	Dificuldades encontradas.....	114
5.4	Discussão dos resultados.....	115
5.4.1	Medições do equipamento.....	115
5.4.2	Entrevistas.....	115
6	CONCLUSÕES DOS TESTES.....	120
7	CONCLUSÕES FINAIS.....	122
7.1	Propostas para trabalhos futuros.....	123
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
	ANEXOS.....	130
	ANEXO A.....	131
	ANEXO B.....	135

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A qualidade ambiental dos espaços edificados tornou-se motivo de preocupação social, não apenas como objeto de estudo e pesquisa da comunidade científica, mas também entre os cidadãos através da difusão de matérias sobre o tema nos meios de comunicação como a televisão e os jornais. Cresce a consciência de que existe correlação entre problemas de saúde das pessoas e aspectos das realizações, hábitos e costumes que traduzem a procura de construção e manutenção da vitalidade, econômica e social da sociedade.

Algumas manifestações são facilmente percebidas, como os efeitos da poluição decorrente do uso intensivo de veículos no transporte urbano. Outras começam a adquirir notoriedade, como os “edifícios doentes”. São, normalmente, espaços edificados voltados para uso administrativo, comercial e de serviços, caracterizados por uma busca na eficiência de utilização do espaço edificado com adequados níveis de conforto que remetem ao condicionamento do ar, a iluminação artificial e ao uso de equipamentos e revestimentos executados com materiais sintéticos. Paradoxalmente, apresentam problemas para a saúde dos usuários.

A qualidade ambiental dos espaços edificados voltados para o uso residencial também deve ser estudada, pois neles a população passa considerável tempo de suas vidas, quando não envolvidas em outros aspectos da vida social.

Este trabalho pretende abordar a qualidade ambiental desta categoria de espaços edificados, particularmente daqueles realizados dentro do universo formal da sociedade, o que implica subordinação aos requisitos da legislação urbanística e às demandas da produção do mercado imobiliário.

Esta restrição se impõe levando-se em consideração que uma parcela significativamente crescente dos espaços edificados, voltados para a moradia na cidade, ocorre na informalidade. Marcados por uma utilização máxima do espaço disponível, realizados à margem de ordenações legais e freqüentemente com desconhecimento dos efeitos ambientais adversos decorrentes desta prática, como as limitações de ventilação dos ambientes que repercutem em alta incidência de doenças respiratórias na população destas comunidades.

O espaço residencial nas grandes cidades tem se caracterizado por verticalização e uma procura de otimização dos recursos econômicos disponíveis, traduzindo-se em redução das áreas úteis das unidades residenciais e, em contrapartida, aumento de serviços e equipamentos de lazer nas áreas comuns. Esta tendência privilegia o projeto de edifícios com lâminas residenciais descoladas das divisas laterais, diferente do que ocorreu na primeira fase da verticalização dos edifícios, onde prevalecia o modelo de colar nas divisas laterais e a utilização de prismas internos para permitir a ventilação e iluminação dos ambientes.

Esta nova tipologia resulta em que apenas as fachadas possam ser utilizadas para iluminar e ventilar os ambientes, o núcleo do volume sendo ocupado por circulações horizontais e verticais. Mantidas as prioridades de abrir para o exterior os compartimentos ditos de “uso prolongado”, como salas e quartos, assim como cozinhas e áreas de serviço, para as fachadas, os sanitários tendem a ter seus posicionamentos relegados para o interior do volume, sem contato direto com o exterior. Neste caso, quando utilizado, a ventilação ocorre através de dutos e ventiladores.

A antiga restrição dos consumidores a esta modalidade de ventilação tende a ser suplantada pela constatação que ela tornou-se solução hegemônica nos lançamentos recentes e que estes, se têm este “problema”, também possuem atrativos, como a citada oferta de serviços comunitários, além de permitirem a aquisição dos imóveis dentro das restrições financeiras predominantes.

Esta realidade de solução interiorizada dos sanitários despertou para a relevância de esclarecer a questão da qualidade do ar neste tipo de ambiente, objeto de estudo e investigação deste trabalho, visando criar conhecimento sobre o assunto que permita julgar de forma adequada às várias maneiras através das quais é resolvido enquanto espaço edificado assim como indicar diretrizes para soluções de qualidade.

1.2 OBJETIVOS

Gerais :

Pretende-se analisar os edifícios residenciais do ponto de vista da existência de poluentes no ar interior e a relevância de se entender os mecanismos e as ações que os ocupantes podem realizar para reduzir ou até mesmo, eliminar, esses contaminantes que normalmente se avolumam em ambientes fechados.

“Muitas vezes a causa de algumas dores de cabeça ou alergias podem estar relacionadas com os materiais dos quais a casa fora construída ou mesmo do próprio mobiliário (BUENO, 1995)”.

Tem-se a intenção de contribuir para a reciclagem em profissionais de projeto e obra : para que arquitetos e engenheiros introduzam mudanças na elaboração de projetos, apresentando edifícios com possibilidade de receber certificação de garantia, tal como ocorre nos países europeus, EUA e Japão, onde se exige um estudo de viabilidade ambiental de uma edificação, analisando a sua demanda de energia. Assim como os aparelhos eletrodomésticos recebem etiqueta do INMETRO, seria oportuno o mesmo sistema em edificações, levando conseqüentemente as empresas a se adequarem à nova realidade.

Chegando enfim a clientela final, os habitantes e usuários dos edifícios, que vivem no interior dessas edificações e estão sujeitos às conseqüências desse convívio, em alguns casos contribuindo negativamente para o bem estar dos mesmos, inclusive alterando significativamente a sua saúde.

Específicos :

Investigar se as soluções arquitetônicas que adotam a ventilação de ambientes através de rebaixos, ou seja, por outros ambientes (como os banheiros de edifícios), influenciam na qualidade do ar resultante Realizar medições da qualidade do ar no interior de banheiros de edifícios residenciais, ventilados através de :

1- Janelas ou básculas

2- Outros ambientes, pelo rebaixo do teto

1.3 JUSTIFICATIVAS

A solução arquitetônica adotada para o edifício resulta da combinação de diversos fatores tais como a legislação urbanística, o terreno, o entorno, a forma, a solução volumétrica, o projeto, a orientação solar, a orientação em relação aos ventos, a solução estrutural, a linguagem, os materiais de acabamento, etc.

O edifício, objeto que finaliza esse conjunto, nem sempre possui uma solução satisfatória no que diz respeito ao conforto ambiental, à economia de energia e aos elementos responsáveis pela sua sustentabilidade, considerando os conceitos atuais adotados em relação à construção sustentável.

Uma obra sustentável é avaliada pela capacidade de responder positivamente aos desafios ambientais de sua sociedade. A casa sustentável é aquela que usa recursos naturais passivos, design que promova o conforto na habitação, materiais que não comprometam o meio ambiente e a saúde de seus usuários, atenua os problemas e necessidades geradas pela sua implantação (consumo de água e energia) e é uma referência de bem-estar para seus ocupantes.

Boa parte dos conceitos de arquitetura sustentável é discutida dentro da temática Conforto Ambiental, onde ensinam a considerar aspectos como ventos dominantes, insolação, características do entorno e uso dado à edificação antes de definir posicionamento no lote, espessura das paredes, dimensão das aberturas ou materiais que serão empregados.

Não é um fato constante nos projetos de edifícios residenciais, foco desta pesquisa, a aplicação direta dos conhecimentos que privilegiam uma série de conceitos ligados às aberturas de vãos, dimensionamentos de espaços, proporções ideais para ventilar e iluminar naturalmente os ambientes, dentre outros aspectos.

Dentre outros aspectos, os projetos são resultado das pressões feitas pelo mercado imobiliário para colocar um programa complexo num determinado terreno (relativamente pequeno), com um determinado valor imobiliário, dentro da área urbana. Os espaços para viver estão reduzidos em salas, quartos, cozinhas e banheiros com dimensões mínimas, janelas mínimas (quando existem), contribuindo de forma negativa para as trocas de ar necessárias nestes ambientes e influenciando a qualidade do ar no ambiente interno.

A legislação municipal é o instrumento que permite controlar este processo. No contexto em que projetos são aprovados com soluções de ventilação variadas, cabe indagar como é a qualidade do ar interior resultante.

A OMS realizou um estudo sistemático publicado em junho deste ano sobre a relação entre os riscos ambientais evitáveis e o surgimento de doenças e ferimentos. Cerca de 25% das doenças registradas em todo o mundo são causadas por fatores ambientais evitáveis, responsáveis por 13 milhões de mortes ao ano. Tais ameaças, que incluem água poluída, combustíveis perigosos, edifícios mal construídos e tráfego arriscado são a causa de um terço das mortes nos países em desenvolvimento. Prevenir riscos ambientais pode salvar até 4 milhões de vidas por ano, a maioria em países em desenvolvimento.

A qualidade do ar exterior e a qualidade do ar interior são fatores causadores de infecções respiratórias. Contribuem também o fumo, o uso de combustíveis, as condições de moradia e as possibilidades de higiene (OMS).

Cerca de 40% das mortes por malária e uma estimativa de 94% das mortes por diarreia --duas das maiores causadoras de mortes de crianças em idade escolar-- poderiam ser evitadas com um melhor gerenciamento ambiental, segundo a OMS. Além da diarreia e da malária, os outros dois principais problemas sanitários influenciados pelo pobre investimento são infecções respiratórias e diversas formas de ferimentos acidentais.

O relatório cita um número infinito de doenças, tais como: a dengue, a malária, as infecções intestinais, a leishmaniose, as doenças sexualmente transmissíveis, as hepatites B e C, o HIV, a tuberculose, a desnutrição, o câncer do pulmão, o câncer estomacal, as desordens psíquicas (Alzheimer, Parkinson, esquizofrenia), depressão, insônia, retardo mental, epilepsia, pânico, cataratas, surdez, doenças cardiovasculares, asma, doenças musculares, artrite, osteoartrites, lesões por tráfego, envenenamento acidental (drogas, vapores tóxicos ou gases, substâncias químicas etc), incêndios, afogamentos, suicídio, violência entre pessoas, inatividade física, etc.

Indicando medidas em potencial para reduzir a ameaça, a OMS citou o armazenamento doméstico seguro da água e melhores medidas de higiene, bem como uma melhor administração dos recursos hídricos. Também é fundamental o uso de combustíveis mais limpos e seguros, o aumento da segurança no ambiente de construção e o uso e a administração mais criteriosos de substâncias tóxicas em casa e no ambiente de trabalho.

Segundo a agência das Nações Unidas, “o investimento criterioso para criar um ambiente adequado pode ser uma estratégia bem sucedida para implementar a saúde e atingir o desenvolvimento sustentável”.

1.4 HIPÓTESE

As novas soluções de tipologia construtiva para apartamentos no que diz respeito a solução das plantas de pavimento-tipo, em relação a localização, forma, dimensão dos ambientes, tipo de ventilação, orientação dos banheiros no interior da planta, repercutiu em mudanças no modo de vida das pessoas, na forma de manter e limpar os espaços, na forma de usar esses espaços, nos materiais de limpeza que tiveram uma grande inserção em número no mercado, o que podemos ver claramente nas prateleiras dos supermercados Mas essas mudanças trouxeram impactos na vida de cada um dos moradores dessas edificações podendo inclusive ter produzido alterações significativas na saúde dos mesmos.

A solução de banheiros situados no centro da planta baixa dos pavimentos-tipo, sem janelas voltadas para as fachadas, sem ventilação e iluminação diretas, sendo ventilados artificialmente por exaustores ou por rebaixos através de outros ambientes, configura elementos arquitetônicos novos quanto à qualidade do ar interna desses ambientes.

Sendo assim, neste trabalho levanta-se a hipótese de que um banheiro ventilado naturalmente possa conter melhores condições ambientais que um banheiro sem janelas, cuja ventilação é indireta e realizada através de rebaixo existente no teto do mesmo.

1.5 METODOLOGIA

A primeira parte desta pesquisa tem início com uma vasta leitura nas fontes existentes sobre o tema “Qualidade do ar de interior“ para tomar conhecimento sobre o assunto, conhecer a amplitude dos estudos no Brasil e no mundo Paralelamente, estudar a legislação urbanística de Niterói que regulamenta a construção de edifícios de uso residencial a fim de entender quais são os parâmetros que regulam esse tipo de construção que será focada nesta pesquisa.

Além desses estudos preliminares, escolheu-se uma edificação para estudo de caso Trata-se de um edifício residencial localizado em Icaraí, Niterói, situado na cidade onde a legislação urbanística foi objeto de revisão. Esta escolha está ligada a uma série de critérios que o edifício necessariamente precisava cumprir para que o estudo pudesse ser desenvolvido

no mesmo. Nele foram feitos testes e medições da QAI de alguns ambientes dos apartamentos (quartos, banheiros). O objetivo central dessas medições é a comprovação ou não da hipótese apresentada sobre a diferenciação da qualidade ambiental de ambientes fechados e abertos.

Nesta pesquisa serão analisados somente os edifícios de uso residencial, por sua importância social. Para complementar os dados relativos aos banheiros, questionários serão preenchidos pelo pesquisador a fim de esclarecer algumas informações a respeito dos produtos de limpeza usados na manutenção do ambiente, número de usuários, hábitos de higiene, materiais de acabamento e revestimento, mobiliário, tipo de exaustão (individual ou coletiva) e funcionamento do exaustor (automático ou manual), os materiais de acabamento, tintas, madeira, materiais de decoração, além dos produtos de limpeza, como detergentes, desodorizadores químicos, desinfetantes, os quais podem produzir contaminação no ar (BUENO, 1995).

Serão efetuadas medições dos gases O_2 , CO , H_2S e temperatura no interior de banheiros localizados num mesmo edifício, na mesma projeção vertical, nas duas situações de ventilação. O equipamento a ser utilizado chama-se MULTILOG 2000, trata-se de um detector de gases compacto portátil que simultaneamente pode medir até 04 gases de uma seleção de 09 gases tóxicos além de medir o percentual de oxigênio e a concentração de gases combustíveis. A tecnologia do Quest Multilog 2000 possui um sistema de sensores automáticos inteligentes, tais como: reconhecimento, alarme de ajuste de pontos, nível de calibração, ajuste de data e hora, informação de compensação de temperatura, dentre outros.

Este instrumento executa as medições com leitura direta dos gases em cada ambiente em cerca de cinco minutos. Esse aspecto facilita o seu uso em apartamentos, espaço privado, onde o tempo para o pesquisador é extremamente restrito, pois depende da disponibilidade do morador de receber a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUALIDADE DO AR

A vida urbana e sua evolução no Brasil determinaram algumas mudanças no modo de morar: das residências térreas e sobrados dos séculos XVIII e XIX até a implantação de edifícios no século XX, muitas transformações ocorreram. Em resposta a necessidade de concentração da população em áreas centrais das cidades, surge a verticalização permitida pelo avanço tecnológico, produzindo cada vez mais a redução dos espaços internos de moradia.

No século XXI, surgem os edifícios inteligentes, com tecnologias incorporadas para oferecer mais conforto e segurança. Mas, paralelo a isto as questões de saúde foram relacionadas com as condições internas e externas do ar, dando início aos estudos sobre a qualidade do ar. Este tema (“Indoor Air Quality“) está sendo discutido no Brasil a pouco mais de 10 anos e aproximadamente a 30 anos no restante do mundo. A Qualidade do Ar de Interiores (QAI) é uma ciência que reúne profissionais de áreas diversas com arquitetos, químicos, microbiologistas, engenheiros e toxicologistas. O trabalho conjunto e multidisciplinar se faz necessário no momento de se realizar diagnósticos e apresentar conclusivamente a origem dos problemas da QAI em uma determinada edificação.

Com a escassez de energia nos países desenvolvidos, como consequência da crise do petróleo da década de setenta que gerou a alta dos preços dos combustíveis, foi imprescindível conservar e racionalizar energia, principalmente em edificações de microclima artificial, com calefação (países de clima frio) e refrigeração. Para tanto surgem os edifícios com mais eficiência em relação à vedação térmica e por isso fechados, com poucas aberturas para ventilação. Esses ambientes, devido à baixa troca de ar interno/externo, acrescentando-se os diversos produtos presentes em seu interior, tais como forração, materiais de acabamento e

mobiliário os quais contém vários tipos de substâncias químicas, passaram a ter elevados níveis de poluentes e contaminação.

As pesquisas de Brickus (1999) do início da década de 80 apontam para o fato de que baixas taxas de troca de ar em recintos selados provocam um aumento na concentração de poluentes químicos e biológicos no ar. Outras pesquisas de mesma autoria indicam que o ar dentro de casa ou em outros lugares fechados pode estar mais poluído do que o ar externo das grandes cidades industrializadas.

As pesquisas de Motta (2002) sobre a qualidade do ar de interior num *shopping* com medições do índice de radônio também indicam o acúmulo de gases poluentes em ambientes fechados.

No sentido de combater o crescente custo de energia, houve uma redução da ventilação nas edificações com sistema de condicionamento de ar. A preocupação concentrou-se no controle da umidade e temperatura dentro do edifício, deixando outros parâmetros da QAI desconsiderados. Esse fato gerou um aumento significativo no número de queixas relacionadas com a qualidade do ar em ambientes fechados, principalmente em países localizados em clima frio. Conseqüentemente, os sintomas relacionados à qualidade do ar passaram a ser mais estudados e, atualmente, são conhecidos como Síndrome dos Edifícios Doentes (SED), a qual é reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) desde o início da década de 80. A SED resulta das baixas trocas de ar em ambientes fechados somada a presença de compostos orgânicos voláteis, liberados de materiais de construção, mobiliário e material de limpeza utilizados nesses locais.

De acordo com a OMS, os sintomas mais comuns de SED são irritação e obstrução nasal, desidratação e irritação da pele, irritação e secura na garganta e nas membranas dos olhos, dor de cabeça, letargia e cansaço generalizado levando à perda de concentração. Podem ser percebidos um ou mais sintomas, que geralmente desaparecem quando a pessoa permanece por um tempo longo fora desse ambiente.

Muitas pesquisas tem sido realizadas, principalmente no hemisfério norte, mas não se recomenda a simples comparação devido as diferenças climáticas, por exemplo nos EUA, clima temperado e do Brasil, climas tropical e subtropical, cuja diferença produz dinâmicas consideráveis dos poluentes atmosféricos .

No Brasil são poucos os registros relacionando QAI e SED. O fato do Brasil ter um clima subtropical não torna necessário o uso constante de sistemas de refrigeração e, menos ainda, de calefação. Devido a isso, muito pouco tem sido estudado nessa área. Porém, há uma tendência em construir prédios selados devido a vários fatores como estética, climatização e menor ruído, com isso, faz-se necessário um sistema de ar condicionado central. Alguns edifícios já estão sendo chamados de “doentes”, devido à péssima qualidade do ar em seus recintos. A SED ou “Sick Building Syndrome “ (SBS) é caracterizada por um estado doentio transitório dos usuários, já que os sintomas normalmente desaparecem quando as pessoas afetadas deixam o edifício. Sua origem está relacionada ao fato de que aqueles com manutenção inadequada de bandejas de recolhimento e sistemas de ventilação são fontes de microorganismos, conforme EPA (2004). São chamados de “doentes” aqueles nos quais uma porção significativa dos usuários, em torno de 20% apresentam uma série de sintomas, tais como: dor de cabeça, náuseas, cansaço, irritação dos olhos, nariz e garganta, falta de concentração, problemas de pele, dentre outros.

Segundo Hansen, 1991, apud Carmo, 1999, existem as doenças relacionadas com o edifício, identificadas por “Building Related Illness” (BRI) que estão relacionadas com infecção verdadeira, e não temporária, dos usuários pode ser detectada em laboratórios e é causada por vírus, bactérias e fungos.

Há uma diferença sutil entre os dois termos utilizados (SBS e BRI). Um edifício que possui a SBS não provoca doenças, ele colabora no sentido de agravar males de pessoas predispostas ou, como já mencionado, de provocar um estado doentio transitório em algumas pessoas. Uma pessoa asmática, por exemplo, ao entrar em um edifício doente, provavelmente sentirá uma irritação no sistema respiratório enquanto permanecer no local. Já os edifícios que possuam a BRI, podem provocar doenças, tais como: asma, infecções bacteriológicas, virais ou por fungos. Estas doenças estão diretamente relacionadas às condições do edifício. A diferença chave entre os dois termos acima citados é que os contaminantes específicos da SBS podem não ser conhecidos. Ela é diagnosticada quando as queixas e os sintomas estão claramente associados à ocupação do edifício, mas nenhum agente causador pode ser positivamente identificado. As queixas são freqüentemente resolvidas pelo aumento da ventilação, por um controle ou substituição mais efetivos das prováveis fontes de poluentes e pela melhoria da manutenção .

De acordo com a EPA , é possível evitar que a poluição interna do ar afete a saúde dos usuários. Fazendo necessário alguns passos que podem diminuir o número de faltas ao trabalho, as despesas com tratamento médico, além de aumentar a produtividade. Deve-se para tanto adotar um programa de monitoramento específico designado para inspecionar, analisar e avaliar o sistema de manejo do ar nos edifícios. Tal programa consiste, em inspecionar o projeto e as práticas de operação dos sistemas de ventilação, controlar as taxas de admissão de ar externo, variando-as conforme a necessidade e examinar periodicamente os sistemas de refrigeração, aquecimento e umidificação. Uma segunda etapa consistiria na coleta e análise das concentrações de gases nocivos em pontos específicos do edifício. A última fase consiste no monitoramento contínuo do que ocorre no mesmo, através da instalação de sensores fixos de gases, de inspeções e caminhadas de vistorias em intervalos de tempo pré-determinados, para fazer relatórios com metodologias, conclusões e recomendações.

A nossa atmosfera é constituída por nitrogênio (78%), oxigênio (20, 94%), argônio (0, 93%) e dióxido de carbono (0, 03%). Além destes outros gases em menor proporção, como o néon, hélio, metano, hidrogênio, xenônio e ozônio, entre outros. Possui também substâncias naturais e artificiais, como o clorofluorcarbonos.

Deve ser considerada como contribuinte da poluição do ar interno, a poluição atmosférica resultante das atividades humanas que estão ligadas aos hábitos, ao crescimento da população, ao desenvolvimento industrial e a maneira como gerenciam estes aspectos em relação a geração de poluentes.

2.1.1 Qualidade do ar interno

São inúmeras as fontes de poluentes em ambientes internos, além das atividades ocupacionais do próprio homem. Dentre os contaminantes usualmente monitorados estão o dióxido de carbono (CO₂), o monóxido de carbono (CO), amônia, óxido de enxofre e nitrogênio, os compostos orgânicos voláteis totais e especiados (COVsT e COV), os compostos orgânicos semi-voláteis (COSVs), matéria particulada, nicotina e microorganismos (Bricus, Carmo, 1999).

Podemos considerar como um ar interior de qualidade aceitável aquele *“ar que não contém poluentes em concentrações prejudiciais à saúde ou ao bem estar e é percebido por*

grande maioria (80% ou mais) das pessoas que acabam de entrar no recinto” (ABRAVA, 2003).

Esta definição considera critérios atuais nacionais e internacionais tais como a ASHRAE-2001 e a Resolução ANVISA- Agência de Vigilância Sanitária- de 2003, que também define na norma como qualidade do ar ambiental interior:

“Condição do ar ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial .”

Para se ter uma boa qualidade interior do ar é importante utilizar a ventilação para remover os poluentes existentes. A manutenção disto requer adequadas taxas de ventilação, de sistemas de automação predial e de um monitoramento contínuo das instalações.

A QAI resulta da combinação de fatores complexos e em constante transformação. Só é possível avaliar a QAI quando se compreende as fontes de emissão, a ventilação de cada ambiente e do edifício, os processos existentes para o transporte dos poluentes no interior da edificação.

De acordo com a EPA, as atividades dos homens concentram-se 90% do tempo em ambientes internos.

O crescimento das cidades ocasionou um uso intensivo da malha viária, com congestionamentos em horas de pico que contribuiu negativamente para a qualidade do ar urbano e conseqüentemente do ar interior, pois o mesmo provém do ar exterior .

Tanto a poluição do ar interno quanto os poluentes do ar externo são em conjunto agravantes para a saúde dos usuários de ambientes internos. Segundo Prado (2003), os poluentes do ar interno são gerados principalmente por:

- Fontes químicas: gases e vapores
- Fontes biológicas: ácaros, animais domésticos, insetos, fungos, bactérias e vírus
- Fontes físicas: material particulado (amianto e metal pesado) e campos eletromagnéticos .

Com certeza no Brasil há edifícios doentes ou que adoecem as pessoas (BUENO, 1995) e pesquisas devem ser desenvolvidas para que problemas relacionados à qualidade do

ar de interiores possam ser reconhecidos e minorados como, por exemplo, medições de poluentes e auditorias periódicas.

Tais edifícios doentes possuem problemas no seu ambiente interno. Como já citado anteriormente, a qualidade do ar desempenha papel importante neste processo. Contudo, as condições de conforto também devem ser levadas em consideração, já que calor ou frio excessivos, correntes de ar, umidade inadequada, vibrações, ruídos e luminosidade interagem entre si e colaboram para o aumento das queixas dos usuários.

2.1.2 Métodos para avaliação de poluentes no ar interior

A avaliação da qualidade do ar nos espaços através de processos experimentais, normalizados ou não, necessita se referenciar a padrões de valores que ilustrem os limites de exposição do ser humano a concentrações de elementos químicos e físicos presentes no ar onde que afetam a maioria das pessoas (80% ou mais é citado nos estudos), traduzidos em alterações do comportamento e do estado de saúde do organismo humano. Podendo ocorrer prejuízos funcionais, danos severos, crônicos, irreversíveis e letais.

Estas referências assumem a forma de conjuntos de dados e recomendações que podem ser estabelecidas e aplicadas de forma regional, inseridas dentro de dispositivos legais que tratam da saúde do trabalhador e das condições do meio ambiente, sendo principalmente criados através de instituições privadas ou governamentais que pesquisam e atualizam continuamente seus resultados. Tem o reconhecimento de referências válidas, aplicáveis quando não existem parâmetros oficiais, inseridas em referências regionais, utilizadas na confrontação com dados de outras origens e complementando informações omissas.

Referência deste tipo é a ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists, entidade privada formada por associados interessados na higiene industrial, na saúde ocupacional e segurança. Ela é constituída por comitês que estudam e criam referências sobre assuntos relacionados aos seus objetivos.

A atividade mais conhecida da organização é a investigação, recomendação e atualização anual dos limites de exposição humana às substâncias químicas e agentes físicos através dos TLV – Threshold Limits Values (Limites de Tolerância de Exposição), expressão criada em 1956, cujos resultados são expressos em relatórios divulgados anualmente, disponíveis mediante pagamento. Atualmente 642 substâncias químicas e agentes físicos são

informados assim como 38 BEI – Biological Exposure Índices. Eles refletem a opinião da comunidade científica que a exposição a valores menores ou iguais aos níveis ilustrados não criam risco de doença ou acidente.

A TLV é expressa através de três definições complementares sobre as características de exposição aos agentes químicos e físicos:

TLV-TWA Thereshold Limit – Time Weighted (Limite de exposição – Média Ponderada pelo Tempo): “é a concentração média ponderada pelo tempo para uma jornada de trabalho normal de 8 horas diárias e 40 horas semanais, a qual a maioria dos trabalhadores pode estar repetidamente exposta, dia após dia, sem sofrer efeitos adversos à saúde.”

TLV-STEL Thereshold Limit – Short Term Exposure Limit (Limite de Exposição de Curta Duração): “é a concentração a que os trabalhadores podem estar expostos continuamente por um período curto sem sofrer irritação, lesão tissular crônica ou irreversível ou narcose em grau suficiente para aumentar a predisposição a acidentes, impedir o auto-salvamento ou reduzir a eficiência no trabalho, cuidando-se para que o limite de exposição - média ponderada (TLV-TWA), não seja ultrapassada Um STEL é definido como uma exposição média ponderada pelo tempo durante 15 minutos que não pode ser excedida em nenhum momento da jornada de trabalho, mesmo que a concentração média ponderada para 8 horas esteja dentro dos limites de exposição acima de TLV-TWA. Exposições acima do TLV-TWA, mas abaixo do STEL, não podem ter duração superior a 15 minutos, nem se repetir mais de quatro vezes ao dia. Deve existir um intervalo mínimo de 60 minutos entre as exposições sucessivas nesta faixa. Pode-se recomendar um período médio, diferente dos 15 minutos, desde que garantido por observação dos efeitos biológicos. Em algumas situações poderá ser informado que o valor apresentado refere-se ao valor teto (TLV-C), cuja definição encontra-se a seguir ”

TLV–C Thereshold Limit Value – Ceiling (Limite de Exposição - Valor Teto): “é a concentração que não pode ser excedida durante nenhum momento da exposição do trabalhador”.

De acordo com a OPAS- Organização Pan-Americana de Saúde , o limite de tolerância ou TLV é um conceito importante para o direito trabalhista Através de estudos procurou-se estabelecer o limite compatível com a salubridade do ambiente em que vive o trabalhador, para as mais diversas substâncias O LT pode ser expresso em ppm (uma parte de gás para um

milhão de partes de ar) ou mg/m^3 (mg de gás por metro cúbico de ar). Portanto se o LT do gás CO for de 29 ppm, significa que em nenhum momento aquela substância deve ultrapassar 29 ppm no ambiente em que operários atuam por 48 horas semanais, de acordo com as normas nacionais (NR-15).

Outras instituições importantes que tem objetivos e atuações semelhantes são a OSHA – Occupational Safety & Health Administration, vinculada ao governo americano. Ela utiliza o PEL – Permissible Exposure Limits, com significado semelhante ao TLV da ACGIH, utilizando a mesma metodologia de referenciar os limites aos tempos de exposição, inter-relacionados. Ao contrário da ACGIH, cujos resultados devem ser adquiridos, a OSHA divulga publicamente seus resultados, com informações sobre os efeitos para a saúde de cada substância e métodos de análise.

No Brasil, podem ser citadas a NR-15, Norma Reguladora de Segurança do Trabalho, instrumento da legislação trabalhista do Brasil, com limites citados em seu anexo 11, a Resolução – RE nº 9 da ANVISA – Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, vinculada ao Ministério da Saúde, a recomendação normativa RE 02 – 2003, Sistemas de Condicionamento de Ar e Ventilação para Conforto, da ABRAVA.

Deve ser ressaltado que as informações contidas nas referências citadas estão voltadas principalmente para atender situações de trabalho próprias das atividades comerciais, administrativas e industriais, que tem padrões previsíveis de ocupação do tempo e de presença.

Quando se abordam os limites de tolerância nos espaços das habitações, se constata que existe uma grande variação nos tempos médios das atividades que ocorrem nos espaços residenciais, conforme os hábitos das pessoas.

2.2 CONTAMINAÇÃO QUÍMICA, BIOLÓGICA E FÍSICA - POLUENTES, FONTES E INDICADORES

De acordo com Brickus (1999) podem ser consideradas como fontes de poluição algumas tarefas desenvolvidas no interior de uma edificação, como varrer, cozinhar, pintar, e fumar, principalmente. As pessoas também contribuem para a poluição em ambientes fechados, com liberação de dióxido de carbono pela respiração ou substâncias químicas pela transpiração, além do transporte de fungos, bactérias, vírus e ácaros.

Nas atividades de limpeza são liberadas as partículas respiráveis e os COVs. Os materiais de construção e mobiliário liberam formaldeído, COVs e radônio. O funcionamento do fogão pode liberar NO_x, CO, e hidrocarbonetos gasosos. As superfícies úmidas fazem procriar os agentes biológicos que são poluentes. Da queima de combustíveis provém o CO, o NO₂, os COVs e os aldeídos, além de material particulado. Do ato de fumar, os poluentes são as partículas respiráveis, o CO, os COVs, a nicotina, os fenóis, as nitrosaminas, o NO₂.

Os indicadores mais comuns da QAI são: concentrações de contaminantes, velocidade de emissão das fontes, velocidade de ventilação do ar, odor e percepção sensorial, razão da concentração interna/externa e densidade ocupacional. Como nem sempre existe correlação entre os diferentes tipos de contaminantes, analisar simplesmente um poluente não pode servir para indicar globalmente o problema da QAI (BRICKUS, 1999).

Os poluentes podem ser químicos (CO, CO₂, NO_x, O₃, formaldeído, material particulado, fumo de tabaco, COV e COS-V) e biológicos

(bactérias, fungos, protozoários, vírus, algas, pólen, artrópodes, animais) ANVISA (2003).

Todos esses contaminantes do ar estão relacionados com efeitos danosos à saúde. Há portanto uma grande incerteza quanto ao período de exposição e concentração que realmente causam problemas à saúde, até porque cada ser humano responde de forma diferenciada à exposição aos poluentes. Algumas vezes o nível de contaminação é baixo e não oferece risco imediato à saúde, mas concentrações pequenas podem causar um efeito clínico em seres humanos, onde a exposição tenha sido regular. Chama-se este efeito de “sensibilidade química múltipla”, onde um determinado indivíduo é sensível a um número de substâncias em concentrações muito baixas. Outro aspecto da contaminação é o “sinergismo”, ou seja, a ação cooperativa de duas ou mais substâncias químicas de modo que o efeito é maior que a soma dos efeitos individuais destas. Algumas pesquisas ligam a presença da fumaça de tabaco unidos a concentrações baixas de formaldeído, como causadores da asma (BRICKUS e CARMO, 1999).

Tabela 01– Poluentes do ar de interiores e respectivas fontes de emissão interna e externa
 Fonte: EPA (2002)

**Tabela – Poluentes do ar de interiores e as respectivas fontes de emissão interna e externa.
 Fonte: EPA, 2002.**

Poluentes do ar	Fontes de Emissão
Fuligem de fumaça de cigarro	Acender ou fumar cigarros
Contaminação pela combustão	Fornalhas, geradores, aquecedores a gás ou querosene, produtos derivados do tabaco, ar externo, veículos
Contaminação biológica	Materiais molhados ou úmidos, ar-condicionado, umidificadores, manta de isolamento de dutos, respiros da tubulação de esgotos, excremento de pássaros, de baratas ou de roedores, odores do corpo
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	Pinturas, vernizes, solventes, pesticidas, adesivos, ceras, produtos de limpeza, lubrificantes, purificadores de ar, combustíveis, plásticos, copiadoras, impressoras, produtos derivados do tabaco, perfumes
Aldeídos	Chapas e compensados de madeira, aglomerados, carpetes de madeira, móveis, forros
Gases	Solo e rochas (radônio), ventilação da tubulação de esgoto, ralos com fecho hídrico seco, reservatórios subterrâneos com vazamento
Pesticidas	Termiticidas, inseticidas, rodenticidas, fungicidas, desinfetantes, herbicidas
Partículas e fibras	Impressoras, combustão em geral, ar externo, deterioração dos materiais, construção/reforma, limpeza, isolamento

2.3 FONTES QUÍMICAS - GASES E VAPORES

2.3.1 Oxigênio (O₂)

Na sua forma molecular, O₂, é um gás a temperatura ambiente, incolor, insípido, inodoro, comburente, mas não combustível e pouco solúvel em água. Existe, também, uma forma molecular formada por três átomos de oxigênio, O₃, denominada ozônio, cuja presença na atmosfera protege a Terra da incidência de radiação ultravioleta procedente do Sol .

Nas condições normais de pressão e temperatura o oxigênio se encontra no estado gasoso formando moléculas diatômicas de fórmula O₂. É formado durante a fotossíntese das plantas e, posteriormente utilizado pelos animais na respiração. O oxigênio líquido se obtém

usualmente a partir da destilação fracionada do ar líquido, junto com o nitrogênio. Reage praticamente com a totalidade dos metais, exceto com os metais nobres como ouro, platina e outros, provocando a corrosão.

Um ser humano pode viver sem alimentação durante semanas, ou sem água por vários dias, mas morrerá em poucos minutos sem oxigênio. A respiração introduz oxigênio no corpo e expõe gás carbônico e vapor d'água. Quando o O₂ chega nos pulmões se combina com a hemoglobina dos glóbulos vermelhos, que irão levá-lo para todo o corpo. No sentido oposto, a maior parte do gás carbônico produzida por processos metabólicos é absorvida pelos glóbulos vermelhos, transferida para um alvéolo nos pulmões e expelida.

A falta absoluta de oxigênio no ar é mortal ao organismo humano. À medida que aumenta sua concentração na atmosfera, as possibilidades de sobrevivência crescem, a partir de um certo momento cessa o perigo de vida e existem apenas sintomas de oxigenação deficiente. Ao continuar a subida da concentração, os níveis de oxigênio permitirão condições ótimas de metabolismo e, portanto de saúde. Este equilíbrio ocorre quando há 21% de oxigênio na atmosfera. O aumento da concentração desse gás não favorece ao ser humano. Se o oxigênio continuasse a aumentar na atmosfera, teríamos desconfortos no princípio, depois lesões pulmonares que se traduziriam em hemorragias fatais quando a concentração de oxigênio chegasse a 100 % .

Segundo a OSHA – Occupational Safety Health Administration (2004), os sintomas potenciais da ausência do oxigênio são tosse, vertigem, garganta dolorida e em altas concentrações, pode provocar perturbações visuais. Em concentrações de 100% por mais de 24 horas, os sintomas são de cansaço, fraqueza, dor nas juntas e nos músculos, palpitações, dores de cabeça, congestão nasal, náusea, vômito, perda de apetite. O organismo será afetado principalmente no sistema respiratório. Sendo assim o mínimo aceitável de oxigênio no ar é 19,5 %.

2.3.2 Sulfeto de hidrogênio (H₂S)

De acordo com a OSHA (2004), o gás sulfídrico também denominado sulfeto de hidrogênio ou ainda ácido sulfídrico, é um gás incolor de odor forte, tóxico, mais denso que o ar e tem como principal fonte a decomposição anaeróbica dos excrementos por bactérias.

Pode causar sérios danos à saúde humana e dos animais, estando relacionado á redução de desenvolvimento dos animais.

Percebido pelo olfato torna-se rapidamente fatigante, o indivíduo somente se sentirá melhor ao se afastar da presença contínua desse gás. Em contato com a pele ou olhos, ou mesmo inalado, poderá provocar sintomas tais como: irritação nos olhos, apnéia, disfunção do sistema respiratório, vertigens, dores de cabeça, cansaço, exaustão, insônia, distúrbios gástricos intestinais (OSHA, 2004).

Para a OSHA - Occupational Safety and Health Administration, seu limite de exposição máxima é de 20 ppm, se a exposição ocorrer por 8 horas seguidas, porém a exposição pode exceder 20 ppm até no máximo 50 ppm, num período de apenas 10 minutos.

Para a ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Higienists, o TLV, ou seja, o limite de exposição pode ser de 10 ppm para uma jornada de trabalho de 8 horas e 15 ppm, para um tempo de exposição de no máximo 15 minutos.

Para NIOSH- National Institute for Occupational Safety and Health, a concentração de 100 ppm oferece perigo à vida e não deve ser ultrapassada, podendo afetar o organismo em seu sistema respiratório e a visão.

2.3.3 Monóxido de carbono (CO)

Segundo a OSHA (2005), o monóxido de carbono é um gás incolor, inodoro e insípido. É um subproduto da combustão de materiais que contenham carbono em um local com deficiência de oxigênio (combustão incompleta). As principais fontes externas de CO são: exaustões de veículos automotores e processos industriais que envolvem a queima de combustíveis orgânicos.

Podemos considerar como fontes de CO para ambientes internos: Exaustões provenientes de veículos em garagens próximas a casa, aquecedores a gás ou a querosene não ventilados, chaminés e lareiras com vazamentos, aquecedores de água, fogões e quaisquer outros aparelhos em que haja combustão. Contudo, quando os aparelhos estão em boas condições de manutenção e sob utilização adequada produzem pouca quantidade deste gás ou em casos de chaminés e fogões, por exemplo, sua dispersão deve ser garantida por exaustores e dispositivos desse tipo, segundo o NIOSH (2005).

O limite recomendável de exposição de CO para NIOSH é de 35ppm (TWA), por 8h de jornada e 200ppm (ceiling), como limite máximo que não deve ser ultrapassado. Para a ACGIH, o limite é de 25ppm (TWA). Para entender as definições de “TWA e de ceiling” é preciso ver o item 2.1.2 onde os mesmos foram explicitados.

Em escritórios e edifícios comerciais, fontes importantes de produtos derivados da combustão incluem fumaça de cigarro e exaustões de veículos em garagens. Entradas de ar localizadas no nível do terreno ou próximas ao tráfego ou outras fontes podem espalhar os poluentes por todo o edifício através do sistema de ventilação (EPA).

É um gás venenoso por interferir na utilização do oxigênio pelo corpo. Quando inalado, o CO se combina, nos pulmões, com a hemoglobina do sangue. A hemoglobina, que constitui 95% do material dos glóbulos vermelhos, é formada pela heme, um pigmento rico em ferro e globina, que é uma proteína. A heme recolhe o oxigênio nos pulmões e se chegar perto de uma célula que precisa de oxigênio, ela o fornece. O monóxido de carbono tem capacidade de se combinar com a heme muito superior à aquela que teria com o oxigênio. Então se houver CO nos pulmões, o O₂ é vencido, na tentativa de ligar-se à heme. O CO forma um composto estável com a hemoglobina e a heme não consegue liberá-lo. Saturado de CO, o sangue deixa os órgãos do corpo desprovidos de oxigênio de que necessitam, causando assim o envenenamento por CO, que pode ser fatal (NIOSH).

Em níveis baixos o CO pode produzir sintomas não específicos, parecidos com a gripe. Sintomas como vertigens, dor de cabeça, náuseas, zumbido nos ouvidos, palpitação cardíaca e respiração irregular podem ocorrer para níveis de carboxihemoglobina entre 2 e 10%, para Brickus (1999). Em concentrações elevadas, a inalação do CO pode induzir inconsciência, danos ao sistema nervoso central e ao sistema circulatório. Uma exposição aguda pode ser fatal. Pessoas com asma, anemia ou doenças do coração são mais suscetíveis.

Níveis médios desse gás em casas variam de 0,5 a 5 ppm EPA (2001), sendo que próximo a fogões adequadamente ajustados estão freqüentemente entre 5 e 15 ppm e próximo àqueles desajustados podem ser tão altos quanto 30 ppm ou mais. O nível de concentração aceitável para uma exposição a curto prazo em residências conforme recomendação da Agência Canadense de Saúde, é igual a 11 ppm (permanência de 8 h por dia) ou menor que 25 ppm para uma hora de exposição.

A EPA propõe que a atenção ao uso, com a devida manutenção de aparelhos que utilizem combustão, seja a mais importante medida para reduzir o risco de envenenamento por monóxido de carbono em residências. Um detector de CO pode fornecer uma proteção adicional, contudo não há substitutos para o uso adequado de fontes potenciais de CO. Ainda deve-se considerar que não existem detectores totalmente seletivos e algumas pessoas podem sentir problemas de saúde em níveis mais baixos que a sensibilidade dos detectores.

Recentemente mortes ocorreram tendo por causa a asfixia provocada por CO em ambientes fechados. Apresento a seguir a descrição de um desses casos ocorridos no Rio de Janeiro:

Em uma reportagem veiculada em jornal constitui um alerta para a situação de risco de banheiros sem janela, principalmente com sistemas de aquecimento da água à gás. Descreve-se o falecimento de Carolina (19 anos), de Laranjeiras, e de um casal de namorados, Raquel (15) e Alexandre (22), encontrados também mortos em outro banheiro, na Tijuca, asfixiados por monóxido de carbono.

Nesta situação os banheiros possuíam aquecedores à gás mas, provavelmente não atendiam às exigências previstas nas normas atuais para instalação de sistema de gás, onde não se permite a instalação do mesmo sem que aberturas fixas sejam instaladas nas portas e janelas adequadamente, isto é, que a taxa de renovação de ar seja constante.



Figura 01 - Reportagem sobre mortes provocadas pelo CO

A conversão do gás manufacturado para o gás natural está ocorrendo no Rio de Janeiro e nesta oportunidade são revistas as instalações existentes no local, bem como a verificação do atendimento aos requisitos do Decreto Estadual 23317, de 10/07/1997, que regula as instalações prediais de gás em nosso Estado. Este regulamento chamado RIP- Regulamento Interno de Instalações Prediais de gás Canalizado que trata dos projetos novos e também das reformas em construções existentes. Determina como serão executados os ramais, medidores, chaminés, aparelhos de utilização e sua adequação aos ambientes. Descreve ainda sobre as medições de consumo, sobre o projeto de execução da obra, penalidades e Habite-se, certificado da CEG de que as instalações atendem os requisitos.

Consta neste documento que não é permitida a instalação de gás em ambientes não-ventilados, logo se o fato apresentado em reportagem acima está relacionado a situação de que mesmo sendo obrigatória a abertura de ventilação fixa (com área mínima de 600cm² e localizada a 1, 50m do piso) nos banheiros principalmente, é comum com o passar do tempo, o morador esquecer-se deste detalhe e modificar ou retirar a ventilação fixa das janelas e portas.

2.3.4 Dióxido de carbono (CO₂)

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás incolor, inodoro e não inflamável, que é produzido por um processo de combustão completa de combustíveis fósseis e também por processos metabólicos. A concentração média de CO₂ na atmosfera é cerca de 340 ppm (Federal Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health - 1989), mas os níveis podem variar muito, dependendo da localização e do tempo. A concentração interna do CO₂ depende dos níveis externos deste gás e da sua taxa de produção dentro do edifício.

É um gás considerado como relativamente não tóxico e, concentrações tão altas quanto 10000 ppm ou mais não possuem efeitos significativos à saúde. Porém, ele controla as taxas de respiração em uma pessoa e, conforme seu nível de concentração aumenta, a pessoa sente como se não houvesse ar suficiente no ambiente. A taxa respiratória aumenta no sentido de compensar essa falta de ar (LIDDAMENT, 1997, apud CARMO, 1999).

As principais fontes internas de CO₂ são fogões a gás, aquecedores não ventilados que utilizem algum processo de combustão, seres humanos e animais de estimação. As

concentrações residenciais mais altas tendem a ser encontradas nas áreas da casa na qual os ocupantes permanecem a maioria do tempo, sendo diretamente relacionada com o número de ocupantes. Em salas inadequadamente ventiladas os níveis podem exceder 3 000 ppm apenas a partir do metabolismo humano. Um aumento da concentração interna de dióxido de carbono aumenta a acidez do sangue e provoca um aumento na taxa e na profundidade da respiração. Acima de períodos prolongados, da ordem de dias, a regulação dos níveis sanguíneos de CO₂ é feita pela ação dos rins e pelo metabolismo do cálcio dos ossos EPA (2001).

Segundo a Associação de Saúde do Canadá (1989), uma continuidade dessa exposição conduz a alguma desmineralização dos ossos. Exposições a acima de 50 000 ppm produziram efeitos no sistema nervoso central, como dores de cabeça, tonturas, problemas visuais, além de algumas evidências de efeitos cardiovasculares em concentrações semelhantes. A concentração mais baixa para a qual algum efeito adverso à saúde foi observado foi de 7000 ppm. Portanto, considerando-se que mesmo em concentrações desse porte foi necessária uma exposição contínua de alguns dias, o CO₂ não provoca efeitos à saúde em baixas concentrações ou em exposições de curto prazo. A relevância do controle das taxas de CO₂, embora em pequenas concentrações ele não causar problemas à saúde, está no fato de que o CO₂ produzido metabolicamente em um local fechado tornou-se um indicador popular da qualidade do ar interno. Além de ser também indicador da eficiência da ventilação, podendo determinar se outros contaminantes internos se acumularam ou não.

Pode-se verificar como está a QAI através da avaliação das taxas de ventilação, da determinação da proporção de ar externo que é misturado com o ar recirculado. Para condições normais de ocupação, concentrações acima de 1000 ppm, já indicam que as taxas de ventilação podem estar inadequadas para diluir outros poluentes mais nocivos que podem estar presentes (LIDDAMENT, 1997, apud CARMO, 1999).

O limite de exposição indicado pela ACGIH (2002) é de (5000ppm; 9000mg /m³)-TWA (para 8 horas de jornada) e limite de (30000ppm; 54000 mg/m³) –STEL –C, ou seja, limite máximo de exposição que nunca deve ser excedido). Para compreender melhor os limites, eles se encontram explicitados no item 2 .1 .2, apresentado anteriormente.

2.3.5 Monóxido e dióxido de nitrogênio (NO e NO₂)

O monóxido de nitrogênio (NO) é um gás venenoso, inodoro e incolor, que é produzido em combustões a alta temperatura. Recomenda-se como limite de exposição 25 ppm - 31 mg/m³ (TWA) pela OSHA, pela ACGIH e por NIOSH. Em contato com NO surgem os sintomas de irritação na garganta, no nariz e nos olhos, sonolência e inconsciência. Podendo ocorrer agravos à saúde tais como lesões no sistema respiratório.

Uma vez no ar, rapidamente se combina com o oxigênio, produzindo o dióxido de nitrogênio (NO₂), gás também muito tóxico com coloração marrom escura e com um cheiro forte. O NO₂ age como um agente irritante, afetando os olhos, pele e a mucosa do nariz, sendo que em altas concentrações pode afetar também a garganta e o trato respiratório. Por sua vez, óxido de nitrogênio pode interferir no transporte do oxigênio aos tecidos do corpo e em níveis altos produz efeitos similares aos do monóxido de carbono. Exposições a altos índices desse gás, podem levar a um edema pulmonar e prejuízos gerais ao pulmão (NIOSH, 2004).

O dióxido de nitrogênio é extremamente reativo e interage com as superfícies internas e com o mobiliário. Tem o tráfego de veículos como sua principal fonte. Entretanto, fontes internas como aparelhos que queimam combustíveis orgânicos, tais como, fogões a gás e aquecedores de ambiente, além de fumaça de cigarro também são importantes (RETORTO 2004).

Exposições contínuas a elevadas concentrações de NO₂ podem contribuir para o desenvolvimento de bronquite crônica. Por outro lado, por ter uma solubilidade na água relativamente baixa, provoca uma mínima irritação da membrana mucosa no trato respiratório superior. Entretanto, o inferior é o principal local a ser intoxicado. Estudos recentes indicam que uma exposição de baixo nível ao NO₂ (0,1ppm) pode aumentar a reatividade bronquial em pessoas asmáticas, diminuir o funcionamento do pulmão em pacientes com obstrução pulmonar crônica e aumentar as possibilidades de infecções respiratórias, especialmente em crianças (OSHA, 2004).

Estudos nos EUA e na Grã-Bretanha concluíram que crianças expostas a elevados níveis de NO₂ possuem duas vezes mais a incidência de problemas respiratórios que aquelas que não se expuseram (HANSEN, 1991, apud CARMO, 1999).

Algumas medidas podem ser tomadas para diminuir as concentrações deste gás no ambiente:

Para residências, pode-se garantir que os aparelhos que queimem combustíveis estejam adequadamente ventilados. Como para a maioria dos outros poluentes, um sistema mecânico de ventilação ajudará a remoção dos poluentes e a prevenção de um acúmulo de gases tóxicos. A Associação de Saúde do Canadá recomenda que os níveis de NO em casas permaneçam abaixo de 0,05 ppm.

NIOSH recomenda como limite de exposição, 1ppm, 1,8mg/m³ STEL (limite para 15 minutos de exposição), sendo 20 ppm considerado o limite que oferece risco à vida, se ultrapassado pode causar sintomas graves como edema pulmonar afetando visão, sistema cardiovascular e respiratório.

A ACGIH determina como limite, 3ppm, 5,6mg/m³ (TWA) e 5 ppm, 9,4 mg/m³ (STEL).

2 3 6 Dióxido de enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre (SO₂) é um gás incolor com um cheiro característico em altas concentrações. É um subproduto da combustão de combustíveis fósseis, tais como carvão e óleo, sendo usado (e liberado na atmosfera) em muitos processos industriais. Também é produzido sempre que algum composto com enxofre seja queimado. Portanto, são diversas as fontes de contaminação.

Segundo a EPA, as concentrações internas são normalmente metade das externas, principalmente porque a maioria das fontes é externa e também porque ele é rapidamente absorvido pelos móveis. O limite de exposição para a ACGIH e NIOSH é de 2ppm, 5,2mg/m³ (TWA) e 13 mg/m³(STEL), não sendo considerado como agente causador de câncer aos humanos. Acima de 100ppm, o SO₂ oferece perigo à vida.

O dióxido de enxofre prejudica a saúde humana. É altamente solúvel na água e, portanto é rapidamente absorvido pelo muco nas membranas do sistema respiratório, além de ser muito prejudicial aos olhos. Após a inalação, ele é dissolvido pela umidade do muco e forma ácido sulfúrico e sulfuroso. Os sintomas de contato com o SO₂ podem ser: irritação nos

olhos, no nariz, na pele, edema pulmonar, broncoconstrição, asma e bronquite crônica, podendo afetar a visão e o sistema respiratório (OSHA, 2004).

Em altas concentrações ou em inalação intensa, ele pode afetar o trato respiratório inferior, sendo que asmáticos apresentam maiores reações adversas que pessoas normais.

Concentrações acima de 6ppm já produzem irritação nas membranas mucosas. Estudos epidemiológicos indicam que uma exposição crônica ao SO₂ está associada com um aumento dos sintomas respiratórios e diminuição da função pulmonar. Estudos clínicos provaram que algumas pessoas asmáticas apresentam broncoconstrição mesmo em concentrações tão baixas quanto 0 4 ppm. Além dos efeitos nas pessoas, ele causa danos a materiais e edifícios. Também reage com a umidade da atmosfera produzindo o ácido sulfúrico (que junto com o ácido nítrico formam os principais componentes da chuva ácida), agente corrosivo muito poderoso que provoca os efeitos mencionados acima (EPA, 2001).

2.3.7 Amônia (NH₃)

O amoníaco ou a amônia (NH₃) é utilizado em circuitos frigoríficos há mais de um século, em máquinas de compressão mecânica de potências médias e grandes, e em máquinas frigoríficas de pequenas potências (refrigeradores e frigoríficos domésticas) e a grande potência (em especial para a recuperação de calor industrial).

A amônia e seus derivados, uréia, nitrato de amônio e outros são usados na agricultura como fertilizantes. Também é componente de vários produtos de limpeza, contudo será ainda abordado no item 2 .10 referente à limpeza química do lar.

Apesar das vantagens, o amoníaco apresenta também alguns riscos. Se ingerido podem ocorrer sintomas de náuseas e vômitos, causando danos aos lábios, boca e esôfago. Se inalado, os vapores são extremamente irritantes e corrosivos. Em contato com a pele, soluções concentradas podem produzir queimaduras severas e necroses. Em contato com os olhos, pode causar danos permanentes, inclusive em quantidades pequenas (NIOSH).

O amoníaco é facilmente biodegradável. As plantas o absorvem com muita facilidade, sendo um nutriente muito importante como fornecedor de nitrogênio para a produção de compostos orgânicos nitrogenados. Em concentrações muito altas, por exemplo, na água de consumo, pode causar danos graves, já que o amoníaco interfere no transporte do oxigênio

pela hemoglobina, entre outros efeitos nefastos. Os organismos necessitam, nesse caso, de manter uma baixa concentração de amoníaco que, caso contrário torna-se particularmente tóxico.

Para Carmo, 1999, a amônia (NH_3) é um gás incolor, mais leve que o ar, não é inflamável, tem cheiro característico e sufocante, é tóxico, corrosivo e muito solúvel em água. Pode ser facilmente condensado em um líquido mediante frio e pressão e era, por isso, muito utilizado como gás de refrigeração. Em ambientes internos, é muito comum em banheiros, por ser o principal gás exalado da urina. Emitida na sua forma volátil para o ar, possui alta solubilidade em água. Desenvolvimentos recentes podem levar à utilização de detectores desse gás para a automação de mictórios, reduzindo substancialmente o consumo de água nesses locais.

Acima dos níveis recomendáveis pode causar enfermidades respiratórias em animais e em seres humanos e encontra-se ligado à redução de desenvolvimento dos animais. É normalmente detectada pelo homem em concentração ao redor de 20 ppm e é mais leve que o ar. É um poluente resultante da decomposição microbiana de compostos nitrogenados excretados (NIOSH).

2.3.8 Compostos orgânicos

Para Carmo e Brickus, 1999, o termo “compostos orgânicos” engloba principalmente todos aqueles que contenham carbono e hidrogênio. Por sua vez, compostos orgânicos voláteis são aqueles que se volatizam à temperatura ambiente. Quando encontrados em baixas concentrações não produzem efeito prejudicial à saúde. Existem pessoas que desenvolvem uma sensibilidade a um determinado composto. As principais classes desses compostos com potencial mutagênico são as nitrosaminas, aldeídos e hidrocarbonetos insaturados e/ou aromáticos.

Alguns dos compostos mais importantes encontrados no ambiente interno e suas fontes encontram-se na tabela abaixo:

Tabela 02 – Alguns compostos orgânicos voláteis e suas fontes mais importantes

Composto	Fontes mais importantes
Acetona	pinturas, removedores, materiais usados para polimento
Hidrocarbonetos Alifáticos (octano, decanos, hexano, etc)	Pinturas, adesivos, gasolina, máquinas de fotocópia, tapetes, processos de combustão
Hidrocarbonetos aromáticos (dentre eles tolueno e benzeno)	Processos de combustão, pinturas, adesivos, gasolina, papel de parede

Fonte: (Carmo, 1999).

Todos os edifícios contêm uma larga variedade de fontes de produtos químicos, tais como: plásticos, fumaça de cigarro, ceras de chão, produtos de limpeza e processos associados com a combustão, copiadoras e produtos usados em máquinas de fotocópia, o sistema de ar condicionado, móveis e decoração, a incursão do ar externo.

Podem também estar relacionados a outras fontes principais, como o formaldeído (da madeira, com resina uréia-formaldeído). O fato destes compostos se apresentarem em concentrações muito pequenas dificulta a sua identificação e medição que individualmente é onerosa e demanda tempo e normalmente o nível de concentração é subestimado.

Os sintomas relacionados à exposição a esses compostos incluem: cansaço, dores de cabeça, tonturas, fraqueza, sonolência, irritação dos olhos e pele. A níveis de cerca de 0.3 mg/m³, irritação e desconforto podem aparecer em resposta à presença desses poluentes combinados com condições inadequadas de conforto (EPA, 2002).

Todos os solventes usados nas tintas (exceto a água) são considerados COVs - compostos orgânicos voláteis. Sua função é suavizar a viscosidade para facilitar a aplicação e manter a secagem homogênea. Enquanto a tinta seca, os COVs são liberados no ambiente.

Segundo a Abrafati (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas), "quanto mais brilho a tinta possui, mais solvente foi usado, portanto a presença de COVs é maior do que nas que não têm brilho". Afirmar que uma tinta tem baixo odor não significa que esteja isenta de COVs. Há casos, por exemplo, em que tintas são feitas com solventes desodorizados.

Existe hoje no Brasil, em São Paulo, fabricantes de produtos naturais, isentos de COVs, produzindo tinta à base de terra (que leva apenas uma pequena quantidade de cola PVA), e à base de minerais, recomenda-se para se proteger dos COVs, a adoção desses materiais e espera-se que a curto prazo, todos os fabricantes tenham se adaptado, e que os preços das tintas naturais sejam mais acessíveis.

2.4 FONTES BIOLÓGICAS

As principais fontes e agentes biológicos são os ácaros, os animais domésticos, os insetos, os fungos, as bactérias e os vírus (MORAES, 2006).

No ar interno, a contaminação microbiológica pode ser um problema sério, sendo que uma série de fatores permitem o crescimento e a liberação desses agentes biológicos no ar: alta umidade, ventilação reduzida, edifícios “selados” e sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado que possuem água ou condensação em algumas partes (torres de resfriamento) permitem o crescimento e a distribuição de vários microorganismos. Dentre esses fatores, a alta umidade relativa do ar é um dos mais importantes, pois permite o aumento das populações de ácaros e o crescimento de fungos sobre superfícies úmidas (CARMO, 1999).

Agentes biológicos no ar interno são conhecidos por causarem três tipos de doenças humanas: infecções, doenças causadas por microorganismos que invadem os tecidos humanos, como por exemplo, o resfriado comum e a tuberculose; hipersensibilidade, causada por uma ativação específica do sistema imunológico; e toxicidade, quando as toxinas produzidas por esses agentes causam efeitos nocivos diretos (OMS).

Outra doença comum é a asma ou bronquite alérgica, geralmente identificada pela dificuldade de respirar. Normalmente provocada por substâncias inalantes da poeira domiciliar como ácaros, mofo, escamas e pêlos de animais (OMS).

Na infância, 85% dos asmáticos são alérgicos à baratas, poeira e alérgenos de animais domésticos. Os ácaros são animais microscópicos que vivem no espaço doméstico e se alimentam das descamações de pele humana principalmente. Seu ambiente preferido é a cama, exatamente o colchão, travesseiros e lençóis. Pode se procriar também em carpetes, estofados e cortinas. Para evitar crises alérgicas é necessário antes de mais nada, controlar a

qualidade do ar interno, evitar que a poeira e todos os outros alérgenos se proliferem no ambiente domiciliar (ASBAI, 2006).

A contaminação interna com microorganismos pode ocorrer sob muitas circunstâncias, sendo que ela ocorre, na maioria das vezes, quando uma falha no projeto do edifício, no sistema de ventilação ou ar condicionado permite, a proliferação desses microorganismos. Há alguns sintomas encontrados em “edifícios doentes” que podem ser relacionados a uma contaminação microbiológica (EPA).

Segundo a EPA, a inalação de grandes quantidades de esporos de fungos pode causar hipersensibilidade à pneumonia, contudo isto raramente resulta da exposição ao ar interno, sendo mais comum reações alérgicas ou asmáticas. Alguns bolores produzem micotoxinas que freqüentemente se acumulam nos esporos. A inalação destes esporos é associada a algumas queixas encontradas em edifícios doentes. É importante ressaltar que algumas pessoas possuem maior sensibilidade à exposição a esses microorganismos, como por exemplo pacientes com AIDS ou em tratamento químico ou radioativo (pessoas com câncer).

A proliferação de fungos provém de mofo na edificação, tem sua causa ligada a presença de umidade na habitação. Para prevenir este problema basta que projetos arquitetônicos sejam adequados, com ventilação e iluminação eficientes (MORAES, 2006).

De acordo com a ALAHH - American Lung Association Health House, para reduzir os problemas com microorganismos é importante evitar ou pelo menos manter o crescimento dos mesmos dentro de um nível mínimo tomando as seguintes providências:

- a- Remover fontes de água que permitam o crescimento dos fungos;
- b- manter a umidade relativa do ar menor que 60%;
- c- remover materiais orgânicos porosos claramente infectados, como por exemplo tapetes embolorados;
- d- umidificadores portáteis de ar devem ser evitados em escritórios porque raramente eles são mantidos em condições próprias de uso e acabam se tornando fontes de poluição.

O uso de filtros eficientes no sistema de tomada de ar externo é importante, para controlar a entrada de esporos de fungos e outros contaminantes biológicos. Esses filtros devem ser trocados periodicamente (RN – 02 – ABRAVA) .

Seguindo as recomendações da Resolução 09 /2003 da ANVISA, para ambientes fechados, climatizados ou não, coletivos e de uso público, recomenda-se que para tornar possível o controle é preciso tomar algumas medidas, além de reconhecer as fontes de origem em ambientes interiores.

1) Bactérias

As principais fontes em ambientes interiores são os reservatórios com água estagnada, torres de resfriamento, bandejas de condensado, desumificadores, umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes.

As Principais Medidas de correção em ambientes interiores são a realização da limpeza e a conservação das torres de resfriamento; higienização dos reservatórios e bandejas de condensado ou manutenção e tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar as infiltrações; higienizando as superfícies.

2) Fungos

As principais fontes em ambientes interiores são os ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fúngica, como materiais porosos orgânicos úmidos, forros, paredes e isolamentos úmidos; ar externo, interior de condicionadores e dutos sem manutenção, vasos de terra com plantas.

As Principais Medidas de correção em ambientes interiores são a correção da umidade ambiental; a manutenção sob controle rígido de vazamentos, infiltrações e condensação de água; higienização dos ambientes e componentes do sistema de climatização ou manutenção do tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar materiais porosos contaminados; eliminação ou restrição de vasos de plantas com cultivo e terra, ou substituição pelo cultivo em água (hidroponia); utilização de filtros G-1 na renovação do ar externo.

3) Protozoários

As principais fontes em ambientes interiores são reservatórios de água contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção.

As Principais Medidas de correção em ambientes interiores são higienizar o reservatório ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes citadas.

4) Vírus

A principal fonte em ambientes interiores é o Hospedeiro humano. As Principais Medidas de correção em ambientes interiores são a adequação do número de ocupantes por m² de área com aumento da renovação de ar e evitar a presença de pessoas infectadas nos ambientes climatizados.

5) Algas

As principais fontes em ambientes interiores são as torres de resfriamento e bandejas de condensado.

As Principais Medidas de correção em ambientes interiores são a higienização dos reservatórios e bandejas de condensado ou manutenção do tratamento contínuo para eliminar as fontes citadas.

6) Pólen

Sua principal fonte é o ar externo. Como principal medida de correção em ambientes interiores é manter filtragem de acordo com NBR-6401 da ABNT .

7) Artrópodes

Sua principal fonte é a poeira caseira. Como medidas de correção em ambientes interiores é recomendável higienizar as superfícies fixas e mobiliário, especialmente os revestidos com tecidos e tapetes; restringir ou eliminar o uso desses revestimentos.

8) Animais

As principais fontes em ambientes interiores são os animais roedores, morcegos e aves.

As principais medidas de correção em ambientes interiores são restringir o acesso, controlar os roedores, os morcegos, ninhos de aves e seus respectivos excrementos.

2.5 FONTES FÍSICAS

2.5.1 Matéria Particulada

Para Carmo e Brickus, (1999), matéria particulada é constituída de uma mistura física e química de diversas substâncias presentes no ar sob a forma sólida ou líquida (gotículas, aerossol), podendo ser esporos de mofo, amianto, fibras sintéticas, comida, restos de inseto, pólen, produtos de consumo (desodorante) e alérgenos. Dentre os inúmeros poluentes normalmente encontrados no interior das edificações, os particulados representam a forma mais visível de poluição e para sua detecção não exigem instrumentação com grande nível tecnológico.

A matéria particulada total (MPT) pode apresentar-se em fase líquida ou sólida, no ar, onde é coletável. A matéria particulada inalável (MPI) refere-se aquelas partículas pequenas o bastante para passar pelas vias aéreas superiores e alcançar os pulmões. É importante conhecer o diâmetro das partículas, pois a sua dimensão irá determinar o seu destino, se ficarão suspensas no ar, se serão removidas por filtros de ar condicionado ou aspiradores à vácuo. Se inaladas, podem ser removidas pelas vias aéreas superiores ou se irão atingir os alvéolos onde podem ficar agarradas às paredes respiratórias para sempre. Além das dimensões deve-se conhecer sua a composição como forma de prevenção a problemas de saúde que a mesma possa causar (BRICKUS, 1999).

As partículas internas têm como origem tanto fontes internas quanto externas, mas o problema no interior do edifício difere da situação externa não só no tamanho das mesmas, mas também na composição química Internamente, as partículas ocorrem principalmente nas frações finas, já que as fontes internas (tais como: fogões, aquecedores de ambiente, aparelhos que lidem com combustão e cigarros) tendem a produzir partículas pequenas. Além disso, internamente, os particulados apresentam uma quantidade muito maior de matéria orgânica que aquela encontrada no ar externo devido, principalmente, às atividades desenvolvidas dentro do edifício como, por exemplo, cozinhar, limpar e usar produtos de consumo (CARMO, 1999).

As partículas podem ser produzidas ou tornar-se aéreas por vários processos: atrito entre partes que se movimentam ou entre peças de mobiliário e o chão produzem partículas sólidas; o ato de varrer, tirar a poeira, aspirar a vácuo facilitam a reentrada de partículas no ar; umidificadores e “sprays” produzem partículas líquidas (gotículas) Além disso, fumar, cozinhar e até mesmo a lavagem de uma área, produzem a condensação de aerossóis, bem como acionar a descarga de banheiros (BRICKUS, 1999).

A presença de material particulado em suspensão em ambientes internos, além de afetar a saúde humana, pode ocasionar a deterioração obras de arte, através de deposição e reação na superfície (CARMO, 1999).

Alguns problemas respiratórios com provável origem relacionada a particulados não ocorrem apenas com concentrações elevadas. Estudos realizados mostraram que concentrações relativamente baixas de particulados inaláveis têm sido associadas com aumento de risco de bronquite aguda em crianças (EPA, 1995).

2.6 USUÁRIOS E OCUPANTES DO EDIFÍCIO

A atividade metabólica humana por si só altera a qualidade do ar por diminuir a concentração de oxigênio e aumentar a de dióxido de carbono. Respiração, transpiração e a preparação de alimentos adicionam vapor d’água, bem como outras substâncias que geram odores ao ambiente interno.

Pode-se considerar a fumaça de cigarro como a principal fonte interna. Enquanto os fumantes expõem-se à principal carga da fumaça, pessoas ao redor de fumantes (os fumantes passivos) estão involuntariamente sujeitos a quantidades significantes de partículas inaláveis, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis, óxidos de nitrogênio e diversos outros poluentes. Durante o ato de fumar, o tabaco queimado emite nicotina para a atmosfera e para o ambiente fechado. A nicotina é tóxica quando inalada, causa estresse excessivo nos sistemas circulatórios e nervoso e está relacionada com o desenvolvimento de câncer. NIOSH estabeleceu um TLV para locais de trabalho de 0,5 mg/m³.

Concentrações altas de fumaça de tabaco incomodam e irritam os indivíduos. Portanto onde existe alta incidência de fumantes e mínima ventilação pode haver acúmulo de fumaça de tabaco causando irritação no sistema respiratório superior (EPA).

Estima-se que o fumo passivo cause cerca de 3000 mortes anuais nos Estados Unidos e que entre 180 mil e 300 mil crianças por ano contraem pneumonia ou bronquite pela exposição à fumaça do cigarro (EPA, 2003).

De acordo com o INCA-Instituto Nacional do Câncer, a mortalidade devida ao câncer do pulmão está relacionada ao fumo.

Mais de cinquenta componentes da fumaça do cigarro são relacionados a efeitos adversos à saúde, sendo que desses, doze são ou podem ser cancerígenos (BRICKUS, 1999).

Em busca da preservação do ar nos ambientes internos e a proteção dos não fumantes, no Brasil, a Lei Federal nº 9294/96 proíbe o fumo em recinto privado ou público, salvo em área exclusivamente a esse fim e devidamente arejada. A regulamentação desta lei se dá através do Decreto nº 2018 de 01/10/1996 onde são definidas as áreas exclusivas para fumantes, com condições de ventilação, natural ou artificial e de renovação de ar, para impedir o acúmulo de fumaça no ambiente interno.

Condicionadores de ar, lustra móveis, ceras, produtos de higiene pessoal (como desodorantes), polidores, limpadores, pinturas e todos os apetrechos de limpeza freqüentemente utilizados em ambientes residenciais são fontes de vários produtos químicos orgânicos e inorgânicos, logo a forma de viver e manter os ambientes internos pode contribuir para a qualidade do ar interno.

O hábito oriental da retirada dos sapatos quando se adentram as residências, torna-se relevante quando se trata de ambiente com pessoas alérgicas ou asmáticas, imunodepressivas, principalmente crianças e idosos, pelo fato de trazerem para o ar interior da casa, bactérias, e todos os outros poluentes do ar externo, aderidos à sola dos sapatos. Esses contaminantes contribuem para acelerar processos alérgicos e desenvolver a asma (ASBAI, 2006).

De acordo com a SBAI – Sociedade Brasileira de Alergia e Imunopatologia, de 15% a 20% da população mundial possui doenças alérgicas (rinite, asma, conjuntivite, dermatites atópica e de contato, urticária, alergia ocupacional, alergia a insetos, etc) e no Brasil cerca de 35% da população se insere neste contexto. A alergia pode ser definida como um tipo de reação indesejável do organismo quando entra em contato com substâncias chamadas antígenos (poeira, ácaros, mofo, escamas, pêlos, fibras vegetais e sintéticas, etc). É uma característica genética que pode ser herdada. Uma das doenças provocadas pelos inalantes da

poeira domiciliar é a asma. Esta manifestação é geralmente identificada pela dificuldade de respirar, atingindo quase 16 milhões de pessoas e é a quinta maior causa de internação no Sistema Único de Saúde (SUS).

Depende principalmente das pessoas, usuários da edificação, a tomada de cuidados em relação ao ar interno e à sua qualidade, é imprescindível respirar um ar limpo dentro de casa, principalmente no ambiente em que dormimos, é no quarto onde se passa pelo menos 8 horas/dia. Algumas mudanças de hábitos são necessárias para melhorar a qualidade de vida das pessoas, basta estar atento aos sintomas característicos da respiração incompleta, tais como : dores de cabeça, mal-humor, cansaço, que paulatinamente irão interferir na produtividade e na saúde das pessoas de forma geral, sendo pessoas alérgicas ou não.

2.7 OUTROS POLUENTES

2.7.1 Radônio

Segundo a EPA, o radônio é um gás incolor, sem cheiro, invisível e radioativo, produzido pelo decaimento do elemento químico radio. Ele emana do subsolo pelas fissuras abertas através das correntes subterrâneas de água ou falhas geológicas. Entra nos edifícios por rachaduras no concreto das paredes e pisos, de tubulações posicionadas no chão, buracos e qualquer outra abertura em suas fundações. Concentra-se em ambientes fechados, pouco ventilados, com isolamento térmico.

Materiais de construção podem liberá-lo também, como alguns concretos que desprendem gases radioativos. Madeira e ladrilhos desprendem pouco radônio. O granito e a pedra – pome são bem mais radioativos. Exemplo disto foi o fato de utilizarem ardósia na elaboração do concreto na Suécia, posteriormente verificou-se que a ardósia era altamente radioativa e em meados dos anos 60, este uso foi interrompido (BUENO, 1995)

Além dos materiais, o solo onde se constroem as casas também é uma fonte de radônio.

No caso dos edifícios, os níveis de radiação podem ser reduzidos fazendo-se uma câmara de ar ventilada entre o terreno e o edifício. A água e o gás natural constituem outra fonte de radônio para os lares. Estima-se que 15 % da população mundial consome água que possua mais de um milhão de becqueréis de atividade por metro cúbico, e menos de 10% bebe

água com mais de cem mil becqueréis por metro cúbico. O maior risco não é pela água bebida, mas sim pela água do banho. Uma pesquisa na Finlândia mostrou que a concentração de radônio nos banheiros era 3 vezes superiores às existentes nas cozinhas, e ainda 40 vezes mais altas que as das salas de estar. Outra pesquisa no Canadá revelou que a quantidade de radônio nos banheiros aumentava durante a ducha de 7 minutos e só retornava aos índices originais uma hora e meia após a ducha (BUENO, 1995).

As medidas para economia energética contribuíram para o acúmulo de radônio no ar interior. O efeito à saúde predominante associado a elevados níveis deste gás é o câncer de pulmão. Pesquisas também sugerem que a ingestão de água com níveis elevados podem causar riscos à saúde, embora estes efeitos sejam menos nocivos que aqueles causados por ar contaminado (EPA).

De acordo com a Associação Médica Americana EPA (2001), os produtos originados pelo decaimento radioativo do rádio (principalmente o radônio) causam centenas de mortes por câncer de pulmão, que poderiam ser prevenidas a cada ano, perdendo apenas para o fumo, como causa deste tipo de câncer. A EPA estima que há cerca de 14 000 mortes por ano somente nos EUA, devidas a esse gás.

Apesar da sua toxicidade, dados preliminares de um estudo conduzido nos EUA, em edifícios federais, indicam que o radônio não será um problema tão sério em edifícios de múltiplos pavimentos como o é em casas. Um dos fatores principais que podem explicar esta diferença é que os prédios possuem menos espaço em contato direto com a terra, quando proporcionalmente comparados com as residências. Três elementos devem estar presentes para que ele se torne um problema: uma fonte de radônio, um caminho que permita que ele entre no edifício e uma força que o conduza, pelo caminho, para dentro do edifício. Deve-se ressaltar que a prevenção é sempre preferível à diminuição de sua concentração depois que o gás já entrou no local. A redução dos caminhos e das forças é, portanto, o foco de atenção dos esforços durante a fase de diagnóstico e mitigação (CARMO, 1999).

2.7.2 Asbesto (amianto)

Segundo Bueno, 1995, asbesto é um material fibroso de alta resistência ao calor e ao fogo. Na residência este material ocorre nos filtros do sistema de ar condicionado.

“Asbesto é um termo que descreve seis ocorrências naturais de materiais fibrosos encontrados em certas formações rochosas. Quando retirados da jazida e processados, eles são separados tipicamente em fibras muito finas, normalmente invisíveis a olho nu. Estas fibras podem permanecer no ar por muitas horas, podem ser inaladas e são encontradas quase que em todos os lugares em nosso meio ambiente, usualmente em níveis baixos”. (CARMO, 1999).

De acordo com a EPA, costuma ser usado em materiais de construção para isolamento térmica (lã de rocha, por exemplo) e como um retardador ao fogo. Materiais que contêm asbesto são encontrados inicialmente em áreas dos edifícios que, geralmente, não são acessíveis ao público, como, salas de máquinas e próximo a caldeiras. As pessoas que entram em contato com eles são funcionários de manutenção e limpeza .

De acordo com a EPA, se tais materiais não forem manipulados, permanecendo em repouso, não oferecem nenhum risco aos usuários. A partir do momento em que eles são corretamente usados e tratados, tanto na instalação quanto em processos de manutenção ou deslocamento, a soltura de fibras é bem reduzida, diminuindo, conseqüentemente, suas concentrações no ar. Nas atividades de corte e raspagem elevadas concentrações de partículas aéreas de asbesto podem ocorrer. Atividades mal sucedidas de remover esses materiais podem soltar as fibras no ar.

Uma exposição a elevados índices, mesmo curta, pode resultar em doenças respiratórias em um curto intervalo de tempo. Entretanto, doenças mais graves, tais como: asbestosis (acumulação das fibras no pulmão, reduzindo a capacidade pulmonar), câncer de pulmão (mesotelioma de pleura) e um certo tipo de câncer que ocorre no peito e no tecido de revestimento do estômago, só aparecem depois de muitos anos após a exposição começar (CARMO, 1999).

A EPA sugere, como uma das medidas que podem ser tomadas para reduzir o contato das pessoas com essas fibras em suspensão no ar, que os materiais que contêm asbesto não sejam manipulados. Caso seja necessária sua manipulação, que esta seja feita por pessoas treinadas e devidamente protegidas. Recomenda-se que após a identificação do material, os gerentes do edifício e o corpo administrativo possam instituir controles para garantir que o dia a dia do gerenciamento do edifício seja conduzido de modo a prevenir ou minimizar a soltura de fibras de asbesto no ar.

Por sua vez, o NIOSH recomenda o objetivo de eliminar a exposição ao asbesto.

2.8 VENTILAÇÃO

Uma ventilação pobre e inadequada é um fator que contribui de maneira importante em muitos casos de edifícios doentes (NIOSH).

Ventilação é a combinação de processos que resultam não só no fornecimento de ar externo, mas na retirada do ar viciado de dentro de um edifício. Estes processos envolvem normalmente a entrada de ar externo, condicionamento e mistura do ar por todas as partes do edifício e a exaustão de alguma parcela do ar interno.

De acordo com a EPA, a qualidade do ar interno pode piorar quando uma ou mais partes desse processo forem inadequada. Por exemplo, o dióxido de carbono pode se acumular em algumas partes do edifício, caso quantidades insuficientes de ar forem introduzidas e misturadas dentro do mesmo. O CO₂ é apenas um de muitos poluentes gasosos que, isoladamente ou em combinação entre si, podem provocar efeitos adversos à saúde, como dor de cabeça, mal estar, tontura e até problemas de pele.

Uma comissão da Organização Mundial da Saúde estima que 30% dos novos edifícios ou daqueles reformados podem ter altas taxas de queixas relacionadas aos edifícios doentes EPA(1995). O controle dos poluentes é a maneira mais efetiva de manter o ar interno limpo. Entretanto, o controle de todas as fontes, ou pelo menos a mitigação de suas emissões, nem sempre é possível ou praticável. Logo, a ventilação, natural ou mecânica, é a segunda maneira mais efetiva de proporcionar condições aceitáveis de ar interno.

É comum atualmente projetar edifícios, principalmente de uso comercial e serviços, que não possuem janelas operáveis, ou seja, que possam ser abertas. Obrigando a adoção de um sistema de ventilação mecânico para realizar as trocas de ar, com a distribuição de um ar externo relativamente limpo.

A taxa na qual o ar externo é introduzido no ambiente interno é especificada por normas ASHRAE (1989). Encontra-se baseada na necessidade de controle dos odores e dos níveis de CO₂. O dióxido de carbono é também um componente do ar externo, mas ele pode ser produzido internamente e seu excesso, sua acumulação interna, pode indicar uma ventilação inadequada. No começo do século, as normas de ventilação para edificações, conforme descreve a EPA, pediam por aproximadamente 25 m³/h de ar externo fresco para cada um dos ocupantes. Essa taxa era usada basicamente para diluir os poluentes e remover

odores originários do metabolismo humano. Como resultado da crise do petróleo na década de 70, medidas nacionais de economia de energia impuseram uma redução nessas taxas para aproximadamente $8\text{m}^3/\text{h}$ para cada um dos usuários do edifício, segundo a ASHRAE (1989).

Em muitos casos, estas taxas reduzidas de fornecimento de ar foram inadequadas para manter a saúde e o conforto dos ocupantes. Os períodos nos quais um sistema de ventilação funciona também são importantes e devem ser considerados ao gerenciar o uso desse sistema. Como é caro manter um sistema de ventilação, aquecimento e condicionamento de ar ligado ininterruptamente, é uma prática comum ligá-los depois que os usuários do edifício chegaram e desligá-lo pouco depois que eles foram embora. Essa prática, de acordo com a EPA, piora as condições internas do ar. Portanto, o ideal é ligá-lo algumas horas antes que os usuários cheguem para suas atividades e desligá-lo somente depois que eles forem embora.

Será descrito a seguir um breve histórico das normas ASHRAE, que hoje constitui uma das fontes para produção de normas nacionais, como a RN-02 de 2003.

A primeira norma sobre ventilação da ASHRAE foi a 62-1973, intitulada “Padrões para ventilação natural e mecânica”. Esta norma fornecia proposições para ventilação através de valores para taxas mínimas e recomendadas de entrada de ar externo, para obter uma qualidade aceitável em vários tipos de ambientes internos. Sua complementação era feita pela norma 90-1975 que especificava o uso e taxas de trocas de ar.

A seguir, a norma de 1981 recomendava taxas de fluxos externos de ar para locais em que o fumo era proibido ou permitido, além de introduzir um procedimento alternativo para permitir práticas novas de conservação de energia no campo da ventilação.

A norma 62 de 1989 manteve dois procedimentos para o projeto de ventilação: Procedimento de Taxas de Ventilação e Procedimento de Qualidade do Ar. As condições especificadas por esta norma devem ser alcançadas durante a operação do edifício, bem como no seu projeto. Para facilitar isto, a norma contém requisições para a documentação do projeto do sistema de ventilação a serem fornecidas à operação do mesmo. O objetivo é especificar taxas mínimas de ventilação e QAI que será aceitável aos ocupantes humanos pretendendo-se minimizar o potencial para efeitos adversos à saúde. No que diz respeito à abrangência, ela pode ser aplicada a todos os espaços internos que as pessoas possam ocupar, exceto em locais para o qual outras normas já sugestionem volumes para a troca de ar maiores que os especificados nesta.

O procedimento da Norma 62 para melhorar a qualidade do ar através das taxas de ventilação consiste em providenciar ar, em quantidade e com a qualidade especificada, ao espaço em questão. Também prescreve a quantidade de ar externo aceitável para ventilação, sendo que as taxas especificadas, para a quais ar externo deve ser fornecido para cada ambiente, variam de 25m³/h a 100 m³/h por pessoa, dependendo das atividades que normalmente ocorrem naquele espaço. O tratamento ao ar externo, quando necessário; taxas de ventilação para espaços residenciais, comerciais, institucionais, garagens e industriais; critérios para redução da quantidade de ar externo quando o ar de retorno é tratado por equipamentos de remoção de poluentes e critérios para a ventilação variada, quando o ar no espaço pode ser usado como um reservatório para diluir os contaminantes.

Faz uma avaliação quantitativa que se baseia em níveis de concentração dos contaminantes. Contudo, como esta norma não visa ao fornecimento de índices aceitáveis de concentrações de poluentes no meio interno, mas a taxas de ventilação para obter tais condições, são indicados apenas alguns valores de concentrações. A norma neste ponto, apenas cita que contaminantes internos têm recebido uma atenção cada vez maior.

Para concluir é relevante saber que esta norma ASHRAE é voluntária, o que significa que ela se torna obrigatória apenas depois que um Estado ou localidade a adota no seu código predial. Além do mais, a maioria dos códigos atuais (nos EUA) relacionados à ventilação, são normas que dizem apenas como edifícios de uma determinada jurisdição devem ser projetados e não como devem ser operados. O que significa que mesmo se corretamente projetados, não há garantia de uma qualidade de ar aceitável, pois o sistema pode ser incorretamente operado(Carmo, 1999).

No Brasil, uma referência é a RN 02 / 2003 sobre sistemas de condicionamento de ar e ventilação, adotada a partir de outras normas, entre elas a Resolução 09/2003 da ANVISA e a ASHRAE 62-2001- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

A RN 02 estabelece as diretrizes de projeto, operação e manutenção de ar de interior de qualidade aceitável em locais providos de sistema de condicionamento de ar e ventilação para conforto. Apresenta entre outras coisas, as taxas de renovação do ar para qualidade do ar aceitável, permitindo a diluição dos poluentes biológicos, químicos e físicos, tais como SO₂, PTS – partículas totais em suspensão, CO, fumaça, NO₂, O₃ e PI -partículas inaláveis

A RN-02 / 2003 define qualidade do ar aceitável como “o ar que não contém poluentes em concentrações prejudiciais á saúde e ao bem estar e é percebido como satisfatório por grande maioria das pessoas (80% ou mais) que acabam de entrar no recinto”.

A mesma norma define também qualidade do ar de interiores como “função da presença e da intensidade das fontes de poluentes e da capacidade do sistema de condicionamento de ar em manter a concentração destes poluentes em nível aceitável”.

No caso do edifício, objeto deste estudo, a norma faz recomendações para redução das fontes, tais como evitar:

- a utilização de vasos de plantas vivas e terra úmida, o uso de produtos de limpeza e desinfetantes; vassouras e espanadores, que espalham a poeira ao invés de retirá-la; a ocupação imediata de locais pintados ou reformados recentemente; a utilização de carpetes, a utilização de móveis que contenham resinas ou vernizes sintéticos, a utilização de forros falsos (onde acumulam poluentes); lajes ou forros sem massa lisa com detritos da obra .

Os sistemas de ventilação e de condicionamento de ar são usados para manter os níveis adequados de temperatura e umidade, sem a concentração de poluentes, permitindo aos usuários a sensação de conforto. O controle dos processos de ventilação incluem: tomada de ar externo, condicionamento e mistura do ar interno, boa distribuição e renovação do ar. Primeiramente é necessário entender como isto ocorre nos sistemas (CARMO, 1999).

2.8.1 Sistemas de ar condicionado

Trata-se de um equipamento mecânico formado por um conjunto de máquinas, tubulações e outras partes capazes de realizar o controle de temperatura, de umidade, de movimentação e da pureza em um ambiente interno.

Para Moraes (2006), os sistemas se dividem em duas modalidades de expansão: direta ou indireta:

- Expansão direta: o gás refrigerante é o responsável pelo resfriamento do ar injetado no ambiente; como exemplo temos os aparelhos de janela e os tipo split, não possuem renovação do ar.

- Expansão indireta ; o gás refrigerante resfria a água que circula pelo sistema, sendo esta responsável pelo resfriamento do ar. Como exemplo temos as centrais de água gelada.

O aparelho de janela (adaptável à janelas ou a vãos nas alvenarias) possui um evaporador que fica no ambiente a ser refrigerado e um condensador em contato com o exterior para ceder o calor contido no fluido. Contém um filtro de nylon que contribui para retirada de poeira e fumos - aerodispersóides - partículas sólidas com diâmetros inferiores a 10 µm, chegando a 1,0µm, - do ar . (MORAES , 2006)

Quanto ao aparelho tipo split, faz-se a instalação da unidade evaporadora no interior do ambiente, sendo fixada no forro ou em paredes. Para ligação das partes interna e externa, usa-se dutos. Nem todos os modelos realizam a troca de ar nos ambientes.

O uso de filtros e a renovação do ar são os recursos usados para controle dos poluentes no ambiente, mas a existência de filtros não garante a limpeza do sistema e a boa qualidade do ar. Por esse motivo, para locais que demandam nível de assepsia elevada, como exemplo os hospitais, são usados filtros especiais, de maior eficiência. Os poluentes se acumulam nas paredes do condicionador, na serpentina molhada e na bandeja de recolhimento de condensados, onde a água mal drenada pode formar lodo e procriar microorganismos, fungos e outros que serão reintroduzidos no ambiente, tornando-se fontes de poluição. Para evitar que isto ocorra, recomenda-se limpar metodicamente as bandejas, se necessário com produtos químicos disponíveis no mercado. Algumas situações como nos dutos de ventilação, indica-se o uso de sistemas robotizados para realizar a limpeza completa.

2.8.2 Sistemas de ventilação natural

A través de aberturas como portas, janelas, lanternins, se dá este tipo de ventilação onde o deslocamento do ar é controlado e intencional. “*A ventilação natural reduz o custo de construção e operação dos edifícios, pode manter baixo o nível de concentração de poluentes, em locais onde a taxa de ventilação é mantida constante*”. (YANG et al 2005, apud MORAES, 2006.) Esse sistema depende da movimentação do ar, ou seja, da dinâmica do vento e das diferenças de temperatura entre o ar interior e exterior do edifício.

A ventilação no interior de uma edificação depende de definições feitas em seu projeto, da sua localização em relação ao vento dominante, da sua forma (volume de

implantação no terreno) e das condições atmosféricas. Cabe também ao projeto o controle das aberturas de ventilação que irão determinar o percurso do vento, a velocidade e a temperatura resultante neste contexto.

No projeto arquitetônico para solucionar de maneira eficaz às questões relacionadas à ventilação são utilizados vários artifícios tais como a ventilação cruzada no interior dos ambientes, favorecendo a boa qualidade do ar interno, como conclui Moraes, 2006 (p 124):

“ Em um ambiente interno, quanto maior a quantidade de portas e janelas abertas e a disposição das mesmas de modo que permita ventilação cruzada, tanto menor será a concentração de aerodispersóides” .

2.8.3 Sistema de ventilação exaustora

Faz a captação de vapores, poeira tóxica, entre outros poluentes, antes que os mesmos se distribuam no ambiente. Promove a proteção da saúde do ocupante, com bem-estar, eficiência e segurança. Transporta os poluentes de uma determinada fonte para outro equipamento de controle de poluentes, tais como filtros ou lavadores, contribuindo para o controle da poluição do ar (Exemplo: exaustores mecânicos).

Para Moraes (2006) a qualidade do ar interno em regime permanente pode ser caracterizada pelo coeficiente de remoção dos poluentes, o qual é definido como sendo a relação entre a concentração das partículas em um determinado local e a concentração das partículas na saída do exaustor. Quando os valores destes coeficientes são menores que 1.0, indicam que o ar está com qualidade boa, quando os valores são maiores que 1.0, indicam que algum poluente do ambiente não está sendo removido.

Resumidamente este sistema é composto da seguinte forma:

- Captor - ponto de entrada dos gases
- Sistema de dutos- transporte dos gases captados
- Ventilador- fornece energia para movimentação e saída dos gases

Equipamento de controle de poluição - retém os poluentes, impede o lançamento na atmosfera. Para que esse sistema tenha eficiência é preciso dimensionar a sua capacidade. Para dimensionar um captor necessita-se de conhecer as dimensões do espaço, a forma, se

fechado ou aberto; sua posição em relação à fonte de poluição, a vazão a ser exaurida e a energia necessária para a movimentação dos gases.

2.9 QUALIDADE DO AR DE INTERIORES NO BRASIL

De acordo com Gioda, 2003 os trabalhos pioneiros no Brasil foram iniciados em 1992, através de uma colaboração entre o Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (LADETEC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o Laboratório de Aerossóis e Gases Atmosféricos (LAGA) do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (o qual encerrou suas atividades em 1995). Em 1997, o laboratório de toxicologia localizado no CESTE/ENSP-FIOCRUZ/RJ criou um programa da qualidade do ar de interiores que continua operando até o momento.

No ano de 1995, embora com poucos profissionais trabalhando nessa área, foi criada a Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle da Qualidade do Ar de Interiores – BRASINDOOR (<http://www.brasindoor.com.br/>). Esta sociedade tem sido responsável pela divulgação (através de congressos, cursos, publicações, etc) da maioria dos trabalhos realizados no Brasil referentes à QAI.

Uma das primeiras pesquisas realizadas no Brasil foi em 1990, por Grosjean et al, onde os níveis de carbonila foram registrados em 3 locais em Salvador, Bahia. Nesse estudo foi enfocada a relação entre os níveis de acetaldeído e o uso de etanol como combustível. Também foram estudados os níveis de aldeídos e carbono total (POMALESKI, 1991 e VASCONCELLOS, 1993) no Museu de Arte Contemporânea de São Paulo. Nesses estudos a relação I/E sugeria importantes fontes internas desses poluentes.

Outros trabalhos apresentados por Miguel et al (1995) e Allen et al (1995) avaliaram ambientes de escritórios, hotéis e restaurantes nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Campinas. A pesquisa detectou níveis de vários poluentes acima ou próximo aos limites fixados pelas recomendações internacionais. Foram medidos os níveis de poluentes em material particulado e na fase gasosa, simultaneamente. Partículas suspensas respiráveis (PST) e carbono total respirável (CTR) apresentaram maiores concentrações internas (I) que externas (E). A relação das concentrações I/E sugere que cloreto, nitrato e potássio associados a aerossol são fontes poluidoras de ambientes internos. As medidas de CTR sugerem também fontes internas de poluição, bem como, a formação in situ de ácido nitroso. As concentrações de ácido acético e ácido fórmico foram muito mais elevadas em vários ambientes internos.

Deposição a seco foi observada em ambientes internos para ácido clorídrico, ácido nítrico e dióxido de enxofre. Nesses mesmos locais Santos e colaboradores (1997) avaliaram COVs. Em todos os locais estudados o nível de muitos poluentes foi maior no ar interno que no ar externo, sugerindo fontes internas de poluição.

Em dezembro de 1997, Silva e colaboradores realizaram amostragens de compostos orgânicos voláteis e semivoláteis durante a preparação de almoço utilizando lenha como combustível. A cozinha amostrada estava localizada no município de Carandaí, MG, em zona rural. As amostragens foram realizadas em três etapas: antes, durante e após cozinhar. Também foram realizadas amostragens externas. No ar externo foram detectados primariamente terpenos e a concentração de COVsT foi de $13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na amostragem antes de iniciar qualquer atividade foram observados níveis baixos de COVs. Na segunda etapa, durante a preparação do almoço, foi observada maior concentração de COVsT. Na terceira etapa observou-se um decréscimo nos níveis de COVs. Com esses dados foi possível observar que o ato de cozinhar eleva os níveis de COVs. Outro trabalho avaliou o nível de exposição a NO_2 em cozinhas que utilizam GLP Ugucione e colaboradores, (2001) encontraram uma concentração 30 vezes maior desse poluente quando o GLP está sendo queimado.

Oliveira e colaboradores (1998) realizaram amostragens do ar no interior e exterior do Museu Nacional de Belas Artes, no centro do Rio de Janeiro. Os resultados analíticos da concentração de acetaldeído no ar variaram de $11,6$ a $39,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enquanto que as concentrações dos COVsT variaram de 91 a $3970 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os dados mostraram que as fontes de todos os compostos eram externas ao edifício.

Leite e colaboradores (1998) avaliaram BTX em vários locais no Rio de Janeiro. A concentração média de BTX encontrada para escritório foi de $24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para benzeno, $200,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para tolueno e $40,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para xilenos. Para o ar urbano a concentração foi de $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para benzeno, $37,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para tolueno e $11,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para xilenos. Em locais industriais os valores encontrados foram de $3,9 \text{mg}/\text{m}^3$ para benzeno, $51,1 \text{mg}/\text{m}^3$ para tolueno e $496,3 \text{mg}/\text{m}^3$ para xilenos. Os valores de BTX medidos no escritório e ar urbano mostram que as pessoas podem estar expostas a concentrações de BTX prejudiciais à saúde.

Brickus e Moreira (1998) avaliaram a qualidade do ar em uma pista semi-aberta de kart. A pista amostrada está localizada na cidade do Rio de Janeiro em uma área arborizada, distante do tráfego. As amostragens foram realizadas em duas etapas, antes e durante as

atividades. Os resultados mostraram antes de iniciar as atividades, níveis de COVsT de 11,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ar interno, 19,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ar externo e BTX de 6,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ar interno e 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ar externo. As amostragens durante as atividades indicaram valores de 111,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para COVsT e 22,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para BTX no ar interno, um aumento considerável de COVsT durante a corrida.

Em agosto de 1996, Brickus e colaboradores fizeram amostragens de COVsT, nicotina, MPI, e aldeídos no ar interno e externo em um edifício no centro do Rio de Janeiro, cujos ocupantes fizeram reclamações da QAI. Os resultados mostraram que os teores dos poluentes amostrados foram mais elevados no ambiente interno que no externo. Os COVsT apresentaram índices preocupantes, 1000-5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bem acima da recomendação internacional (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Após adotar medidas remediativas nova amostragem foi realizada em agosto de 1998. Os resultados obtidos nessa segunda amostragem mostram uma melhora significativa na qualidade do ar do prédio referente, principalmente, aos COVsT.

Brickus e colaboradores (1998) avaliaram a QAI em um edifício de escritórios no Rio de Janeiro. Os pontos de amostragem compreenderam três escritórios localizados na mesma coluna vertical do prédio (1º, 13º e 25º andares). Foram analisados COVsT, MPT, aldeídos, nicotina e partículas inaláveis em suspensão. As concentrações de acetaldeído foram maiores que as de formaldeído. As concentrações de COVsT estavam na faixa de 304,3 a 1679,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o ar interno e 22 a 643,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o externo. A relação I/E para COVsT foi maior que 1,0 que indica que os COVs encontrados no ar interno são originados principalmente de fontes internas ou há mecanismos de concentração. Nesse mesmo prédio foi avaliado de forma diferenciada um escritório (9º andar) que estava sendo reformado. Durante a renovação (dezembro de 1995) as concentrações de COVsT estavam na faixa de 89,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o ar interno e 215,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o ar externo, enquanto que formaldeído apresentou uma concentração de 92,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e acetaldeído de 4,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante a ocupação do escritório (fevereiro de 1996) os níveis internos ficaram entre 545,4-625,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 132,8-188,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para os externos. Porém, as concentrações de formaldeído (114,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e acetaldeído (11,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) aumentaram. Concentrações de COVsT estiveram na faixa de 446,2-638,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, formaldeído de 63,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, acetaldeído de 37,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, um mês após a ocupação. A última avaliação realizada, após 6 meses, mostrou uma concentração em torno de 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para COVsT, 74,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para formaldeído e 23,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para acetaldeído. Concentrações internas de BTX foram medidas na primeira avaliação e 6 meses mais tarde. Os resultados mostram também uma redução desses compostos.

Pires e Carvalho (1999) estudaram a presença de compostos carbonílicos de baixo peso molecular (C1-C4) e glutaraldeído em 14 locais amostrados (laboratório, museu, hospital, escritório, residência, escola) em São Paulo, em julho de 1997. Formaldeído foi a espécie mais abundante (29 ppb), seguido por acetona e acetaldeído (25 e 17 ppb), com uma pequena contribuição de propanal, crotonaldeído e isômeros C4 (0, 7 a 1,5 ppb).

Pereira e colaboradores (2001) propuseram uma nova metodologia para análise de aldeídos em ambientes internos e externos. Para testar essa metodologia foram utilizados alguns locais dentro da própria instituição. Os valores encontrados variaram entre 23,0-84,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Foram observados valores relativamente altos para os laboratórios.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos na própria FIOCRUZ em 1998 e 1999 quando implantados os estudos de QAI. Nessa oportunidade foram avaliados vários ambientes na própria instituição como creche, biblioteca e salas.

No I Congresso Internacional de Qualidade do Ar de Interiores realizados pela BRASINDOOR no Rio de Janeiro, em março de 2001, foram apresentados os mais recentes trabalhos na área de QAI no Brasil, que serão publicados na Revista BRASINDOOR.

O trabalho realizado por Carneiro e Aquino Neto (2001) avaliou a qualidade do ar em uma caixa-forte de um banco comercial na cidade do Rio de Janeiro. Os parâmetros estudados foram os COVs, nicotina, aldeídos, MPT, além de fungos e bactérias. Não foi observado nenhum local interno crítico com relação aos contaminantes individualmente, na coleta de 2000. Um fator interessante foi a presença de diclorobenzeno, provavelmente proveniente de inseticidas. Nova amostragem foi realizada em 2001, sendo observado um aumento de COVsT (1272 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) comparado à coleta de 2000 (321-398 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Gioda e Aquino Neto (2001) realizaram uma avaliação química e microbiológica em uma gráfica no Rio de Janeiro, em abril de 2000. Após a investigação foi diagnosticado um elevado teor de (COVsT). Em março de 2001, após implementação de medidas remediativas foi realizada nova amostragem de contaminantes químicos na gráfica. Os índices de COVsT foram reduzidos de 40 a 80% porém, ainda, continuavam elevados, ultrapassando os limites nacionais (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e internacionais (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Os demais parâmetros apresentaram algumas alterações, mas mantiveram-se dentro dos limites toleráveis.

Almeida e colaboradores (2001) avaliaram a qualidade do ar de interiores em sete cidades no Estado do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos mostram que as concentrações de COVsT foram da ordem de $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeno de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tolueno de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, xileno de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, formaldeído de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e MPT de $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos pontos mais críticos. Esses resultados demonstram um preocupante índice de poluentes em residências.

Costa e Moreira (2001) avaliaram a exposição ao benzeno decorrente do hábito de fumar, em trabalhadores de escritórios administrativos, climatizados artificialmente na cidade do Rio de Janeiro. Os resultados mostraram que a exposição individual ao benzeno entre os trabalhadores fumantes (25,3 ppb) e os não fumantes (13,0 ppb) apresentou diferença significativa. A contribuição de benzeno no ar interno foi menor (8,4 ppb) que aquela observada na área de respiração dos trabalhadores.

Silveira e colaboradores (2001) avaliaram alguns parâmetros da qualidade do ar no interior de um Terminal Aeroportuário na Cidade do Rio de Janeiro, no verão e no inverno, em diferentes períodos. Os resultados encontrados variaram entre 16,2-283,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MPT e 51-1878 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para COVsT.

Bortolli e Pires (2001) desenvolveram uma nova metodologia para análise de formaldeído e aplicaram a ambientes internos não industriais em Porto Alegre. Os resultados obtidos indicaram concentrações variando entre 10 e 740 ppb. A concentração média no ar externo (10 ppb) foi inferior ao ar interno, indicando fontes internas de poluição.

Mattos e colaboradores (2001) avaliaram a exposição ao chumbo em trabalhadores de 4 fábricas reformadoras de baterias no Rio de Janeiro. Os resultados do monitoramento ambiental realizado nas fábricas e reformadoras indicam altos níveis de exposição (0,068 a 0,802 mg/m^3) com concentração média de 0,302 mg/m^3 , acima do limite de exposição ambiental (0,1 mg/m^3).

Parreira e colaboradores em 2001 monitoraram acetona e sete aldeídos no ar externo e interno de uma unidade de monitoramento da qualidade do ar de uma sala climatizada do CETEC. Os resultados indicaram pouca influência do ar externo sobre o ar interno.

Os valores encontrados nas pesquisas realizadas mostram dados preocupantes, pois, a maioria dos poluentes apresentou uma razão I/E superior a 1, indicando a presença de fontes internas de poluição.

Aquino Neto e Brickus em 1999 sugeriram valores máximos para contaminantes presentes em ar de ambientes internos. Esses valores foram baseados em recomendações de organismos internacionais e nacionais adaptados à realidade brasileira. Nesse aspecto, características climáticas, sócio-econômicas, estruturais e geográficas do Brasil foram consideradas, bem como a matriz energética do país, nossa arquitetura, decoração e costumes.

Pode-se considerar o fato de existirem poucas pesquisas no Brasil referentes à QAI. É imprescindível que estudos sejam estimulados no meio científico e acadêmico e a partir deste, desenvolvidos métodos de medição e naturalmente os dados produzidos possam servir de referência para criação de limites que contemplem as particularidades de nosso país, como cultura clima, e economia.

2.9.1 Legislação Nacional

2.9.1.1 Controle da Qualidade meio externo

O CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, foi instituído pela Lei 6 938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99 274/90.

É da competência do CONAMA:

- estabelecer, mediante proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, dos demais órgãos integrantes do SISNAMA e de Conselheiros do CONAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e Municípios e supervisionado pelo referido Instituto;
- determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, dentre outras;
- estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição causada por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes;

- estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos;
- estabelecer sistemática de monitoramento, avaliação e cumprimento das normas ambientais.

De acordo com a Lei 6938/81, cabe aos Estados o monitoramento da qualidade do ar.

A FEEMA, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente é o órgão responsável pelo monitoramento da Qualidade do ar no Estado do Rio de Janeiro. Para tanto mantém estações manuais ou automáticas de medição dos poluentes, monitorando PTS-partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, ozônio, e monóxido de carbono. Segue as recomendações da Resolução CONAMA 03/1990 de padrões da qualidade do ar, e o cálculo do índice de qualidade do ar com análise dos níveis de poluentes.

O monitoramento da QA está sendo realizado em algumas regiões do Estado do Rio de Janeiro e também na região metropolitana do Rio de Janeiro onde se encontra Niterói, cidade deste estudo de caso. Em Niterói este monitoramento ocorre em estação manual com medição de somente partículas inaláveis.

2.9.1.2 Ambiente interno

O Ministério da Saúde publicou a Portaria 3523 de 28 de agosto de 1998, que visa promover o estabelecimento de medidas referentes à limpeza dos sistemas de climatização e medidas específicas de padrões da qualidade do ar identificando poluentes de natureza física, química e biológica com suas respectivas fontes, visando a prevenção de riscos à saúde dos ocupantes desses ambientes. A Portaria 3523/98 tem por objetivo aprovar procedimentos que visem minimizar o risco potencial à saúde dos ocupantes, considerando-se que:

- Segundo a EPA (1995), os americanos passam tipicamente 90% de suas vidas em ambientes fechados. A ventilação nos edifícios foi determinada como inadequada em mais de 50% dos 300 edifícios na qual o Instituto Nacional de Saúde dos EUA (NIOSH) conduziu investigações de qualidade do ar interno, sendo que, em aproximadamente 30% deles, um contaminante interno específico foi encontrado. O ar interno pode estar até 100 vezes pior que o

externo, segundo a Agência de Proteção Ambiental dos EUA. A Organização Mundial da Saúde estima que em torno de 30% dos novos edifícios construídos ou reformados possuam problemas de QAI.

Esta portaria (3523/98) define a síndrome dos edifícios doentes, como sendo o surgimento de sintomas comuns à população em geral, mas que em uma determinada situação temporal, pode ser relacionado a um edifício em particular.

Além disso, também objetiva aprovar um regulamento técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujeiras por métodos físicos e manutenção dos estado de eficiência e integridade de todos os componentes dos sistemas de climatização.

Medidas específicas referentes a padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados, em termos de definir parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, bem como identificação dos poluentes de natureza física, química e biológica, com suas tolerâncias e métodos de controle e pré-requisitos de projetos de instalação e de execução dos sistemas de climatização, serão objeto de regulamento técnico a ser elaborado pelo Ministério da Saúde.

A portaria também impõe que todos os sistemas de climatização estejam em condições adequadas de limpeza, manutenção, operação e controle, exigindo a implantação, para sistemas com capacidade acima de 60000 BTU/h, por um responsável técnico habilitado, de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC).

Esse plano deve conter a identificação do estabelecimento que possui ambientes climatizados, a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade das mesmas, as recomendações a serem adotadas em situações de falha do equipamento e de emergência, para garantia de condições de segurança. São fornecidos o PMOC e uma tabela de classificação dos filtros de ar para utilização em ambientes climatizados.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, em decorrência da Portaria 3523, publicou a Resolução 176 de 24 de outubro de 2000 com algumas orientações técnicas sobre "Padrões Referenciais da Qualidade do Ar de Interiores em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo". Essa Resolução define os parâmetros mínimos para uma boa qualidade do ar de interiores como a concentração de CO₂ e material particulado,

temperatura, umidade relativa e velocidade do ar. Parâmetros mais complexos como COVs e aldeídos necessitam ser melhor estudados para que sua influência sobre os ocupantes possa ser quantificada e padrões estabelecidos.

Regulamentações de saúde ocupacional relativa às atividades industriais continuam a ser uma atividade do Ministério do Trabalho, através do Decreto-Lei 5452 de 1943 estabelecidas na NR-15. Esse tem baseado suas regulamentações nos valores de limite de tolerância publicados pela ACGIH (USA). Os limites de exposição em mg/m^3 são baseados em 48 h/semana no Brasil e 40 h/semana nos EUA.

A Resolução nº 09 de 16 de janeiro de 2003 da ANVISA traz uma revisão da experiência da aplicação da resolução anterior e tem como intenção estabelecer critérios que informem a população sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, cujo desequilíbrio poderá causar agravos à saúde dos seus ocupantes; e cria instrumentos para as equipes profissionais envolvidas no controle de qualidade do ar interior, no planejamento, elaboração, análise e execução de projetos físicos e nas ações de inspeção de ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Tem como metas promover o processo de revisão na Resolução ANVISA -RE 176/00; atualizar esta resolução de acordo com a realidade do país e disponibilizar informações sobre o conhecimento e a experiência adquirida nos dois primeiros anos de vigência da RE 176.

O Grupo Técnico Assessor responsável pela sua elaboração criou a Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, no que diz respeito a definição de valores máximos recomendáveis para contaminação biológica, química e parâmetros físicos do ar interior, a identificação das fontes poluentes de natureza biológica, química e física, métodos analíticos e as recomendações para controle.

A Resolução 09/2003 apresenta as seguintes definições complementares às adotadas na Portaria GM/MS n ° 3 523/98:

- Aerodispersóides, ambiente aceitável, ambientes climatizados, ambiente de uso público e coletivo, ar condicionado, Padrão Referencial de Qualidade do Ar Interior, Qualidade do Ar Ambiental Interior e Valor Máximo Recomendável.

Recomenda Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo. Define a relação I/E 1, 5, onde I é a quantidade de fungos no ambiente interior e é a quantidade de fungos no ambiente exterior.

Define como inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos.

Define os Valores Máximos Recomendáveis para contaminação química são:

- 1000 ppm de dióxido de carbono – (CO₂), como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar;
- 80 g/m³ de aerodispersóides totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado.

Define os valores recomendáveis para os parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar e de grau de pureza do ar, deverão estar de acordo com a NBR 6401 – Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Esta resolução refere-se às fontes poluentes e recomenda que estes dados sejam adotados para pesquisa, assim como no levantamento da realidade brasileira. Descreve os principais agentes biológicos (bactérias, fungosprotozoários, vírus, algas, pólen, artrópodes, animais), agentes químicos (CO, CO₂, NO₂, O₃, formaldeído, material particulado, fumo de tabaco, COV, COS-V), identifica suas principais fontes em ambientes interiores e as medidas de correção nesses ambientes.

A importância da Resolução 09 de Janeiro de 2003 está no fato dela apresentar critérios referenciais e metodologia para análise, pois até então não havia documento nacional que guiasse principalmente os estudos sobre a QAI. As pesquisas tinham como base, normas internacionais, de países com clima e cultura diversos do Brasil, sabe-se, contudo que há uma forma diferente de comportamento dos elementos a serem analisados, bem como os poluentes.

2.10 LIMPEZA QUÍMICA DO LAR --- IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA

Os meios de comunicação tem nos chamado atenção para o devastador efeito que a atividade humana está causando sobre a vida e sobre os ecossistemas do planeta. Tudo isto ocorre dentro das diversas formas de progresso, onde são lançados uma gama de produtos químicos que prometem reduzir os esforços domésticos para a manutenção do lar. São detergentes que limpam sem esfregar, desentupidores que se assemelham a tornados ou lustradores com brilho final dos pisos de palácios.

Essas maravilhosas descobertas contribuem negativamente para a “qualidade do ar” que respiramos e podem acarretar danos à saúde por suas toxidades. Essa situação tende a ser agravada pelo fato de atualmente existirem ambientes projetados e construídos sem janelas, como os banheiros e algumas vezes as cozinhas dos edifícios. A ventilação natural além de reduzir a necessidade do uso de produtos de limpeza, anti-mofos e bactericidas, também seria um fator para amenizar o contato com alguns produtos tóxicos.

Cerca de 10000 substâncias químicas sintéticas novas são lançadas anualmente no mercado, tais como detergentes, desodorizadores de ambiente, lustradores, desinfetantes, etc.

Algumas são realmente úteis na limpeza doméstica e não se conhece o grau de nocividade ou efeitos secundários. Outras representam grande perigo a quem as manipula e também em relação aos resíduos deixados no meio ambiente.

Serão citados a seguir alguns produtos e os seus compostos químicos, bem como a toxicidade dos mesmos. Na tabela retirada de Bueno, 1995, encontramos uma lista de produtos usados na limpeza e manutenção do espaço interior que estão relacionados com problemas de saúde. Cita algumas soluções que poderiam ser adotadas para que estes produtos não entrem em contato diário com as pessoas, havendo a necessidade de introduzir mudanças de hábitos e costumes em relação às formas de limpar os ambientes com a tentativa de aliar a manutenção do espaço interior doméstico à manutenção da saúde.

Como podemos observar na tabela 03, apresentada a seguir, quase todos os produtos químicos encontrados nos produtos de limpeza doméstica estão relacionados com níveis de toxicidade que provocam danos à saúde de seus usuários.

Nesta tabela também se encontram os produtos químicos que fazem parte da constituição de cada material de limpeza. Bueno descreve outras formas de manter os

ambientes para que estes materiais com toxidade possam ser evitados pelas pessoas que entram em contato com eles direta ou indiretamente no ambiente doméstico ou até mesmo, no local de trabalho.

Toxidade é a capacidade de uma substância química produzir um efeito nocivo quando interage com um organismo vivo. A toxidade de uma substância depende da dose e/ou do sistema biológico de cada um (MORAES, 2006).

Tabela 03 - Lar ecológico – Limpeza sem contaminação.

LAR ECOLÓGICO: LIMPEZA SEM CONTAMINAÇÃO

PRODUTO E USO	COMPOSTOS QUÍMICOS	TOXICIDADE	ALTERNATIVAS
DESCASCANTES E REMOVEDORES DE PINTURAS	Soda cáustica (NaOH), benzeno, diclorometano, produção de fosfógeno ao queimar-se.	Intoxicação, queimaduras na pele, cancerígeno (o benzeno).	Lixar, polir, soprar um jato de areia, carbonato sódico, amoníaco.
DESENTUPIDORES	Soda cáustica (70%), nitrato sódico (15%), cloreto sódico, ácidos.	Queimaduras na pele, narcótico.	Desentupidor de ventosa.
DESINFETANTES PARA SANITÁRIOS E ARMÁRIOS	Lixívia concentrada, cloro, hidrocarbonetos, formaldeído, fenol, percloroetileno, tricloroetileno.	Germicida, diminui as defesas, cancerígeno, mutagénico.	Essência de cedro, de cravo, canela, tomilho e outras, com vaporizador.
DESCALCIFICANTES PARA PANEIS, CAFETEIRAS, ETC.	Ácido clorídrico (HCl, ácido muriático), ácido fosfórico, clorantes.	Perigo para as crianças.	Ácido cítrico, ácido tartárico, vinagre.
TIRA-MANCHAS	Tetracloroeto de carbono, tricloroetileno, percloroetileno.	Veneno para as células, particularmente as nervosas: tetr. e tri. são cancerígenos e afetam o fígado.	Sabão, produtos de fermentação láctea.
LIMPADORES DE CRISTAIS	Isopropanol (10%), tensoativos (0,1%).	Alergias, eczemas.	Álcool diluído, água com vinagre.
LIMPADORES DE PISO	Vários solventes (toluol, xilol, tricloroetileno, gasolina), ceras sintéticas, amolecedores de água, tensoativos (30%).	Diversas moléstias.	Sabão verde, sabão em flocos, preparados de cera apícola, lixívia de cinzas de lenha.
IMPREGNADORES DE TECIDOS	Ceras sintéticas, parafina, silicone, resinas sintéticas com sulfonamidas, formaldeído, solventes (tricloroetileno ou percloroetileno).	Enjões, vômitos, erupções, alergias.	Amido.
AEROSÓIS PARA COURO, LIMPADORES DE CALÇADOS	Ceras sintéticas, essência de terebintina, gasolina, diluentes para laca, gás propulsor com propano ou CFC.	Tosse, inflamação dos olhos, conjuntivite.	Preparados de cera apícola.
AMBIENTADORES	Paradiclorobenzeno.	Contaminação aquática.	Airar, limpar, colocar flores.
LIMPADORES DE SANITÁRIOS	Ácido fosfórico, amoníaco, hipoclorito sódico, tensoativos.	Irritações cutâneas, alergias, perigo infantil.	Sabão com um pouco de areia, produtos de fermentação láctea.
PRODUTOS PARA ESFREGAR	Areia de quartzo e tensoativos, aromas, desinfetantes.	Alergias e outras moléstias.	Cinzas de lenha, vinagre.
LAVA-LOUÇAS	Tensoativos, fosfatos, branqueadores ópticos, enzimas, aromas.	Envenenamento de animais aquáticos, radioatividade, permeabilidade das mucosas a bactérias e produtos químicos.	Soro de leite (ácido láctico), vinagre, tensoativos de óleos vegetais.
DETERGENTES	Fosfatos, tensoativos, branqueadores e branqueadores ópticos, enzimas e outros.	Eczemas, conjuntivite, alergias.	Sabão neutro, carbonato sódico, produtos de fermentação láctea, lixívia de cinzas de lenha (para roupa escura), fosfato se passar de 60°C.

Texto publicado em Oberflächenbehandlung und Pflege im Haus, Institut für Baubiologie + Ökologie. Holzham 25. D-8201 Neu-Beuern e republicado pela revista Integral.

Analisando os produtos utilizados, atualmente, observou que ainda hoje, cerca de 11 anos após a confecção da tabela acima, persistem nos produtos para a manutenção e limpeza do ambiente doméstico, todos os produtos químicos considerados como contaminantes para o ar em 1995. Sendo assim, podemos observar a tabela abaixo dos produtos nacionais levantados nesta pesquisa, considerando a toxicidade de acordo com Bueno (1995) e Moraes (2006):

Tabela 04 - produzida pelo autor através da comparação de dados com tabela anterior.

Produto e uso	Composição	Toxicidade
Sabão pastoso desengordurante	Óleos vegetais, hidróxido de potássio, carbonato de sódio, álcool etílico, silicato de sódio, açúcar, essência e água.	Irritações cutâneas
Desengordurante líquido	Alquil benzeno sulfonato de sódio, álcool etoxilado, coadjuvante, sequestrante, perfume e água.	Cancerígeno
Desengordurante limpeza pesada	Dodecil benzeno sulfonato de sódio, tensoativo não-iônico, coadjuvantes, solubilizante, sequestrante e éter glicólico, álcool, corante, água, perfume e conservante.	Cancerígeno, diminui as defesas do organismo
Detergente comum para lavar louças	Tensoativo aniônico, glicerina, cosadjuvante, preservante, espessante, opacificante, fragrância e veículo. Componente ativo: alquibenzeno sulfonato de sódio Tensoativo biodegradável	Eczemas, alergias, conjuntivite
Sabão em pó	Tensoativos, coadjuvantes, branqueadores óptica, pigmento, perfume, água e carga Princípio ativo: alquil benzeno sulfonato de sódio (biodegradável).	Envenenamento de animais aquáticos, radioatividade, permeabilidade das mucosas a bactéria e produtos químicos.
Desinfetante	Orto-benzil p- clorofenicol 0, 25%, orto- fenilfenol 0, 50%, formol, sabão, óleo de pinho, sequestrante, estabilizante, solvente e corante .	Cancerígeno, irritação cutânea, alergias respiratórias.
Sabão em pasta para limpeza pesada	Sebo animal, carbonato de sódio, hidróxido de sódio, essência, carbonato de magnésio, água .	Irritação cutânea, ressecamento da pele.
Sabão em pedra de coco	Óleo de coco, açúcar, hidróxido de sódio, cloreto de sódio, branqueador óptico e água .	Alergias de pele
Desentupidor de pias e ralos	Hidróxido de sódio, cloreto de sódio, nitrato de sódio, sulfeto de alumínio, carbonato de sódio e corante .	Queimaduras na pele, perigo para crianças
Limpa vidros	Lauril éter sulfato de sódio, hidróxido de amônio, formaldeído, nonifenol etoxilado, butiglicol, EDTA, fragrância e corante.	Cancerígeno, diminui as defesas do organismo.
Lustra móveis	Emulsão aquosa de cera de carnaúba, silicone, essência e água.	Irritante para alergias respiratórias

Fonte: BUENO, 1995.

Neste estudo serão apresentados apenas três, das centenas de produtos existentes em nossa realidade. Foram escolhidos pelo fato de possuírem grande toxicidade e também por serem manuseados por desconhecimento da sua natureza, quase sempre sem nenhuma proteção (luvas ou máscaras) pela maioria das pessoas, são eles: o cloro, o benzeno e o formol.

2.10.1 Sobre o Cloro :

O Cloro líquido é obtido por meio da eletrólise de solução de Cloreto de sódio e água. Sua aparência inicial é a de um gás amarelo – esverdeado, com odor pungente e irritante. Posteriormente, o cloro-gás é pressurizado a baixa temperatura para ser liquefeito, transformando-se em um líquido claro de cor âmbar. Ele é comercializado nesta forma, sendo transportado em carros-tanque e cilindros de 900 kg.

O Cloro é extensivamente utilizado na fabricação de PVC, solventes clorados, agroquímicos e no branqueamento da celulose. Também é utilizado como intermediário nos processos de obtenção de numerosos produtos químicos, tais como: anticoagulantes, poliuretanos, lubrificantes, amaciantes de tecidos, fluido para freios, fibras de poliéster, insumos farmacêuticos, etc .

Devido ao seu alto poder bactericida, é largamente empregado no tratamento da água potável e de piscinas.

De acordo a Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia, não é indicado para crianças com rinite e sinusite, o contato com piscinas que contém cloro, pois provoca o agravamento do quadro através da irritação da mucosa nasal.

O Cloro líquido é ainda empregado como matéria-prima no processo produtivo do Cloreto de Hidrogênio, do Ácido Clorídrico, do Hipoclorito de Sódio, Água sanitária e do Dicloroetano.

O manual de alguns fabricantes apresenta recomendações a respeito do hipoclorito de sódio e água sanitária, conforme o texto a seguir:

- devem ser manuseados com cuidado porque podem ser corrosivos à pele e tecidos, devido ao seu poder oxidante e à sua alcalinidade Além dos cuidados nunca usar hipoclorito de sódio direto na pele, nunca reutilizar a embalagem,

manter os produtos longe do alcance das crianças e de animais domésticos, ao comprar água sanitária verificar se no rótulo contém registro do Ministério da Saúde, nome e endereço do fabricante, data de fabricação e prazo de validade, e guardar a água sanitária em recipiente fechado e em local ventilado e longe dos raios solares e do calor .

Em caso de acidentes, como:

1. Contato com os olhos – lavá-los em água corrente por 10 a 15 minutos Se ocorrer vista embaçada ou areia nos olhos, procurar um oftalmologista.
2. Contato com a pele – lavá-la em água corrente por 10 a 15 minutos Use luvas ao mexer com o produto, pois o hipoclorito de sódio e a água sanitária podem causar vermelhidão, alergia e até queimadura Caso ocorra, procure um dermatologista .
3. Ingestão do produto – não provoque vômitos, tome gelatina líquida ou clara de ovo e procure um médico.
4. Inalação do produto em ambiente fechado – saia do local imediatamente Caso sinta mal-estar ou falta de ar, procure um médico.

Pelas recomendações do fabricante pode-se perceber a periculosidade do produto a que milhares de pessoas estão sujeitas no ambiente doméstico e muitas vezes no local de trabalho. Neste último, quase sempre sem o uso de proteção para a inalação e contato com a pele, e sendo obrigada a permanecer no ambiente durante a limpeza do mesmo.

As recomendações da OSHA (Occupational Safety and Health Administration) – 2003, são as seguintes:

- Limite de exposição permissível – para a indústria em geral: 1ppm, 3 mg/ m³ - limitemáximo que não pode ser excedido (CEILING)
- Limite de exposição para marítimos -- 1ppm, 3 mg/m³ -- (TWA)

As recomendações do NIOSH - 2003 apresenta como limite, 0, 5 ppm twa; 1ppm (STEL).

A ACGIH– 2003 apresenta os limites de TLV como: 0, 5 ppm, 1, 5 mg/m³ (TWA); 1ppm, 2, 9 mg/m³ (STEL).

Os sintomas de contato com o cloro afetam os olhos, as mãos, o nariz (olfato), ardência na pele, lacrimejamento, tosse, enjôo, dor de cabeça, vômito, vertigem, edema pulmonar, dermatites, podendo causar efeitos adversos à saúde tais como : lesão pulmonar, irritação nos olhos, bronquite, distúrbios no sistema nervoso central. O sistema respiratório é o mais afetado, podendo desenvolver a asma.

2.10.2 Sobre o Formol

O formol ou formaldeído, solução a 37%, é um composto líquido claro com várias aplicações, sendo usado normalmente como preservativo, desinfetante e anti-séptico. Também é usado para embalsamar peças de cadáveres, mas é útil também na confecção de seda artificial, celulose, tintas e corantes, soluções de uréia, tiouréia, resinas melamínicas, vidros, espelhos e explosivos. O formol também pode ser utilizado para dar firmeza nos tecidos, na confecção de germicidas, fungicidas agrícolas, na confecção de borracha sintética e na coagulação da borracha natural. É empregado no endurecimento de gelatinas, albuminas e caseínas. É também usado na fabricação de drogas e pesticidas.

Segundo a EPA, é utilizado em muitos produtos de construção, sendo o principal componente de algumas espumas de isolamento, partes de chapas, incluindo madeira compensada, “*fiberglass*”, adesivos, colas, conservantes em algumas tintas e cosméticos, alguns produtos de papel, fertilizantes, vidro e material de empacotamento. Ele também é produzido por combustão incompleta de combustíveis baseados em hidrocarbonetos. Portanto, fumaça de cigarro, combustíveis para aquecimento ou para cozinhar, tais como gás natural e querosene, são fontes. Altas concentrações em escritórios podem ser vistas devidas à sua liberação a partir de chapas usadas em móveis e até mesmo em papel de parede.

É um dos compostos, pertencente ao grupo químico dos aldeídos, que se inclui em uma grande “família química” chamada compostos orgânicos voláteis. O termo volátil significa que o composto volatiliza-se (torna-se gás) à temperatura ambiente.

O formol é tóxico quando ingerido, inalado ou quando entra em contato com a pele, por via intravenosa, intraperitoneal ou subcutânea. Em concentrações de 20 ppm (partes por

milhão) no ar causa rapidamente irritação nos olhos. Sob a forma de gás é mais perigoso do que em estado de vapor.

Em quatro instituições internacionais de pesquisa foi comprovado o potencial carcinogênico do formaldeído:

- Em 1995, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classificou este composto como sendo carcinogênico para humanos (Grupo 1, julho 2004), tumorigênico, teratogênico por produzir efeitos na reprodução para humanos. Em estudos experimentais, demonstraram ser também para algumas espécies de animais.
- Agência de Proteção Ambiental (EPA), em 2003, dos EUA: “O composto foi avaliado pelo grupo de avaliação de carcinogenicidade da ACGIH e foi considerado suspeito de causar câncer em humanos .“
- Associação de Saúde e Segurança Ocupacional (OSHA), 2003 dos EUA: considera que o agente é suspeito de causar câncer para humanos.
- O Programa Nacional de Toxicologia dos EUA (Fourth Annual Report on Carcinogens) de 1984 considerou que o formaldeído é um agente cancerígeno nas seguintes doses para ratos: por via oral, 1170 mg/kg/; por via dérmica 350 mg/kg e por via inalatória 15 ppm/6 horas.

A inalação deste composto pode causar irritação nos olhos, nariz, mucosas e trato respiratório superior. Em altas concentrações pode causar bronquite, pneumonia ou laringite.

Os sintomas mais freqüentes no caso de inalação são fortes dores de cabeça, tosse, falta de ar, vertigem, dificuldade para respirar e edema pulmonar. O contato com o vapor ou com a solução pode deixar a pele esbranquiçada, áspera e causar forte sensação de anestesia e necrose na pele superficial. Longos períodos de exposição podem causar dermatite e hipersensibilidade, rachaduras na pele (ressecamento) e ulcerações principalmente entre os dedos; podem ainda causar conjuntivite.

O vapor de formaldeído irrita todas as partes do sistema respiratório superior e também afeta os olhos. A maioria dos indivíduos pode detectar o formol em concentrações tão baixas como 0,5 ppm e, conforme for aumentando a concentração até o atual limite de Exposição Máxima, a irritação se dá mais pronunciada.

Medições das concentrações de formaldeído no ar de interior em laboratórios de anatomia têm apontado níveis entre 0,07 e 2,94 ppm (partes por milhão). Uma relação entre a concentração e os sintomas podem ser feitos:

- 0, 1 a 0, 3 ppm: menor nível no qual tem sido reportada irritação;
- 0, 8 ppm: limiar para o odor (começa a sentir o cheiro);
- 1 a 2 ppm: limiar de irritação leve;
- 2 a 3 ppm: irritação dos olhos, nariz e garganta;
- 4 a 5 ppm: aumento da irritação de membranas mucosas e lacrimejação significativa;
- 10 a 20 ppm: lacrimejação abundante, severa sensação de queimação, tosse, podendo ser tolerada por apenas alguns minutos (15 a 16 ppm pode matar camundongos e coelhos após 10 horas de exposição);
- 50 a 100 ppm: causa danos severos em 5 a 10 minutos (exposição de camundongos a 700 ppm pode ser fatal em duas horas).

A ingestão causa imediata e intensa dor na boca e faringe. Provoca dores abdominais com náuseas, vômito e possível perda de consciência. Outros sintomas como proteinúria, acidose, hematemesis, hematúria, anúria, vertigem, coma e morte por falência respiratória também podem ser observados. Ocasionalmente pode ocorrer diarreia (com possibilidade de sangue nas fezes), pele pálida, fria e úmida, além de sinais de choque como dificuldade de micção, convulsões, e estupor. A ingestão também pode ocasionar inflamação e ulceração /coagulação com necrose na mucosa gastro-intestinal .

Também podem ser observadas lesões como corrosão no estômago e estrias esofágicas e colapso circulatório e nos rins após a ingestão. A inalação ou aspiração do produto pode provocar severas alterações pulmonares ao entrar em contato com o meio ácido estomacal. Outras conseqüências são danos degenerativos no fígado, rins, coração e cérebro.

No estado líquido ou vapor é irritante para pele, olhos e mucosas. Também é um potente irritante do trato respiratório. É absorvido através da pele pode causar lacrimejamento.

Segundo a OSHA 2003, o limite máximo permitido de exposição contínua é de 5 ppm, sendo que, nos casos de pico, a concentração máxima deve ser de 10 ppm. A OSHA classificou o formol como irritante e com potencial cancerígeno.

O Criteria Document publicado pelo Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional dos EUA (NIOSH) recomenda que o limite máximo presente no ar seja de 0.1 ppm/15minutos e o uso de luvas e máscaras durante a manipulação do produto. A máscara deve ter filtro especial para vapores orgânicos.

Sendo um composto com suspeita de causar câncer em humanos, todo cuidado deve ser tomado durante a manipulação do formol. Deve ser estocado em temperatura ambiente, mas não inferior a 15 Co(60 F.) Deve ser protegido da luz e hermeticamente fechado para evitar contato com a atmosfera e com a lua.

Em caso de derramamento deve-se usar papel absorvente para retirada do líquido. Deve-se retirar toda a roupa contaminada e colocá-la em recipiente adequado para ser descontaminação. Caso tenha havido contato com a pele, deve-se lavar a superfície com sabão e água.

Serão citados algumas informações técnicas adicionais, atentando para o fato deste produto tão perigoso, possuir vários sinônimos, o que dificulta a identificação nos rótulos dos produtos onde o mesmo se encontra inserido na formulação.

- Nome químico:: formaldeído a 37%
- Fórmula química: CH_2O
- Fórmula estrutural: $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$
- Nomes comerciais: formalina, formol, formalit, ivalon, Karsan, Lysoform, Oxometano, Oximetileno etc.

2.10.3 Sobre o Benzeno

De acordo com (Silva, 2004), o benzeno é também conhecido com o nome de benzol, mistura de benzeno com outros hidrocarbonetos aromáticos (tolueno e xileno). No Brasil, grande parte do benzeno é produzido por pirólise da nafta nas centrais petroquímicas (COPENE, COPESUL). É utilizado como matéria-prima na obtenção de vários produtos ou intermediários químicos: etilbenzeno, cumeno, ciclohexano, nitrobenzeno, alquibenzeno, clorobenzeno, anidro maleico e outros similares. É também encontrado na formulação de tintas, ceras, lubrificantes, solventes, agrotóxicos, detergentes, borrachas, graxas, resinas, etc. Além disso, pode ser encontrado em alguns petróleos e na própria gasolina automotiva.

Podemos encontrar traços de benzeno no ar, nos alimentos, na água e no sol. Nas grandes cidades, 82% desta contribuição provém da gasolina automotiva, 14% tem origem nas atividades industriais e 4% em atividades diversas (SILVA, 2004).

SILVA (2004) apud Gioda e Aquino Neto (2003) e Leite et Al (1998) descrevem níveis de benzeno em escritórios do Rio de Janeiro em torno de $24\mu\text{g}/\text{m}^3$ e no ar urbano um valor médio de $8\mu/\text{m}^3$. Essas pesquisas confirmam que os ambientes fechados podem ter elevados níveis de benzeno, maiores que o ar livre, principalmente se nesses ambientes forem manuseados tintas, colas, ceras e outros produtos similares.

Para os organismos internacionais, o benzeno é cancerígeno, mielotóxico regular e leucomogênico (OMS, 1996; IARC – Internacional Association for research in Câncer, ACGIH, OSHA e NIOSH), não possuindo limite seguro de exposição, mesmo em baixas concentrações. Acarreta lesões ao sistema nervoso central, alterações citogenéticas e em outros órgãos e sistemas. Não existem sinais ou sintomas específicos da intoxicação.

A curto prazo, o benzeno é irritante das mucosas, em altas concentrações pode provocar edema pulmonar e hemorragia nas áreas de contato. A absorção provoca efeitos tóxicos para o sistema nervoso central causando, de acordo com a quantidade absorvida, narcose e excitação seguida de sonolência, vertigem, cefaléia, náuseas, taquicardia, dificuldade respiratória, tremores, convulsões, perda de consciência e morte (SILVA, 2004).

A longo prazo estudos experimentais observaram o aparecimento de efeitos neuro-comportamentais, neuropsicológicos, agudos ou crônicos. As vias de absorção são a cutânea e a respiratória, sendo a última, a mais importante. O transporte no organismo é feito pelo sangue a todos os tecidos. A manutenção deste contato com o benzeno pode provocar alterações sangüíneas, como a leucopenia e neutropenia, a plaquetopenia, linfocitopenia, etc. Podem ocorrer alterações dermatológicas como eritema e dermatite de contato por exposições prolongadas ao benzeno. Um dos grandes vilões do benzeno são os vazamentos de tanques de armazenamento subterrâneos ou derramamentos de gasolina para o solo contaminando os aquíferos, onde estes constituem fontes de abastecimento de água das populações de regiões afetadas (SILVA, 2004).

A EPA (Agência de Proteção Ambiental) norte americana estima que 30% dos tanques submersos dos EUA estão com problemas de vazamento. Isto se relaciona com o tempo de

vida dos tanques, cerca de 25 anos. É preciso manter os solos limpos e executar o controle sobre as áreas contaminadas para garantir a qualidade das águas subterrâneas.

De acordo com Silva, (2004), uma das fontes de contaminação por benzeno são algumas operações que ocorrem nos postos de gasolina, colocando em risco o meio ambiente, a vizinhança e os trabalhadores, são elas:

- 1) O manuseio – provocando vazamento com gotas durante o abastecimento de automóvel. Além de provocar contaminação ao funcionário, frentista, ocasiona desperdício de aproximadamente 100 a 150 ml de combustível por dia.
- 2) Defeitos Técnicos – infiltração de combustível no subsolo ou no sistema de drenagem da água pluvial.
- 3) Corrosão dos tanques subterrâneos – se dá pela presença de água doce ou salgada sobre estes tanques causando corrosão eletroquímica ou eletrolítica.

Além de acarretar grandes riscos de contaminação ao meio, o benzeno produz uma série de doenças ocupacionais, há carência de dados confiáveis sobre a incidência desses problemas, pois não se costuma relacionar os casos de intoxicação com o aparecimento de doenças graves (SILVA, 2004 apud VIEGAS, 2003).

O câncer é uma delas e a incidência desta doença é significativa nos grupos estudados por SILVA (2004). Este estudo apresenta um projeto pedagógico de conscientização da toxicidade do benzeno presente na gasolina automotiva para que sejam esclarecidos os fatores ambientais, o controle da exposição aos agentes químicos e físicos sobre o indivíduo e as conseqüências da ausência do controle sobre os trabalhadores e a população.

A legislação Brasileira, em 1978, introduz a Portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978, que regulamenta a Lei 6514, de 22 de dezembro de 1977. Ela relaciona uma lista de 145 substâncias químicas cujas concentrações ambientais deverão obedecer a parâmetros quantitativos – os limites de Tolerância ambientais, entre os quais encontramos o benzeno.

Os valores máximos permitidos para os diferentes hidrocarbonetos monoaromáticos, de acordo com a Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde (MS, 2004), são 5µg/L para o benzeno, 170µg/L para o tolueno, 200µg/L para o etilbenzeno e 300µg/L para o xileno.

A Constituição Federal estabelece ao Poder público e à coletividade o dever de defender o meio ambiente. O relatório do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento se compromete com o desenvolvimento sustentável e menciona a relevância da participação social no controle e na gestão ambiental. Isto inclui a população e o setor produtivo. Mesmo assim, a classe trabalhadora dos postos ainda não possui adicional de insalubridade para compensar o envenenamento diário a que estão submetidos. Embora este seria apenas um paliativo. Sabe-se, portanto que a atitude mais sensata seria a substituição ou mesmo a redução do benzeno por um outro produto na constituição da gasolina.

2.11 QUALIDADE DO AR NOS SANITÁRIOS RESIDENCIAIS

A qualidade do ar nos ambientes internos dos edifícios depende de dois aspectos básicos e relacionados:

- a existência de agentes e a concentração de poluentes presentes no ar destes ambientes, decorrentes das atividades que aí ocorrem, dos materiais que são utilizados em sua construção, dos equipamentos utilizados e dos processos de manutenção;
- a existência de processos de renovação do ar do ambiente e limpeza (filtros) que mantenham o nível dos poluentes existentes em taxas aceitáveis para a saúde dos usuários

É necessário, inicialmente, esclarecer como estes ambientes são utilizados pelas pessoas, como são construídos e mantidos para avaliar a presença de poluentes no ar.

O processo de investigação da qualidade do ar demanda que sejam previamente conhecidos os padrões de referencia que:

1 estabelecem os níveis aceitáveis de exposição às concentrações destes poluentes;

2 estabelecem os padrões de ventilação e renovação de ar nestes ambientes visando a manutenção da qualidade do ar

Estes parâmetros de referencia serão utilizados na confrontação com os resultados obtidos através do processo experimental utilizado para investigar o problema.

2.11.1 As atividades – costumes e decorrências

Os sanitários visam, primordialmente, atender os hábitos e necessidades de higiene do ser humano através da lavagem do corpo ou de partes dele, com água e produtos de limpeza, e da realização das necessidades fisiológicas. Estas funções também são acompanhadas da utilização de água, para a eliminação dos resíduos e como complemento de higiene.

Por hábito cultural, mesmo quando a temperatura do ambiente e da água tem valores relativamente elevados, é comum a utilização de água aquecida por aparelhos situados no próprio ambiente ou fora dele, principalmente utilizando a queima de gás. Em dias mais frios, é corrente a utilização de água aquecida nos banhos, que podem ter duração maior que o estritamente necessário para a higiene.

Como conseqüência destes padrões de uso, a umidade relativa do ar dos sanitários pode exceder limites que propiciam o surgimento de mofo, podendo chegar a 100%, provocando condensação nas superfícies mais frias e facultando o surgimento, difusão no ar e fixação de microorganismos e fungos, inclusive nos equipamentos acessórios as atividades de higiene, como toalhas, tapetes, além das superfícies do ambiente e dos equipamentos.

O trabalho de manutenção da limpeza e higiene dos sanitários exige a utilização de produtos de limpeza com fortes concentração de substâncias como cloro, formaldeído e amônia, também utilizados na manutenção regular da higiene das superfícies e equipamento, podendo ocasionar problemas de saúde tanto por contato com a pele como por inalação.

Ainda ocorre, principalmente nos imóveis mais antigos, o uso de aquecedores à gás em ambientes com exaustão mecânica, algumas vezes ventilados por poços e onde nem sempre há ventilação natural. Hoje, o uso de aquecedores à gás tem sua utilização regulamentada (não necessariamente fiscalizada) por legislação. Entretanto, é potencialmente perigosa pela possibilidade de geração de CO, resultado da queima imperfeita do gás, e de outros gases, sendo fundamental que o ambiente e o equipamento tenham seus dispositivos de ventilação natural devidamente dimensionados e operantes.

Também nos sanitários ocorrem os rituais cosméticos, complementares ou não as operações de limpeza, utilizando produtos diretamente aplicados sobre o corpo sob a forma de líquidos, pastas, pós ou através de aspersão. Partes destes produtos, vapores, gases ou

partículas, podem se difundir no ar contido no compartimento, eventualmente em concentrações que causem algum efeito sobre o organismo, como irritação respiratória.

Deve ser ressaltada uma peculiaridade cultural própria à utilização dos sanitários: o desejo de privacidade relacionado a várias atividades que aí ocorrem, como a reserva à exposição do corpo e ao desempenho das necessidades fisiológicas. É relevante a observação no sentido que o maior vão destes ambientes, a porta de acesso, tende a ser mantida fechada, o que diminui a possibilidade de ventilação através de outros ambientes. Também deve ser lembrado o temor que muitas pessoas tem das “correntes de ar” que prejudicariam a saúde, resultando no fechamento voluntário das aberturas controláveis, janelas e portas. Todos esses condicionantes, de forma individual ou em conjunto, colaboram para a qualidade do ar de interior dos sanitários.

2.11.2 O risco ambiental proveniente dos materiais de revestimento das superfícies e dos equipamentos sanitários

Como os sanitários são considerados, dentre os ambientes residenciais, como “áreas molhadas” (com razão), é habitual a utilização de revestimentos impermeáveis no piso, paredes e divisórias. Por outro lado, nos lavabos, onde normalmente não ocorrem banhos, necessariamente nem sempre são revestidos da mesma forma.

Em todas as superfícies que tem contato com água, diretamente ou por condensação, pode haver a formação de mofo, que se propaga no ar, com prejuízo para a respiração, afetando pessoas mais sensíveis e alérgicas. A qualidade da ventilação, assim como a possibilidade de incidência de luz solar, é importante para minorar estes efeitos, tanto acelerando a evaporação das superfícies úmidas como através da exaustão do ar saturado e/ou contaminado.

O material mais utilizado como revestimento, são as placas cerâmicas. Estas não tem risco reconhecido, embora suas juntas, preenchidas com argamassa, tendam a acumular resíduos e propiciar o crescimento de mofo. Houve época em que foi bastante utilizado o laminado melamínico aplicado nas paredes visando, inclusive, reduzir as juntas. Entretanto este material é um emissor de formaldeído, substância reconhecidamente tóxica. Seu uso foi reduzido pelas dificuldades de aplicação e manutenção. Outro material bastante utilizado é a

pedra ornamental, como granito, que podem ser fonte de radônio. Quanto aos vidros, não se registro de tem efeitos ambientais nocivos.

Dentre os equipamentos, os aparelhos sanitários são habitualmente feitos com cerâmica vitrificada, que dificulta a fixação de resíduos e não tem apresentado risco conhecido. Entretanto, em outros equipamentos, como armários, bancadas, aparelhos moldados e acessórios, é comum o uso de laminados plásticos e madeiras aglomeradas, que emitem formaldeído.

2.11.3 Referenciais para a ventilação e renovação do ar

A instituição americana ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, juntamente com a também americana ANSI – American National Standards Institute, criaram a referência mais significativa quanto a padrões para a qualidade do ar dos ambientes internos, a ASHRAE-62, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, continuamente revisada, atualmente na versão 62.1-2004.

Ela trata tanto de recomendações e quantificações de ventilação, como sobre a presença e concentração de poluentes do ar que, como citado, devem ser considerados conjuntamente visando a qualidade do ar.

Sua recomendação básica quanto à quantificação da ventilação estabelece que devem ocorrer, de forma geral, 0,35 trocas/hora do volume de ar dos ambientes. Quanto aos sanitários, estabelece que 50 cfm (25 l/s) para uma vazão intermitente, podendo ser reduzida para 20 cfm (10 l/s) se a vazão for contínua.

Buscando referências quanto à ventilação de sanitários residenciais em outras fontes, como a ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento, foram encontrados os seguintes valores: 18 l/s, independente da área do compartimento (RENABRAVA RN 02 – 2003). Outra referência nacional, a Resolução RE nº9, da ANVISA, cita o valor de 17 m³/hora/pessoa para a renovação de ar em ambientes climatizados com alta rotatividade de pessoas, condicionada à níveis aceitáveis de CO₂.

Deve ser ressaltado que estes padrões tendem a regular ambientes voltados para atividades administrativas, comerciais e industriais, assim como sistemas de ventilação, condicionamento artificiais e mecanizados. Referências conceituadas têm origem em países

com condições climáticas diversas do Brasil, onde predomina clima quente e úmido e não existe tanta preocupação com a vedação dos compartimentos por exigências do clima e de conservação de energia.

3 NITERÓI NO CONTEXTO DA “SUSTENTABILIDADE”

Niterói vem realizando planos, projetos e obras ao longo de sua história e hoje é considerada uma cidade com qualidade de vida. Mas à medida que o tempo passa novos conceitos em relação à qualidade vão sendo colocados. E para torná-los realidade na cidade é imprescindível reescrever algumas normativas para induzir o crescimento e desenvolvimento com bases nos novos conceitos de sustentabilidade.

Isto ocorreu em Niterói quando o Plano Diretor foi revisado e nele foram colocadas as solicitações do Estatuto da Cidade. Logo, ainda há muito que se fazer em relação à legislação urbanística, ao código de obras e à fiscalização.

E essas mudanças acontecem na medida em que a população as requisita do poder público. Niterói já deu o ponto de partida mas ainda tem um longo percurso para o crescimento equilibrado.

Consta na Constituição Federal o direito a um meio ambiente sadio:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 1988 - CAPÍTULO VI - DO MEIO AMBIENTE, Art 225).

Direito que também está presente na Lei Orgânica do Município de Niterói:

“O Município assegurará a todos o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida, bem como fará observar o dever constitucional de preservá-lo ” (LEI ORGÂNICA MUNICIPAL, Art 316).

No texto básico da Lei já existe uma intenção da manutenção do equilíbrio ambiental e com certeza esses documentos tiveram como pressupostos o Relatório Bruntland na Alemanha (1987), e posteriormente a ECO-92 no Rio de Janeiro.

É importante compreender a amplitude do termo meio-ambiente para imaginar o que está inserido nele:

Um bom exemplo da visão de hoje está em Neves & Tostes (1992, p 17):

“Meio ambiente é tudo o que tem a ver com a vida de um ser ou de um grupo de seres vivos os elementos físicos , os elementos vivos , elementos culturais , e a maneira como esses elementos são tratados pela sociedade Compõem também o meio ambiente as interações destes elementos entre si, e entre eles as atividades humanas Assim entendido, o meio ambiente não diz respeito apenas ao meio natural, mas também às vilas, cidades, todo o ambiente construído pelo homem ”

Esta definição demonstra que a busca por um meio ambiente equilibrado, passa pela qualidade do local onde vivemos, incluindo-se aí moradias dignas, água de boa qualidade, coleta e tratamento de esgotos e lixo, lazer, livre acesso à cultura, à educação, aos esportes, entre outros fatores relacionados à qualidade de vida. Ou seja, a noção de meio ambiente hoje, para o ser humano, inclui a cidade e sua qualidade de vida .

Outro termo que necessita ser esclarecido é o de Desenvolvimento Sustentável. Segundo Rezende (2003), a noção de sustentabilidade faz a ponte possível entre o ambiental e o urbano, visto que associa compromissos como as políticas sociais, o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental. Por esta razão, o equilíbrio do ecossistema urbano deve ser buscado, ou seja, é fundamental para o futuro das cidades e dos sistemas naturais. Sendo assim:

Desenvolvimento sustentável é a forma de desenvolvimento econômico que não tem como paradigma o crescimento, mas a melhoria da qualidade de vida; que não caminha em direção ao esgotamento dos recursos naturais, nem gera substâncias tóxicas no ambiente em quantidades acima da capacidade assimilativa do sistema natural; que reconhece o direito de existência das outras espécies; que reconhece os direitos das gerações futuras em usufruir do planeta tal qual o conhecemos; que busca fazer as atividades humanas funcionarem em harmonia com o sistema natural, de forma que este tenha preservadas suas funções de manutenção da vida por um tempo indeterminado ” (LIMA-E-SILVA, 1999).

Esses conceitos, meio-ambiente, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade, equilíbrio ambiental, ficaram mais visíveis após a ECO-92, produzindo mudança de comportamento na camada da população participativa em Niterói.

Com a elaboração dos Planos Urbanísticos Regionais (PUR), houve grandes movimentos em certos bairros mais nobres – como São Francisco e na Região Oceânica – contra o aumento do gabarito na aprovação dos PURs. Estes bairros tiveram sucesso, ainda que temporário ou parcial, enquanto outros continuam com adensamentos de prédios e conseqüente população, sem os investimentos adequados em infra-estrutura .

Como em Icaraí e Santa Rosa, que tiveram a sua verticalização sem nenhuma resistência. Vê-se a construção de novos prédios residenciais, sem o devido acompanhamento da infra-estrutura necessária para receber os novos moradores. Com um sistema viário que já está no seu limite, com engarrafamentos constantes e poluição crescente, fatores que contribuem negativamente para a qualidade do ar.

A arquitetura e o Urbanismo se encontram relacionados com a sustentabilidade na medida em que a produção do espaço urbano e da construção contemplem a preservação dos recursos energéticos e ambientais para as gerações que virão sem prejuízo ao progresso.

Logo a elaboração de projetos eficientes energeticamente, devem ser contemplados com uma arquitetura adaptada ao clima, considerando iluminação natural com o mínimo de uso da artificial, especificando materiais de acabamentos adequados ao clima e usando ao máximo a ventilação natural. Além desses aspectos intrínsecos ao projeto e à obra, há que se considerar uma difícil tarefa, que é a transformação de hábitos e costumes, alterações no modo de vida de cada um, mudanças de atitude entranhadas no dia-a-dia da casa e da cidade, relativas à cultura, para que seja possível a efetivação da vida sustentável .

3.1 LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA VIGENTE

3.1.1 Breve histórico do planejamento e dos planos da cidade

Desde a sua criação oficial, quando a Vila Real da Praia Grande foi elevada à categoria de cidade (passando a se chamar Nictheroy) em 1835, Niterói já possuía leis, planos e projetos, como o Plano Pallière na Praia Grande, o Plano Taulois na “cidade nova” de Icaraí e o Projeto de Felipe dos Santos Reis para o Porto de Niterói no aterrado de São Lourenço.

Depois de passar por muitos planos para todas as regiões, em atendimento às exigências da Constituição Federal (para cidades com mais de 20000 habitantes) e às pressões dos movimentos organizados da cidade, elabora seu Plano Diretor, aprovado em 1992.

O território de Niterói para efeito de planejamento foi dividido em 5 regiões: Região das Praias da Baía; Região Norte; Região de Pendotiba; Região Oceânica e Região Leste.

Os novos instrumentos normativos criados pelo Plano diretor resultaram numa reformulação total das condições de uso e ocupação do solo na Região das Praias da Baía, que foi objeto de um Plano Urbanístico Regional (PUR) aprovado em 1995.

Com a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei 10 257) em 10 07 2001, os instrumentos de intervenção urbana regulamentados por esta lei foram aplicados na formulação do Plano Urbanístico Regional 2002 (Lei 1967/2002), revogando assim o PUR 1995.

O Plano Urbanístico da Região (PUR) das Praias da Baía, de 2002, tem como diretrizes principais:

“pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade; garantia do bem-estar de seus habitantes; adequada distribuição da população, das atividades sócio-econômicas e dos equipamentos urbanos e comunitários, ao espaço urbano; integração e complementaridade das políticas de uso e ocupação do solo, meio ambiente, habitação, saneamento básico, transportes e sistema viário, serviços públicos, equipamentos urbanos e comunitários; ordenação e correção da expansão urbana; proteção, recuperação e uso sustentável dos recursos naturais; proteção e recuperação do patrimônio histórico, artístico, turístico, cultural e paisagístico; integração das áreas de ocupação informal à cidade formal; adequação do direito de construir à função social da propriedade; aplicação de instrumentos de política urbana que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental ”

3.1 .2 Análise dos parâmetros urbanísticos – Região das Praias da Baía

Nesta pesquisa encontra-se estudo da legislação referente à Região das Praias da Baía onde estão inseridos os bairros Icaraí e Santa Rosa. Os aspectos a serem levantados são aqueles influenciadores das soluções arquitetônicas dos edifícios de uso residencial, tais como: gabaritos permitidos, prismas principais e secundários e poços, cota de densidade, de acordo com o PUR-2002.

Os parâmetros urbanísticos analisados são:

- 1) cota de densidade (CD) - definida como a grandeza absoluta de valor variável, cuja área de um lote por ela dividida determina o número de unidades habitacionais admissível nesse lote. Quanto menor é a CD, maior é o número de unidades habitações permitidas naquele terreno, com menor restrição à ocupação. Quando a cota de densidade permite grande adensamento, torna-se mais difícil solucionar no projeto arquitetônico as questões referentes à iluminação e ventilação dessas unidades com a mesma eficácia, alterando a QAI – Qualidade do Ar Interior em algumas unidades do mesmo edifício, não garantindo equidade de direitos.
- 2) prismas – espaços abertos e descobertos de forma prismática situados no interior da edificação para onde se voltam os vãos de iluminação e ventilação dos ambientes das unidades residenciais. Podem ser primários (ventilam e iluminam salas e quartos – ditos ambientes de longa permanência) ou secundários (o mesmo para banheiros, cozinhas e áreas – ditos ambientes de curta permanência).

Tabela 05 - Dimensionamento de prismas (PUR – 2002)

Tipo de prisma	Gabarito da lâmina (h)	Diâmetro mínimo do prisma (m)
principal	até 3 pavtos	3,00
	mais de 4 pavimentos	acresce 0,50 m p/ pavto
secundário	Até 3 pavtos	1,50
	Com 4 pavtos	2,00
	com mais de 4 pavtos	acresce 0,30 m p/pavto

Este dimensionamento produz reflexos principalmente na solução arquitetônica dos edifícios com gabarito superior a 5 pavimentos. Nos aspectos referentes à iluminação e ventilação, podemos dizer que estas dimensões dificultam o aproveitamento das fontes naturais de energia, sol e ventos.

Para verificação desta afirmativa foram feitas simulações de incidência do sol com base nas declividades verticais do sol no Rio de Janeiro, de acordo com Gonçalves (1955) e Neves (1989).

Após a simulação desses parâmetros num edifício com 12 pavimentos de lâmina, com um prisma principal interno de 7, 50m de diâmetro, para ventilar e iluminar quartos e salas, observou-se que :

No solstício de verão no Rio de Janeiro, latitude 22 graus, a incidência do sol através das arestas superiores do edifício às 10h da manhã (62 graus – inclinação vertical) atingiria apenas os apartamentos do 7º ao 12º andar. Do 1º ao 6º andar, não recebem luz direta do sol, somente luz direta refletida às 12h devido à sua inclinação vertical de 89 graus. A situação se agrava no solstício de inverno quando os ângulos de incidência do sol são menores comparativamente ao verão.

No Prisma secundário, com 4,10 m, para ventilar e iluminar banheiros, em um edifício com 12 pavimentos de lâmina, observou-se que no verão :

Existe insolação nas unidades do 8º ao 12º pavimento, no período das 10h às 11h, reduzindo a possibilidade de aproveitamento da iluminação natural, recebendo incidência direta do sol sem penetração nos ambientes somente às 12h.

- 3) Poços -- permanecem em uso dentro das dimensões mínimas estabelecidas e servem principalmente para passagem de tubulações das instalações prediais, como “shafts”. Os poços que ventilam banheiros normalmente não fazem uso da exaustão eletro-mecânica. Utiliza-se um sistema de ventilação natural através do “efeito chaminé”, onde o poço é finalizado na cobertura com aberturas que forçam a saída dos gases.

4 ALCOVAS E BANHEIROS -- SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS

A arquitetura urbana se relaciona com a estrutura urbana onde se encontra instalada. Ela atende a determinadas solicitações de ordem sócio-culturais e econômicas, além de estar cerceada pelo estágio tecnológico que influencia o método construtivo, a escolha dos materiais, dentre outras. Durante o período colonial, no séc XVIII, no Rio de Janeiro, toda a produção, uso da Arquitetura e dos núcleos urbano tinham com base o trabalho escravo.

As ruas das vilas e cidades eram criadas a partir da presença dos sobrados e das casas térreas, construídas sobre o alinhamento das vias públicas e sobre os limites laterais dos terrenos .

A arquitetura colonial resultava do tipo de lote urbano e das características das antigas tradições urbanísticas de Portugal. A rua existente, ainda sem os calçamentos, vinha sendo alinhavada pelos prédios, assim definida espacialmente.

Havia grande uniformidade nos partidos arquitetônicos, em certos casos fixados pela Carta Régia ou por posturas municipais. Dimensões e número de aberturas, altura dos pavimentos e alinhamentos com as edificações vizinhas eram exigências comuns no século XVIII. Essa preocupação formal tinha por finalidade a garantia de que as vilas e cidades brasileiras tivessem aparência portuguesa.

Como se observa na figura 02 , neste período, não havia banheiros na solução da planta-baixa da residência. No final da casa ficava localizada a cozinha e uma área de serviços. Ficando por conta dos escravos o transporte, a limpeza e o abastecimento das bilhas d'água, dos tigres (barris de esgoto) e dos barris de lixo que representavam os “serviços” residências deste período.

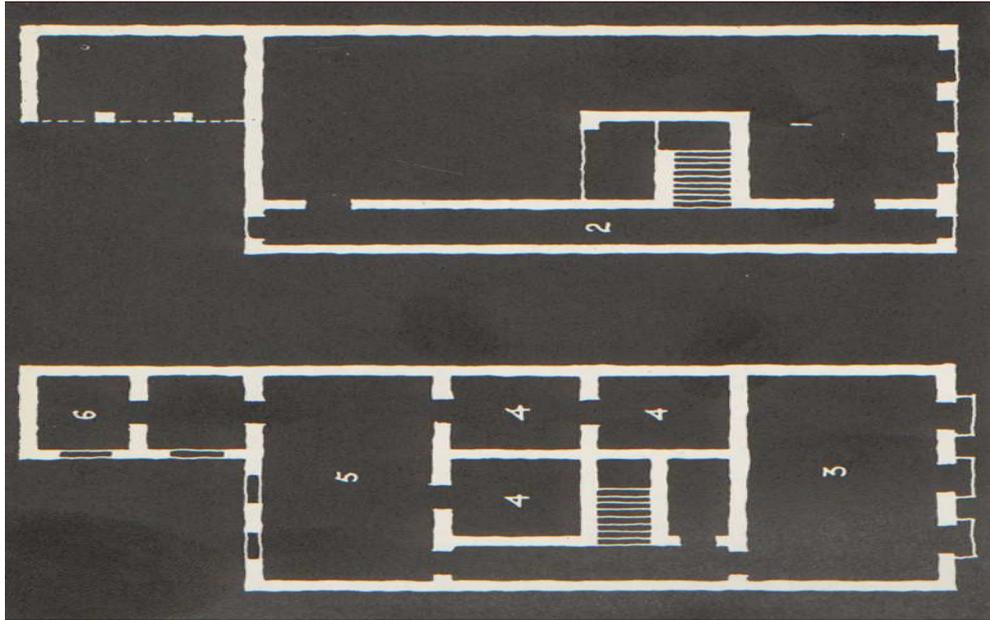


Figura 02 – Planta Residência período colonial

Fonte: REIS FILHO

1- loja 2 - corredor de entrada 3- salão 4- alcovas 5- sala de viver ou varanda

6 - cozinha e serviços

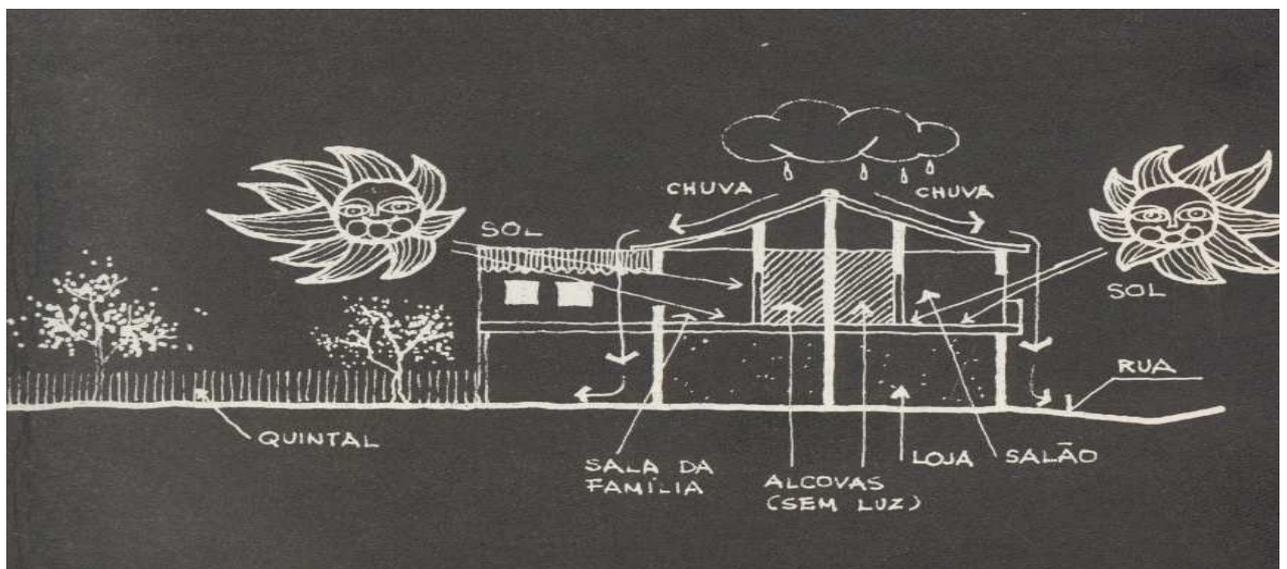


Figura 03 - Corte transversal lote urbano – Residência período colonial .

Fonte: REIS FILHO

A repetição não era exclusividade das fachadas, apresentava-se também nas plantas – baixas, como descreve Reis Filho, 1970, p 24:

“ As salas da frente e as lojas aproveitavam as aberturas sobre a rua, ficando as aberturas dos fundos para iluminação dos cômodos de permanência das mulheres e dos locais de trabalho. Entre estas partes com iluminação natural, situavam-se as alcovas, destinadas à permanência noturna e onde dificilmente penetrava a luz do dia. A circulação realizava-se sobretudo em um corredor longitudinal que, em geral, conduzia da porta da rua aos fundos. Esse corredor apoiava-se a uma das paredes laterais, ou fixava-se no centro da planta, nos exemplos maiores .”

As paredes eram construídas com pau-a-pique, adobe ou taipa de pilão, e nas casas mais nobres, usava-se pedra e barro, raramente tijolos, ou ainda, pedra e cal .

As construções sobre os limites laterais dos lotes estavam em busca de estabilidade e da proteção das empenas contra a chuva, na expectativa de que as construções vizinhas tivessem a mesma altura.

O século XIX com a corte no Rio de Janeiro, a presença da Missão Francesa e a Academia de Belas – Artes favorecem a construção de residências mais refinadas, surge o porão alto, após as residências térreas e os sobrados. Escadarias, colunas e frontões de pedra compunham as fachadas da arquitetura agora neoclássica deixando para trás as construções coloniais.

Com a abertura dos portos e a entrada do país no mercado mundial, equipamentos importados e outras novidades permitem mudanças na arquitetura, tais como: as platibandas em lugar dos beirais, os vidros simples nas bandeiras das portas e janelas em lugar das gelosias, as calhas e condutores, etc.

Surgem os primeiros passeios juntos às casas. Mas apesar dessas inovações, a casa em sua forma de habitar se mantém através do trabalho escravo.

Entre 1850 e 1900 há a decadência do trabalho escravo e a imigração de europeus, dando início ao aperfeiçoamento das técnicas construtivas. Surgem as casas urbanas com jardins laterais e afastadas dos vizinhos.

As exportações do café tornam possível a importação de equipamentos como máquinas a vapor, serrarias, etc que contribuem para as mudanças na construção.

Com o ecletismo surgem as primeiras casas independentes do trabalho servil. Primariamente algumas casas possuem instalações hidráulicas e contam com uma criada para manutenção e limpeza doméstica.

A evolução das plantas se tem pela introdução de quartos, dormitórios abertos e iluminados através de um pátio descoberto em substituição às alcovas. Há portanto uma melhoria nas condições de higiene com a introdução de banheiros (ver planta abaixo) e quartos ventilados naturalmente. Vemos que as soluções monótonas do período colonial passaram por constantes mudanças e adaptações das plantas para acompanhar as tecnologias e costumes.

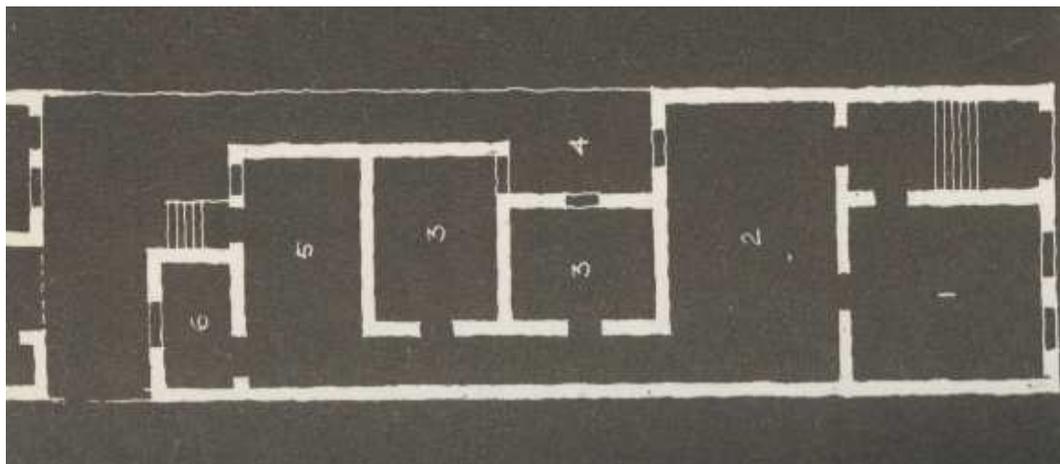


Figura 04 ---- Planta – Baixa Residência com banheiro (Fonte: REIS FILHO)

1- sala de visitas 2 – sala de jantar e estar 3—dormitórios 4—pátio para arejamento e iluminação das peças internas 5 – cozinha 6- banheiro 7 – dormitório para criada

Entre os anos de 1900 e 1920, havia um compromisso da sociedade brasileira com um regime de trabalho escravo extinto. Os edifícios ligavam-se aos esquemas rígidos dos tempos coloniais, sendo inovações os edifícios comerciais, as casas com jardins e as vilas operárias .

Logo após a primeira guerra mundial, surgem os primeiros prédios de alguns andares, substituindo os velhos sobrados comerciais do tipo português, com residências e lojas. Nos primeiros anos do século se inicia a separação entre os locais de residência e de trabalho. Tais edifícios abrigavam bancos, jornais ou repartições públicas. Com traços que perduram até 1930, possuíam janelas com vidros ornamentados com desenhos na parte externa das folhas Pé-direito de quatro a cinco metros, possibilitando o emprego de bandeiras sobre as portas e janelas, com traços semelhantes a arquitetura colonial. Eram assim as construções da Cinelândia no Rio de Janeiro, da Avenida São João em São Paulo ou da Praça dos Andradas em Porto Alegre . Sobre esse período, descreve Reis Filho, página, 82:

“Logo após a primeira guerra mundial, aproveitando a grande valorização dos terrenos das áreas centrais, as novas possibilidades das estruturas

metálicas, mas sobretudo do concreto e o aparecimento dos elevadores, os edifícios sofreriam uma verticalização acentuada. ”

Entre 1930 e 1940 a verticalização inova no setor residencial, inicialmente com relutância e surgem os prédios de apartamentos. De 1940 a 1960 é intensa a industrialização e urbanização no Brasil. Ocorre um vertiginoso avanço técnico e econômico, com profundas transformações sociais. Começa a construção de Brasília, uma das mais importantes experiências arquitetônicas e urbanísticas deste século.

A cada passo da Arquitetura, do Neoclássico, passando pelo Modernismo e chegando à arquitetura Contemporânea, o banheiro esteve inserido como não poderia deixar de ser, na planta –baixa dos imóveis residências , comerciais e industriais, assimilando as inovações, tecnologias, modismos e hábitos, e embora essencial, foi sendo reduzida a sua área de ocupação em relação à área do imóvel como um todo. Até então, define-se como espaço de uso indispensável, parte integrante das residências e apartamentos, variando em dimensões, localização, tipos de ventilação e, contudo, trazendo novas possibilidades em relação a análise da qualidade ambiental do interior desse espaço.

4.1 SOLUÇÕES ATUAIS PARA VENTILAÇÃO DE BANHEIROS NOS EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Analisando os lançamentos de construções dos últimos cinco anos, pode-se facilmente constatar uma mudança nas soluções da planta –baixa dos pavimentos-tipo. Trata-se da interiorização dos banheiros na planta, onde se prioriza a ventilação natural dos ambientes de longa permanência (quartos e salas). Sendo assim, na solução arquitetônica do volume da edificação, salas e quartos, encontram-se nas fachadas, banheiros estão ventilados através de prismas voltados para o interior do edifício em áreas menos valorizadas da edificação. Com isso encontramos algumas modalidades diferentes de ventilação para os banheiros, como se segue:

- 1) Por poços – onde não há janela com visibilidade externa, ou seja, sem iluminação natural, e a dimensão dos poços são tão mínimas que dificultam uma posterior manutenção das alvenarias do mesmo ou qualquer outro tipo de acesso.
- 2) Por exaustão mecânica – quando não há janelas e a ventilação ocorre através de mecanismos elétricos, exaustores. Normalmente essa exaustão se dá através de um duto vertical que vai do banheiro até a cobertura, onde se encontra o

exaustor, sendo a manutenção de responsabilidade condominial. Há dificuldade de manutenção, pois a mesma depende do acordo de todos os moradores daquela coluna.

- 3) Por prismas --- quando a janela recebe luz e vento através do prisma existente. Mesmo que em menor vazão, a ventilação é natural e está sujeita às condições de localização da janela em relação aos posicionamentos do sol durante as estações do ano e ao regime de ventos do local.
- 4) Por janelas – quando a ventilação e iluminação são naturais. Só depende do próprio usuário a manutenção da ventilação com a abertura constante das bsculas da esquadria existente.
- 5) Por rebaixamento de tetos -- quando acontece a ventilação através de rebaixo executado no teto do banheiro que se pretende ventilar, estando este ligado a outro ambiente como, por exemplo, banheiro com janelas. Grelhas são instaladas no teto rebaixado e através delas há a renovação do ar, porém não há iluminação natural. Porém no espaço entre a laje e o rebaixo há acúmulo de poeira prejudicando assim a QAI.

Nos banheiros sem janelas, ou seja, sem ventilação natural, não é possível aplicar os conceitos que devem ser de domínio dos arquitetos: o desempenho energético da edificação. O estudo da forma e orientação da edificação pode favorecer a iluminação e ventilação naturais.

Já ocorre nos EUA e Europa a etiquetagem da edificação que não tarda a acontecer no Brasil, e irá promover uma mudança de comportamento por parte dos arquitetos e dos usuários dos imóveis, que passarão a exigir dos projetos e construções, o selo de “econômicos” ou sustentáveis.

A legislação urbanística é um dos recursos de controle da produção do espaço urbano e arquitetônico, por esse motivo serão apresentados aqui as interferências da normativa de Niterói sobre os projetos para edificação de uso residencial no contexto da ventilação de ambientes sem janelas. Serão analisados os banheiros com as tipologias de ventilação 4 e 5, ventilados por janelas e por rebaixamento de tetos, comparando a qualidade do ar nesses ambientes e verificando através da medição dos gases se a solução arquitetônica resultante da normativa modificou a QAI (qualidade do ar de interior).

A título de exemplo, serão apresentadas a seguir algumas soluções em planta-baixa com lay-out da unidade residencial com as categorias de ventilação descritas anteriormente :

4.1.1 Banheiros ventilados por exaustão mecânica



Figura 05 – Planta –baixa sem escala apartamento / solução típica de banheiros ventilados por exaustão mecânica.

Os dois banheiros, ambos com (2,99m²) da planta-baixa da figura 05, um ao lado da suíte e o outro social, voltado para circulação, são ventilados através de exaustão eletromecânica e conforme se pode observar na planta de situação geral do pavimento-tipo em escala reduzida, na localização da unidade residencial apresentada, os banheiros estão situados no miolo do pavimento –tipo, privilegiando com ventilação natural por janelas os ambientes da fachada oposta, quartos, sala e área de serviço. O poder público, solicita somente no ato da aprovação do projeto que sejam feitas as observações em forma de nota, de ciência da colocação de exaustores mecânicos com sistema condominial ou individual para ventilar banheiros da edificação. Observa-se também uma constante na solução das cozinhas, que é o fato de sua ventilação ser realizada através de uma janela existente na área de serviço, fazendo o espaço cozinha – área ser figurado por um só ambiente.

4.1.2 Banheiros ventilados por janela



Figura 06 - Planta –baixa sem escala apartamento / solução típica de banheiros ventilados naturalmente.

Refere-se ao banheiro(2,78m²) que se liga ao hall e possui janela Esta modalidade de banheiros ventilados naturalmente, com iluminação também natural, tem sido pouco encontrado e em alguns empreendimentos passou a ser moeda de valorização do imóvel. Talvez este fato esteja relacionado com a não obrigatoriedade da colocação de janelas em banheiros pela legislação vigente.

4.1.3 Banheiros ventilados por rebaixo



Figura 07- Planta –baixa sem escala apartamento / solução típica de banheiros ventilados por rebaixo .

A ventilação do banheiro social, aberto para a circulação, é feita através de rebaixo no teto do mesmo (com a abertura de grelhas no material de rebaixo) ligados por parede lateral geminada ao banheiro (2,99m²) pertencente à suíte, que possui ventilação e iluminação naturais através de janela. O banheiro social (3,07m²) não tem acesso à iluminação natural, obrigando o acionamento de lâmpada a cada uso. Analisando a sustentabilidade desta solução, devido a obrigatoriedade do uso de iluminação elétrica, mesmo durante o dia, não se pode considerar como viável.

4.1.4 Banheiros ventilados por prismas e banheiros ventilados por poços

A primeira modalidade, por prismas, tem sido muito pouco encontrada. Em pesquisa feita pelo autor deste estudo na prefeitura, não havia nenhum projeto aprovado que tivesse usado este recurso que consta na lei para iluminar e ventilar os ambientes. Isto se deve às dimensões reduzidas dos terrenos e a pressão do mercado para colocar num mesmo lote o número máximo de unidades residenciais. O projetista fica sujeito a várias pressões, dentre elas a legislação, sem o atendimento dos seus requisitos não consegue aprovar o projeto.

A segunda modalidade, por poços, ainda se encontra nos últimos lançamentos de edifícios residenciais desta região, nos bairros de Icaraí e Santa Rosa. Os poços não iluminam, somente ventilam. Analisando a sustentabilidade dessas soluções, esta também não se incluiria como a melhor delas, pois obriga o usuário ao acionamento de lâmpada e consumo da energia elétrica para adentrar ao ambiente. Observa-se uma tendência nos últimos lançamentos imobiliários pela adoção da ventilação dos banheiros através de exaustão mecânica.

5 METODOLOGIA

O primeiro momento deste estudo de caso incluía a escolha do edifício residencial a ser analisado. A fonte procurada para esta investigação foi o arquivo de plantas da PMN - Prefeitura de Niterói. Iniciada a pesquisa, percebeu-se que era extremamente difícil encontrar entre tantas plantas aprovadas e construídas, uma edificação com banheiros sem janela, contendo no mesmo apartamento, um outro banheiro com janela, cuja intenção era poder avaliar e comparar as medições nesses ambientes. A catalogação das edificações no arquivo da PMN foi feita por ano de construção e por endereço, somente, logo ficaria complicado abrir todas as pastas e descobrir por acaso, plantas-baixas com a solução que se pretendia investigar.

Partiu-se então para entrevistar alguns arquitetos que projetam edifícios a cerca de dez anos em Niterói. Contatos foram feitos e alguns projetos já construídos continham o que se procurava. Com as plantas na mão, visitou-se esses condomínios, e em conversa com os síndicos para pedir a permissão para que os testes fossem realizados.

Os doze edifícios selecionados localizavam-se em Icaraí e Santa Rosa, bairros da zona sul de Niterói. Todos se caracterizavam por alocar população de padrão médio e alto. A dificuldade de penetrar no edifício já surgia na entrada das portarias, com seus sistemas modernos de câmeras, em dois deles, não se chegava ao síndico, muito menos aos moradores que queriam atender a pesquisas. Com toda essa relutância, perdeu-se um tempo precioso para os testes, aguardando após o contato com o síndico que as respostas fossem dadas. Alguns edifícios enviaram resposta por escrito e justificaram a negação por questões da manutenção da segurança interna do condomínio, diziam porquê agiam assim em relação a entrada de pesquisadores.

Finalmente, conseguiu-se intermediar o contato com um edifício em Icaraí, pois através de uma professora e moradora, houve possibilidade de relatar os objetivos dos testes e através dos seus relacionamentos com os seus vizinhos, o condomínio aceitou a realização dos testes no interior dos apartamentos.

5.1 LOCALIZAÇÃO E MEDIÇÕES

O edifício residencial estudo de caso fica em Icaraí, bairro da região das Praias da Baía, em Niterói-Rio de Janeiro.

Trata-se de um edifício (conforme ANEXO A) locado em centro de terreno com todos os afastamentos livres, laterais e fundo. Possui quatro apartamentos por andar, simétricos em relação a um eixo central da planta-baixa. Possuem área semelhante em torno de 80m², distribuídos em 3 quartos, sendo um suíte, banheiro da suíte, banheiro social, cozinha, área de serviço, quarto de empregada e banheiro de empregada.

Icaraí é um bairro com concentração de população de média e alta rendas coexistindo com população de baixa renda oriunda das favelas do seu entorno. Possui um espaço urbano bem estruturado em relação a serviços, escolas, praças e áreas verdes, com ruas bem arborizadas. Seu trânsito é intenso, principalmente na área de estudo devido a presença de muitas escolas.

No bairro estudado não possui indústrias, predominando o uso residencial e serviços.

Numa mesma manhã, das 8h às 12 h, foram analisados cinco apartamentos com a presença do técnico responsável pelo equipamento Multilog 2000 cedido pela FIRJAN. Foram medidas a temperatura ambiente, o monóxido de carbono (CO), o oxigênio (O₂) e sulfeto de hidrogênio(H₂S). A medição foi feita em 3 pontos do apartamento, no banheiro da suíte, no quarto anexo e no banheiro social, realizando uma vez em cada um dos ambientes, finalizando 9 medições por apartamento.

De acordo com relato dos moradores, este edifício passou por problemas sérios em relação a vazamento de gás nas tubulações, mas obras foram feitas e todo o sistema de tubulações, inclusive houve troca de coluna de gás, estando assim solucionada a situação.

Em cada um dos apartamentos foram realizadas medições considerando as situações dos ambientes, primeiro com janelas e portas, totalmente abertas e depois, totalmente,

fechadas. Os ambientes selecionados para as medições foram o banheiro da suíte (sem janela), banheiro social (com janela) e o quarto anexo ao banheiro sem janela. O tempo entre uma seqüência de medições e a seguir foi em torno de 5 minutos, aguardando posteriormente a cada medição que o equipamento retornasse a sua calibração ao nível zero e só depois se iniciava a medição seguinte. Paralelamente um questionário ia sendo preenchido pelo pesquisador, parte dele através da entrevista ao morador do apartamento (queixa dos usuários, forma de limpeza, produtos usados na limpeza, etc) e a outra, preenchida pelas observações (presença de manchas de umidade, materiais de acabamento, materiais do mobiliário, presença de plantas no ambiente, etc) feita pelo entrevistador no espaço físico testado.

As medições foram feitas de duas maneiras :

1º) com as janelas e portas abertas, com a existência de ventilação cruzada nesses ambientes, medindo a temperatura, o CO, o O₂ e o H₂S.

2º) com as janelas e portas fechadas, reduzindo as trocas de ar externo, medindo a temperatura ambiente, o CO, o O₂ e o H₂S.

Nas duas situações o equipamento era ligado dentro do ambiente apoiado sobre a bancada do banheiro, cerca de 1m de altura, por cerca de 5 minutos para cada situação. Foram observadas as particularidades de uso e atividades desenvolvidas no interior dos ambientes em cada momento da medição e antes de se efetuarem as mesmas, como serão apresentadas a seguir.

Apartamentos --- descrição das medições com equipamento

Banheiro 2 - ventilado por rebaixo através da cozinha (com ventilação natural), o banheiro 2 não possui exaustão mecânica:

A medição teve início às 9h e término às 9:20 h da manhã do dia 31/10/2006. Dia claro, bastante ventilado. Alguns minutos antes das medições o usuário realizou atividades dentro deste ambiente, tais como: escovou os dentes, tomou banho, ligando o chuveiro elétrico, usou o vaso sanitário. Durante essas atividades a porta estava fechada.

Quarto – anexo ao banheiro 2 :

As medições foram feitas primeiro com a janela e porta totalmente abertas e depois totalmente fechadas. Algum tempo antes das medições o usuário utilizou no ambiente, desodorante spray, perfume, hidratante, arrumando-se com a janela fechada

Banheiro 1 – ventilado naturalmente:

As medições foram feitas primeiro com a janela e porta totalmente abertas e depois totalmente fechadas. Alguns minutos antes das medições o usuário realizou atividades dentro deste ambiente, tais como: escovou os dentes, tomou banho, ligando o chuveiro elétrico, usou o vaso sanitário. Durante essas atividades a porta estava fechada e a janela estava aberta.

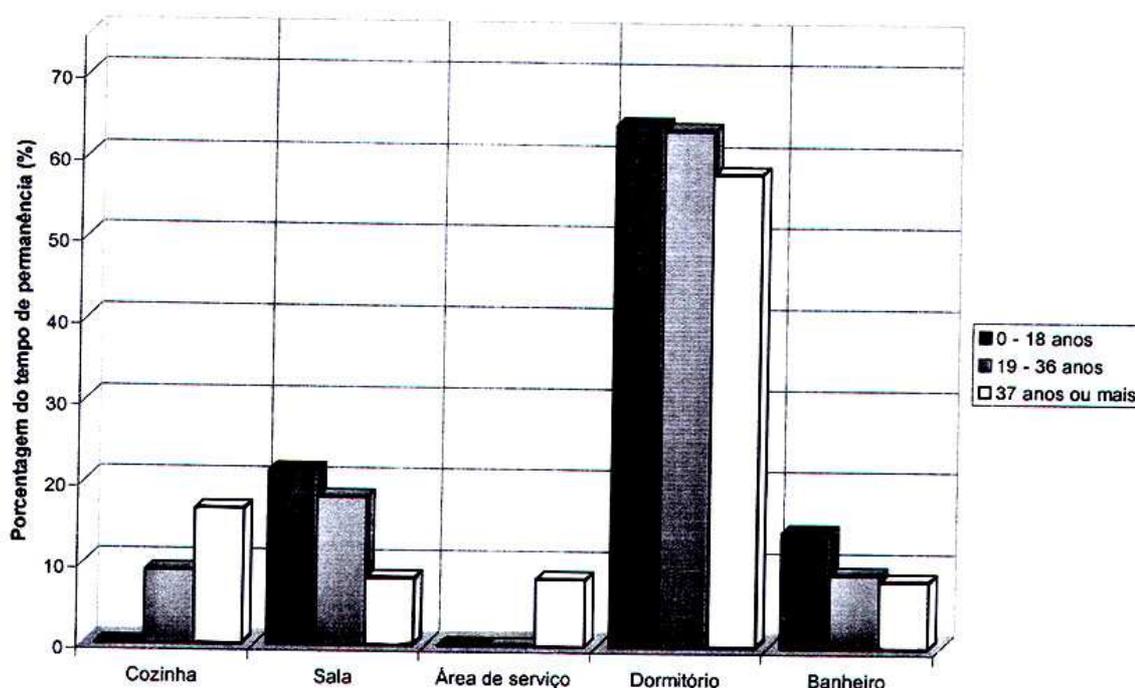


Figura – Tempo de permanência das pessoas nos ambientes do apartamento.

Figura 08- Tempo de permanência das pessoas nos ambientes do apartamento

Fonte: (MORAES, 2006).

Neste gráfico observa-se que a média aritmética do tempo de permanência foi de 60% no dormitório, 16% na sala, 11% no banheiro, 9% na cozinha e 3% na área de serviço. Isto varia de acordo com a faixa etária das pessoas que estão nesses apartamentos. Por exemplo na área de serviço somente são encontradas as pessoas com mais de 37 anos; na cozinha, não

há registro da permanência de pessoas da faixa etária de 0-18 anos. Já no dormitório, encontram-se as pessoas das faixas etárias de 0-18anos, de 19-35 anos e com mais de 37 anos.

Moraes, 2006 encontra em suas medições altas concentrações em massa de aerodispersóides (acima de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$). Portanto se estes valores se encontram elevados há prejuízo à saúde das pessoas que permanecem por longo período nos dormitórios.

Também por este fato é relevante a medição dos gases nos dormitórios. As medições feitas nos banheiros têm relação com a hipótese a ser comprovada. A medição nos quartos serve de parâmetro para análise dos resultados que serão encontrados nos banheiros.

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.2.1 Resultados - Apartamento 01

Tabela 06 – Dados / observação direta do pesquisador do apartamento 01

A) Ambiente interno, B) Ventilação; C) orientação fachada ; D) localização da janela;
E) Materiais de acabamento; F) Materiais do mobiliário

Apto 01	Ambiente interno	ventilação	orientação	Fontes externas	Janela localização	Materiais acabamento	Materiais mobiliário
	Banheiro 02	Por rebaixo	-----	-----	Não tem janela	Azulejo, vidro, alumínio	Não tem
	Quarto	natural	sudoeste	Obra, tráfego intenso	Fachada sudoeste	Madeira, tinta PVA, alumínio e vidro	madeira
	Banheiro 01	natural	sudoeste	obra	sudoeste	Azulejo, vidro, alumínio	Não tem

Tabela 07 – dados da observação do pesquisador

G) Plantas no interior; H) Manchas de umidade; J) Presença de poeira excessiva; L) Odores fortes

Apto 01	Ambiente interno	Plantas	Manchas	Poeira	Odores
	Banheiro 02	não	não	não	não
	Quarto	não	não	não	não
	Banheiro 01	não	não	não	não

Tabela 08 –Dados da entrevista ao morador / usuário

M) Produtos de limpeza; N) Uso de inseticidas; O) animais domésticos; P) Fumantes
Q) morador asmático ou alérgico ; R) Métodos de limpeza S) Queixas gerais dos usuários

Apto 01	Ambiente interno	Produtos	inseticidas	animais	Fumantes	Asmático /alérgico	Limpeza	Queixas
	Banheiro 02	Cloro Desinfetante Sabão em pó	Não usa	Não tem	Não	Não	Varrição, pano úmido, lavagem	Dores de cabeça Cong nasal
	Quarto	Cera	não	---	Não	Não	Varrição, pano úmido	---
	Banheiro 01	Cloro Desinfetante Sabão em pó	não	-----	não	não	idem	----

Tabela 09 - medições do equipamento

T) CO; U) O2; V) H2S; X) Temperatura ; Z) hora da medição – Sendo A – ambiente aberto e F – ambiente fechado

Apto	Ambiente	CO	A	F	O2	A	F	H2S	A	F	Hora	Tem	A	F
01	interno	(ppm)			%			(ppm)				p (°C)		
	Banh 02		0,00	1,00		20,9	20,9		0,00	0,00	8,50		24	26
	Quarto		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	9,08		24	26
	Banh 01		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	9,25		24	25

5.2.2 Resultados - Apartamento 02

Tabela 10 – Dados / observação direta do pesquisador do apartamento 02

A) Ambiente interno, B) Ventilação; C) orientação fachada; D) localização da janela;
E) Materiais de acabamento; F) Materiais do mobiliário

Apto	Ambiente	ventilação	orientação	Fontes externas	Janela localização	Materiais acabamento	Materiais mobiliário
	Banheiro 02	Por rebaixo		-----	Não tem janela	Azulejo, vidro	Fórmica Madeira prensada
	Quarto	natural	noroeste	Obra, tráfego intenso	Fachada noroeste	Madeira, tinta PVA, alumínio e vidro	madeira
	Banheiro 01	natural	noroeste	Obra, tráfego intenso	noroeste	Azulejo, vidro	Fórmica Madeira prensada

Tabela 11 –Dados da observação do pesquisador

G) Plantas no interior; H) Manchas de umidade; J) Presença de poeira excessiva; L) Odores fortes

Apto 02	Ambiente interno	Plantas	Manchas	Poeira	Odores
	Banheiro 02	não	não	não	não
	Quarto	não	não	não	não
	Banheiro 01	não	não	não	não

Tabela 12 –Dados da entrevista ao morador / usuário

M) Produtos de limpeza; N) Uso de inseticidas; O) animais domésticos; P) Fumantes
Q) morador asmático ou alérgico ; R) Métodos de limpeza S) Queixas gerais dos usuários

Apto 02	Ambiente interno	Produtos	inseticidas	animais	Fumantes	Asmático /alérgico	Limpeza	Queixas
	Banheiro 02	Cloro Água sanitária Desinfetante Sabão em pó	sim	Não tem	Não	Sim (alérgico)	Varrição, pano úmido, lavagem	Dores de cabeça Cong Nasal Alergias de pele
	Quarto	Cera	sim	---	Não	Não	Varrição, pano úmido	---
	Banheiro 01	Cloro Água sanitária Desinfetante Sabão em pó	sim	-----	não	não	Idem 02	----

Tabela 13 - medições do equipamento

T) CO; U) O2; V) H2S; X) Temperatura ; Z) hora da medição – Sendo A – ambiente aberto e F – ambiente fechado

Apto 02	Ambiente interno	CO (ppm)	A	F	O2 %	A	F	H2S (ppm)	A	F	Hora	Temp (°C)	A	F
	Banh 02		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	9,40		27	28
	Quarto		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	9,50		27	28
	Banh 01		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	9,55		25	26

5.2.3 Resultados - Apartamento 03

Tabela 14 – Dados / observação direta do pesquisador do apartamento 03

A) Ambiente interno, B) Ventilação; C) orientação fachada ; D) localização da janela; E) Materiais de acabamento; F) Materiais do mobiliário

Apto 03	Ambiente interno	ventilação	orientação	Fontes externas	Janela localização	Materiais acabamento	Materiais mobiliário
	Banheiro 02	Por rebaixo		-----	Não tem janela	Azulejo, vidro	Fórmica Madeira prensada
	Quarto	natural	noroeste	Obra, tráfego intenso	Fachada noroeste	Madeira, tinta PVA, alumínio e vidro	madeira
	Banheiro 01	natural	noroeste	Obra, tráfego intenso	noroeste	Azulejo, vidro	Fórmica, madeira prensada

Tabela 15 –Dados da observação do pesquisador

G) Plantas no interior; H) Manchas de umidade; J) Presença de poeira excessiva; L) Odores fortes

Apto 03	Ambiente interno	Plantas	Manchas	Poeira	Odores
	Banheiro 02	não	não	não	não
	Quarto	não	não	não	não
	Banheiro 01	não	não	não	não

Tabela 16 - Dados da entrevista ao morador / usuário

M) Produtos de limpeza; N) Uso de inseticidas; O) animais domésticos; P) Fumantes
Q) morador asmático ou alérgico ; R) Métodos de limpeza S) Queixas gerais dos usuários

Apto 03	Ambiente interno	Produtos	inseticidas	animais	Fumantes	Asmático /alérgico	Limpeza	Queixas
	Banheiro 02	Cloro Água sanitária Desinfetante Sabão em pó	sim	Não tem	Não	Sim (alérgico)	Varrição, pano úmido, lavagem	Dores de cabeça Cong Nasal Alergias de pele
	Quarto	Cera, óleo de móvel	sim	---	Não	Não	Varrição, pano úmido	---
	Banheiro 01	Cloro Limpa-vidros, água sanitária Desinfetante Sabão em pó	sim	-----	não	não	Idem 02	----

Tabela 17 - medições do equipamento

T) CO; U) O₂; V) H₂S; X) Temperatura ; Z) hora da medição – Sendo A – ambiente aberto e F – ambiente fechado

Apto	Ambient e interno	CO (ppm)	A	F	O ₂ %	A	F	H ₂ S (ppm)	A	F	Hora	Temp (°C)	A	F
03	Banh 02		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	10,50		27	28
	Quarto		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	10,15		27	28
	Banh 01		0,00	0,00		20,9	20,9		0,00	0,00	10,20		24	25

5.2.4 Resultados das medições na Garagem no pavimento de acesso

Foi feita uma medição na garagem para investigar os gases neste ambiente. O resultado foi o seguinte:

Tabela 18 - medições na Garagem no pavimento de acesso

Ambiente	CO (ppm)	O ₂ (%)	H ₂ S (ppm)	Temperatura
garagem	4,00	20,9	0,00	26

A medição foi iniciada sem movimentação de veículos. Mas após 5 minutos de medição, um veículo entrou na garagem. Até aquele momento, o equipamento tinha acusado 2ppm de CO, mas após a entrada do veículo, desacelerando e parando, o equipamento fez a leitura de 4ppm, mantendo a porcentagem inicial de O₂ em 20,9 % .

Se a movimentação de apenas um veículo produz esta alteração, podemos imaginar o que deve ocorrer com a qualidade do ar quando são ligados e acelerados todos os veículos estacionados.

Esta garagem possui uma solução arquitetônica com duas entradas de ar, na frente, através das portas de acesso e atrás, por uma ventilação de cerca de 2 m de largura, em contato com o pavimento de cima, de onde busca o ar externo. Esta solução dificulta a ventilação cruzada, devido também a extensão do ambiente, cerca de 30m de comprimento.

5.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A primeira grande dificuldade foi conseguir penetrar no espaço privado de moradia do edifício residencial.

A escolha de um determinado edifício para estudo de caso dependia de alguns requisitos que estavam atrelados aos itens que a pesquisa queria investigar, logo o edifício precisava ter em sua solução arquitetônica, banheiros com e sem janela, preferencialmente em Icaraí ou Santa Rosa, local onde já se fazia o estudo da legislação urbanística, etc.

Depois de alguns contatos sem sucesso, conseguiu-se o edifício.

A segunda dificuldade foi encontrar o equipamento dentro da UFF. Foram feitos vários contatos com outros institutos, mas a UFF não dispunha de equipamento e muito menos de verbas para adquirir um através do próprio Programa de Pós-Graduação.

Graças aos contatos particulares da Professora Ana Seroa (orientadora), conseguiu-se o equipamento emprestado na FIRJAN (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro). Mas havia custos para efetuar as medições, cerca de CR\$ 200,00 (duzentos reais) por ponto medido. Obviamente o programa não arcaria com esses custos. E novamente através de pedidos de Ana Seroa, a FIRJAN liberou o uso do equipamento sem custos, mas com uma disponibilidade curta, apenas por uma manhã, com acompanhamento do seu técnico responsável.

Devido ao seu valor de compra R\$ 10.000,00 (dez mil reais), o transporte deste equipamento também deveria ser de responsabilidade da pesquisa.

A terceira grande dificuldade foi conseguir conciliar os horários: primeiro da presença dos moradores em casa, do técnico e a disponibilidade do equipamento dentro da demanda de uso na FIRJAN.

Alguns moradores deixaram claro para os pesquisadores que não gostariam que seus apartamentos fossem fotografados, justificaram-se pela insegurança que significaria a mostra do espaço interno de seus apartamentos em meios de comunicação como a internet, onde posteriormente as dissertações serão colocadas para acesso do público em geral. Por esse motivo as imagens se limitaram ao equipamento. Também considerando o mesmo aspecto,

não houve divulgação no texto da pesquisa de endereço completo da edificação, caso de estudo, bem como a exposição de imagem da fachada do edifício.

5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.4.1 Medições do equipamento

Em todos os apartamentos analisados não houve variação quanto a porcentagem de oxigênio no ar, com constante de 20, 9%. O que nos indica ter uma proporção ideal de O₂ no ar interno desses apartamentos.

Nas medições de H₂S nenhum índice foi apresentado pelo equipamento. Imagina-se que como esses locais são muito bem cuidados, limpos e mantidos diariamente, não houve acúmulo desse gás no ar interior.

Em relação a medição de CO, este também não foi encontrado no ar interior de nenhum ambiente dos apartamento. Havia uma possibilidade de encontrar CO nos apartamentos que ainda utilizavam sistema de gás. Mas em todos os apartamentos analisados, não havia utilização do sistema de gás encanado para aquecer água de banho. Usavam chuveiro elétrico por acreditarem ser mais seguro.

Até a algum tempo atrás havia um grande vazamento de gás no edifício. O problema se estendeu por muitos anos até que todo o sistema foi colocado em desuso e renovado na íntegra após uma obra. Como já apresentado anteriormente, o CO somente foi detectado na garagem do edifício, com a leitura de 4ppm no momento da medição.

Observou-se uma variação na medição da temperatura em cerca de 1°C a mais no ambiente fechado num intervalo de tempo de 5 minutos, período necessário para que o equipamento fizesse a leitura.

Após a observação de que o equipamento não gerava níveis de CO e H₂S no ar interno, as medições do ar externo foram desestimuladas e portanto não foram feitas.

5.4.2 Entrevistas

Em relação à manutenção e limpeza dos banheiros, foi unânime um fato, todos os apartamentos faziam uso de cloro e água sanitária indiscriminadamente. Não havia por parte

das pessoas nenhuma informação sobre a toxicidade dos produtos. Relataram queixas de dores de cabeça, alergias respiratórias, asma, alergias dermatológicas, e de acordo com Bueno (1995), estes problemas possuem relação com a forma como se mantêm os ambientes.

Também se usa a mesma maneira de limpar os ambientes, primeiro faz-se a varredura do chão, depois passa-se pano úmido ou lava-se o chão.

A varredura contribui para dispersar poluentes no ar interno. Observe no gráfico abaixo com no momento da varredura e de tirar pó dos móveis, cresce o número de aerodispersóides no quarto (MP10).

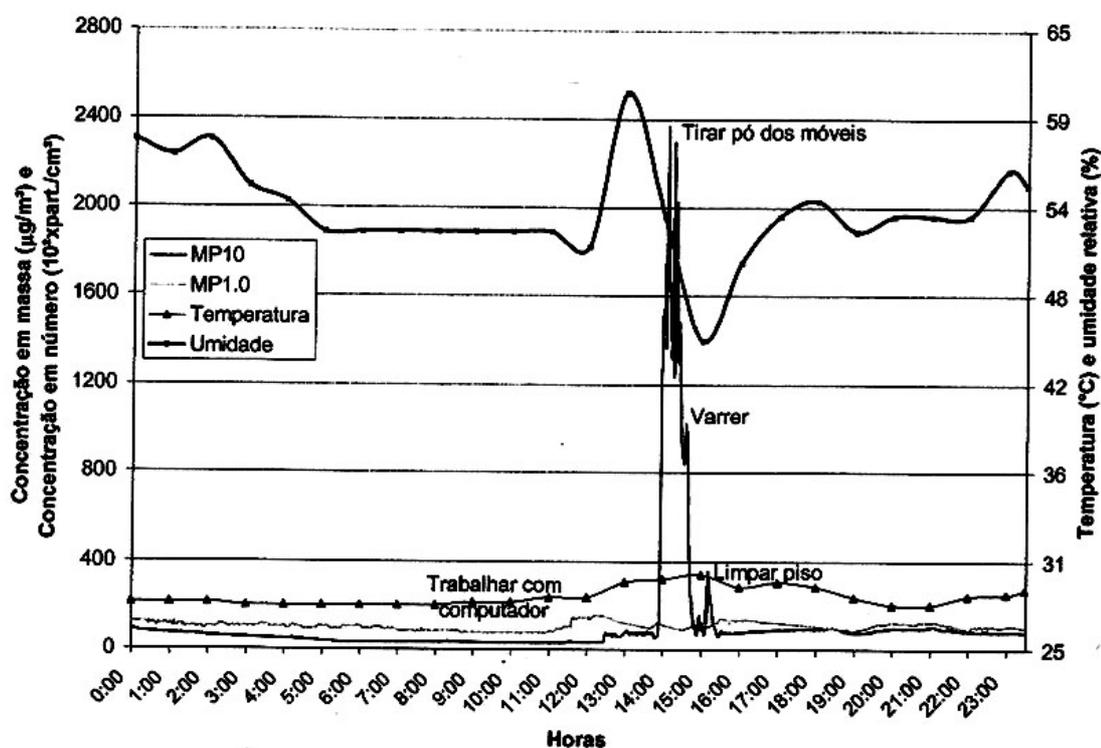


Figura – Distribuição da concentração de aerodispersóide, da temperatura e da umidade relativa em vinte e quatro horas para o dormitório do apartamento (15/01/06).

Figura 09 - Distribuição da Concentração de aerodispersóides, da temperatura e da umidade relativa em 24 horas para o dormitório do apartamento

Fonte : (MORAES, 2006)

O que é comum encontrar nesses banheiros é a fórmica ou madeira prensada no mobiliário, possibilitando a liberação de formaldeído no ar.

Em nenhum dos apartamentos havia plantas dentro de casa, somente na varanda. Não havia animais domésticos como cão e gato também.

Um comentário dos moradores diz respeito ao fato do banheiro sem janela obrigar o consumo de energia elétrica para uso do mesmo (Banheiro 02), pois a inexistência de janela deixa o espaço completamente escuro mesmo durante o dia. Outra insatisfação em relação a este ambiente é o fato de ser impossível utilizá-lo num dia de verão, pois a temperatura interna aumenta a medida que se usa o ambiente criando situação de desconforto. Fato que ocorre devido a pouca ventilação havendo o acúmulo de calor em seu interior.

De algumas das atividades desenvolvidas dentro de um apartamento, podemos destacar o banho e a varredura como aquelas que produzem uma quantidade maior de aerodispersóides, inclusive podendo ser acima dos níveis recomendados, cerca de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, conforme gráfico abaixo.

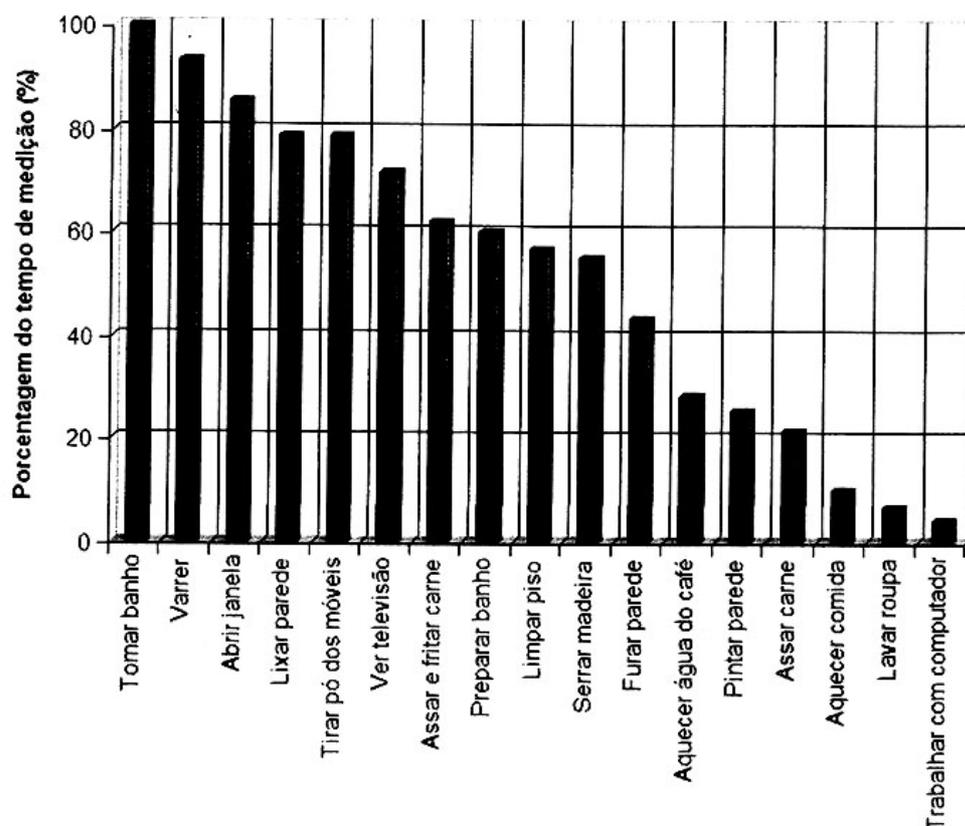


Figura – Porcentagens do tempo de medição em que a concentração média em massa de aerodispersóides ficou acima de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para as atividades realizadas no apartamento.

Figura 10 – Porcentagem de tempo de medição em que a concentração média em massa de aerodispersóides ficou acima de $80 \mu/\text{m}^3$, para as atividades realizadas no apartamento.

Fonte: MORAES, 2006.

Conforme podemos observar no gráfico acima, as atividades desenvolvidas no interior do banheiro criam possibilidades diferentes em relação aos aerodispersóides no ambiente interno. Verifica-se no gráfico abaixo a redução de temperatura no momento da abertura de janela e o aumento de aerodispersóides e da temperatura no momento no banho.

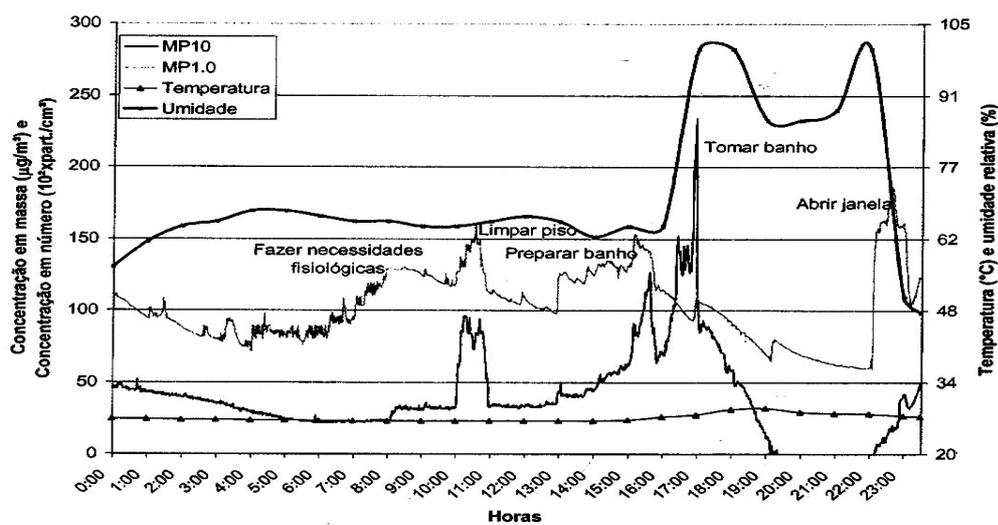


Figura – Distribuição da concentração de aerodispersóide, da temperatura e da umidade relativa em vinte e quatro horas para o banheiro do apartamento (16/01/06).

Figura 11- Distribuição da concentração de aerodispersóides, da temperatura e da umidade relativa em 24 horas para o banheiro do apartamento

Fonte: (MORAES, 2006).

6 CONCLUSÕES DOS TESTES

Em relação ao estudo de caso, o edifício situado em Icaraí, não demonstrou a veracidade da hipótese de que haveria diferença de qualidade ambiental entre ambiente com janela e ambiente sem janela. Verificou-se a diferença de temperatura que influencia diretamente o conforto térmico, e este item por si só não nos permite avaliar e concluir sobre a qualidade do ar interno desses ambientes. Mas há um desconforto no ambiente sem ventilação natural e sem janela, quando no momento de uso do ambiente, com a porta fechada, não se tem outra opção para ventilar o mesmo, verifica-se, portanto que a temperatura se eleva em 5 minutos, cerca de 1 ° C, valor significativo no verão, onde a temperatura no lado de fora do ambiente já se encontra alta. Podemos considerar que este valor se continua crescendo, em cerca de 15 minutos, tempo de um banho, por exemplo, a temperatura do ambiente fechado seria acrescida de 3 graus Celsius, gerando assim uma mudança significativa de temperatura interna e de sensação de conforto térmico.

Em relação a presença dos gases CO e H₂S, não houve registro pelo equipamento. O que é possível dizer é que não há acúmulo desses gases nos ambientes medidos. Embora um dos banheiros contenha ventilação por rebaixo, para esta situação particular analisada, a ventilação que ocorre através da cozinha (com ventilação natural), está acontecendo de forma eficiente para a diluição dos gases do ambiente interno e externo. Pois no entorno imediato, há tráfego intenso e obras em execução. O mesmo ocorre para o O₂ (oxigênio) que manteve sua porcentagem de 20,9 % em todos os ambientes, mesmo quando se mantinham fechados, num espaço de tempo de 5 minutos.

As características de localização e implantação da edificação estudada, tais como:

- ventilação forte e constante, com ventos oriundos do mar, proximidade do edifício da Praia de Icaraí;

- edifício construído em centro de terreno, sem edifícios colados em sua divisa,
- nos lotes vizinhos imediatamente anexos existem casas baixas, no máximo 2 pavimentos, sem interferência em sua velocidade de ventos recebidos

Enfim, todas essas situações, individualmente ou em conjunto, configuram uma situação positiva em relação a dispersão de poluentes, produzidos no ambiente interno ou oriundos do meio externo.

Cumpramos ressaltar que embora a metodologia da EPA consista na medição de 6 gases, o equipamento usado nos testes deste estudo, somente executava a medição de O₂, CO e H₂S, sendo insuficiente para ter uma resposta conclusiva em relação ao acúmulo de gases e sobre a avaliação da qualidade ambiental do ar de interior dos apartamentos. Além disso, o fato dos resultados de medição não acusarem nenhum nível de H₂S e CO em sua maioria, pode-se supor que a sensibilidade do equipamento era inadequada.

Acredita-se também que um mesmo exemplar, ou seja, um só edifício, pode não ser suficiente para chegar a conclusões gerais ou mesmo comprovar uma hipótese inicial.

7 CONCLUSÕES FINAIS

Após realização de uma revisão bibliográfica como ponto de partida para o desenvolvimento do estudo, foram feitas algumas análises referentes às mudanças introduzidas na solução dos projetos arquitetônicos de edifícios, no que tange a ventilação e a iluminação, calcadas na permissividade da legislação urbanística de Niterói.

Realizados alguns testes em espaço residencial com aplicação de uma metodologia específica para tal, foi possível refletir sobre vários aspectos que gerenciam os paradigmas do projeto arquitetônico e dos métodos projetuais.

Para finalizar, reunindo o conhecimento acumulado e a experimentação, foram citados alguns temas que ainda precisam ser estudados afim de que essa problemática da qualidade do ar de interior seja um tema comum, do conhecimento popular, e dessa maneira seja tangível e natural a proteção do próprio cidadão em relação aos contaminantes existentes.

A pretensão deste trabalho estava em analisar os edifícios residenciais do ponto de vista da existência de poluentes no ar interior. Com base na revisão bibliográfica foi possível estudar essas questões, avaliar a contribuição e a influência da legislação urbanística de Niterói, seus reflexos, suas conseqüências na cidade de Niterói, onde se encontra o estudo de caso escolhido. O conjunto dessas informações trouxe contribuições no sentido de compreender os mecanismos e as ações que os ocupantes dos edifícios podem realizar para reduzir ou até mesmo, eliminar, esses poluentes que normalmente comuns em ambientes fechados.

Neste estudo são relatados os problemas de saúde oriundos dos problemas ambientais e a ligação dos mesmos com os nossos hábitos do dia-a dia, no trabalho ou em casa. Textos com este teor tem também a intenção de atingir a categoria de profissionais do projeto e da obra, que não fazem ainda com que este conhecimento esteja naturalmente inserido no

planejamento inicial, na escolha dos materiais e em todos os paradigmas costumeiros da Construção Civil.

Além de interferir na produção desses profissionais, criar elementos e informação para a construção da legislação urbanística, atenção para o dimensionamentos de prisms, de vãos de ventilação e iluminação por exemplo, imaginando que esse tema e sua importância sejam levados em conta no momento de escrever as leis que regulam a construção dos edifícios e que no final estarão contribuindo para a manutenção da qualidade de vida dos seus usuários.

O espaço residencial nas grandes cidades tem se caracterizado por verticalização e uma procura de otimização dos recursos econômicos disponíveis, traduzindo-se em redução das áreas úteis das unidades residenciais e, em contrapartida, aumento de serviços e equipamentos de lazer nas áreas comuns, isso vem gerando mudança no modo de vida das pessoas, criando novos hábitos e costumes, inclusive em relação a manutenção e limpeza dos espaços de moradia. Essas transformações e adaptações levaram para o ar interior uma gama de produtos químicos e materiais artificiais que podem afetar a saúde dos moradores e usuários do apartamento.

Além disto, deve ser considerada como contribuinte da poluição do ar interno, a poluição atmosférica resultante das atividades humanas que estão ligadas aos hábitos, ao crescimento da população, ao desenvolvimento industrial e a maneira como gerenciam estes aspectos em relação a geração de poluentes.

Em relação aos testes constatou-se que um estudo de caso tão restritivo nem sempre é significativo para comprovar a hipótese que se pretende comprovar. Daí a necessidade de realizar um número maior de testes em situações diferentes de localização da edificação.

7.1 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Todos os trabalhos desenvolvidos em relação ao tema QAI se configuram como pesquisa com características multidisciplinares, envolvendo categorias profissionais diferentes: químicos, engenheiros, médicos sanitários, alergistas, arquitetos, biólogos, etc. Para tornar efetiva e real a pesquisa sobre a QAI, necessita-se de todos esses profissionais em trabalho conjunto para realização das análises e conclusões a respeito do tema, bem como, para a aplicação profissional dos conceitos e descobertas.

Por este motivo lista-se abaixo alguns desses inumeráveis assuntos que ainda carecem de estudo:

- Estudo do dimensionamento dos vãos de iluminação e ventilação nos edifícios de uso residencial / comercial com base em experimentação prática relacionada com aspectos climáticos locais, como insolação e ventilação locais, no Rio de Janeiro ;
- Estudos sobre a qualidade ambiental dos edifícios residenciais com visão sistêmica, relatando através da experimentação com equipamentos de medição a presença de fungos, bactérias, vírus, contaminação biológica; contaminação química e física ;
- Estudo da interferência na saúde dos usuários dos produtos químicos existentes nos produtos de limpeza doméstica;
- Análise de um edifício de uso residencial com base nos relatos de problemas de saúde dos moradores para estudo da SED ;
- Análise quantitativa do formaldeído, do cloro e do benzeno no ar interior do espaço doméstico ;
- Estudo da legislação urbanística, preparação para um código de obras, com ênfase na QAI ;
- Estudo da relação do Planejamento urbano e a qualidade ambiental urbana Como as soluções urbanísticas podem interferir na qualidade do ar ;
- Análise quantitativa da presença de fungos no ar em academias. Normalmente são climatizadas e quase sempre não existe uma manutenção constante no sistema de ar condicionado, nem mesmo a limpeza usual de filtros. A busca pela vida saudável através do exercício físico é atualmente valorizada, logo neste local, na academia, respirar um ar limpo é imprescindível .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA Recomendação Normativa – RN 02- 2003 – Sistemas de Condicionamento de ar e ventilação para conforto – Qualidade do ar interior.Disponível em : <http://www.Techcleaner.com.Br/renabrava.html> .Acesso em : 30/08/2006.

ACGIH.American Conference of Governmental Industrial Hygienists.Fundamentals in Industrial Ventilation.Disponível em: <http://www.acgih.org/about/history.htm>.Acesso em: 26/08/2006.

ADAM, Roberto Sabatella - Princípios do ecoedifício.São Paulo – Aquariana – 2001- 128p.

ALAAH.Builder Guidelines.American Lung Association Health House, 2004.Disponível em: www.HealthHouse.org.Acesso em : 22/06/2006

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução 176 de 24 de outubro de 2000.Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>.Acesso em : 15/07/2006

ANVISA, Resolução Nº 09, de 16 de janeiro de 2003.Orientação técnica dos padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes de uso público e coletivo, climatizados artificialmente.Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>.Acesso em : 15/07/2006

ALMEIDA, Sônia Maria de.Mapeamento da qualidade do ar de interiores de residências no Estado do Rio de Janeiro /.Rio de Janeiro; s.n; 2004.187 p.Apresentada a Escola Nacional de Saúde Pública para obtenção do grau de Doutor.

ASBAI.Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia.Higiene do ambiente físico nas doenças alérgicas.2006.Disponível em: <http://www.sbai.org.br/publico1.htm>.Acesso em: 11/05/2006

ASHRAE – American society of Heating, refrigerating and Air – Conditioning engineers.Disponível em www.Ashrae.org.Acesso em julho de 2006.

ASHRAE Standard 62-1989.Ventilation for acceptable indoor air quality.Atlanta, GA, 1989.Disponível em www.Ashrae.org.Acesso em julho de 2006.

ASSIS, José Chacon de, .Brasil 21: uma nova ética para o desenvolvimento / (José Chacon de Assis) 6. ed., 1. impr. – Rio de Janeiro: CREA – RJ, 2001. 91p.

BRICKUS, L., Aquino Neto.A qualidade do ar de interiores e a química.LADETEC – UFRJ.1999. <http://www.scielo.br> .Acesso em agosto de 2006.

BUENO, Mariano. O grande livro da casa saudável / Mariano Bueno, (tradução de José Luiz da Silva) .São Paulo: Roca, 1995.279p.

CARMO, Adriano Trotta. Qualidade do ar interno/ A.T.Carmo, R.T.Prado.– São Paulo: EPUSP, 1999.35p.(Texto técnico da escola Politécnica da USP, Depto.De Engenharia da Construção Civil).

CASA do ALÈRGICO.Alergias/ Edifícios doentes.Disponível em : www.casadoalergico.com.br .Acesso em: 03/09/2006.

COMISSÃO Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

EPA – Environmental Protection Agency .Indoor Air Facts – 4 (revised) : Sick Building Syndrome (SBS).Disponível em [http:// www.epa.gov](http://www.epa.gov) .Acesso em 08/07/2006

-----Radon .Disponível em <http://www.epa.gov/radon>

-----Asbestos.Disponível em [http://www.epa.gov/ asbestos](http://www.epa.gov/asbestos).

-----Carbon Monoxide.Disponível em <http://www.epa.gov/>

-----Nitrogen Dioxide.Disponível em <http://www.epa.gov/> .Acesso em :10/11/2006

-----An Introduction to indoor Air Quality – Carbon Monoxide.

-----Pollutants and sources of indoor air pollution.Acesso em : 12/11/2006

EPA.Environmental Protection Agency.Indoor Air Quality in Homes.Addressing Indoor Environmental Concerns during Remodeling.Disponível em: <http://www.epa.gov/iaq/homes/hip-ventilation.html>.Acesso em: 27/07/2006.

ESTATUTO DA CIDADE .Lei 10257/ 2001..Aprovado em 10 de julho de 2001.Disponível em [http:// www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br](http://www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br) .Acesso em: 23/05/2006.

GIODA, Adriana, Aquino Neto, Francisco Radler de.Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil.Quím.Nova, Maio 2003, vol.26, no.3, p.359-365.

GONÇALVES, Hélio de O. O sol nos edifícios.Rio de Janeiro.Lemos.1955.60p.

INSTITUTO NACIONAL DO CANCER.Contaminação pelo formol. Disponível em : <http://www.inca.gov.br>.Acesso em 24/05/2006.

LAMBERTS, Roberto, Eficiência energética na arquitetura. 2ª edição, revisada.São Paulo: Prolivros, 2004.192p.il.

LEITE, F. BRICKUS, L.S.R.; COSTA, M.F.B.; MOREIRA, J.C.; AQUINO NETO, F.R.IN: International Conference on Environment and Occupational Cancer. DEVELOPING COUNTRIES, Rio de janeiro, 1998.

LIMA-E-SILVA, Pedro Paulo de, et al. Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais. Rio de Janeiro: Thex Ed., 1999.

MASCARÓ, Lúcia. Energia na edificação. São Paulo / Projeto, 1991.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / PNUD. Agenda 21 Brasileira: bases para discussão. Brasília, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portaria 3523/ GM de 28 de agosto de 1998. Disponível em : <http://www.techcleaner.com.br> .Acesso em : 12/10/2006.

-----Resolução nº 3 de 28 de junho de 1990. CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em : <http://www.techcleaner.com.br> .Acesso em : 12/10/2006

MORAES, Alexandre Perri de. Qualidade do ar interno com ênfase na concentração de aerodispersóides nos edifícios / ^a P.Moraes. – ed. Ver. – São Paulo, 2006. 156p. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica da USP. Depto. De Engenharia Civil

MOTTA, A.L.T.S.; COSTA, V.C.C. Soluções arquitetônicas para reduzir índice De radônio: estudo de casos para alguns ambientes no interior de um Shopping Center no Rio de Janeiro. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2002, Fox do Iguaçu, 2002.

MOTTA, A.L.T.S.; CATTANI, A.H. Materiais de Revestimento em Arquitetura e sua Relação com a Saúde Humana. In: V Seminário de Iniciação Científica da UFF, 1996, Niterói. Anais do V Seminário de Iniciação Científica da UFF. Niterói: EDUFF, 1996. v.1. p.17-28.

MOTTA, A L.T.S; FLORENTINO, E., MAGOULAS, U.. Legislação Urbana como Promotor da Qualidade do Ar nas Edificações Residenciais. I Congresso Brasileiro de Geobiologia e Biologia da Construção / SP – 21 a 24 de setembro de 2006.

MOTTA, A.L.T.S.; MAINIER, F.B.; VALLADÃO, A.L.R. MONTEIRO, L.P.C. FLORENTINO, E.; BARROSO, ..A.C.T.. Habitação Sustentável: estudo de Caso Rio de Janeiro- Brasil. I Congresso Brasileiro de Geobiologia e Biologia da Construção / SP – 21 a 24 de set. de 2006.

MOTTA, A. L. T. S. ; PONTES, Hugo Ribeiro . Energy Conservation: a New Urban Environmental Concept in Brazil. In: The 2005 World Sustainable Building Conference in Tokyo, 2005, Toquio. Energy Conservation: a New Urban Environmental Concept in Brazil.

NEVES, Laert Pedreira. Adoção do partido na Arquitetura / Laert Pedreira Neves – Salvador : Centro Editorial e Didático da UFBA., 1989. 206 p.

NEVES, Estela & TOSTES, André. Meio Ambiente: Aplicando a Lei. Petrópolis: Vozes, 1992.

NIOSH, (National Institute of Occupational and Safety Health); NIOSH pocket guide to chemical hazards, Washington DC, USA, US Gov Printing Office, 2003.

NITERÓI .Lei 659 de 28 de agosto de 1987 .Legislação para edificações coletivas (uso e ocupação do solo) Revogada em parte pela Lei 1470 de 1995. Altera a Lei 369 de 1981.

----- .Lei Orgânica do município de Niterói. Aprovada em 04/04/1990.

----- Lei 1157 de 1992.Cria o Plano Diretor para Niterói.

----- Lei nº 1469 de 11 de dezembro de 1995.Alterar disposições da legislação de edificações e dá outras providências.

----- Lei 1483, aprovada em 1995.Cria o Plano Urbanístico da Região das Praias da Baía.PMN – Prefeitura Municipal de Niterói.Secretaria de Urbanismo e Meio ambiente.

-----Lei 1967.Aprovada em 2002.Revisa o Plano Urbanístico da Região das Praias da Baía com base no Estatuto da Cidade.

-----Lei 2123 de 2004.Atualiza o Plano Diretor aprovado em 1992.

OLIVEIRA, Izabel Cristina Eiras de.Estatuto da Cidade; para compreender.../ Isabel Cristina Eiras de Oliveira.Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2001.

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde.Disponível em : www.opas.org.br.Acesso em: 12/10/2006.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration).Safety and Health Topics Chemical Sampling Information :

Sulfur Dioxide – 2006; Chlorine – 2003; Ozone – 2005; Oxygen – 2004;Carbon dioxide-2001; Carbon Monoxide – 2005;Formaldehyde- 2003; hidrogen sulfide s/d.

PRADO, R.T.A..Contribuição ao estudo do papel da engenharia nas interações entre o homem, o edifício e o ambiente.Tese de Livre docência, escola politécnica da USP, São Paulo, 2003, p.197.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI.Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente.Plano Diretor de Niterói.Lei 1157/92.Niterói.1993.110p.

-----Niterói, Informações Básicas 1994.Consultoria Especial de Ciência e Tecnologia.119 pag.

Resolução CONAMA 03 / 1990.Padrões de qualidade do ar externo.Disponível em : www.mma.gov.br/conama.Acesso em: 02 de novembro de 2006.

RETORTO, Eugenia Accusani di.Gli studi sulla qualità dell'aria negli ambienti confinati.Disponível em: [http; www.minerva.unito.it/chimica/industria/monitoraggioambientale](http://www.minerva.unito.it/chimica/industria/monitoraggioambientale).Acessado no dia 28/08/2006.

REZENDE, Vera F. “Política urbana ou política ambiental: da Constituição de 88 ao Estatuto da Cidade”. In RIBEIRO, L. C., CARDOSO, A. L. (orgs.). Reforma urbana gestão democrática: promessas e desafios do Estatuto da Cidade. Rio de Janeiro Revan:FASE, 2003.

RIP- Decreto Estadual 23317 de 10//07/1997.Regulamento Interno de Instalações Prediais de gás Canalizado.Disponível em: <http://portal.gasnatural.com>. Acesso em: 02/10/2006

SILVA, Edson Ferreira da.Gestão ambiental dos postos revendedores de combustíveis no Estado do Rio de Janeiro: uma avaliação crítica na visão ocupacional e ambiental da presença do benzeno na gasolina automotiva / Edson Ferreira da Silva – Niterói: UFF, 2004.97p.

TEIXEIRA, J.C.A.;ABREU, E.S.Apresentação de trabalhos monográficos de conclusão de curso/universidade federal Fluminense, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação.-8.ed.rev..- Niterói:EdUFF, 2005.90p.:il., 30cm.

THRESHOLD LIMIT VALUE. DEFINITIONS. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki>. Acesso em: 24/08/2006.

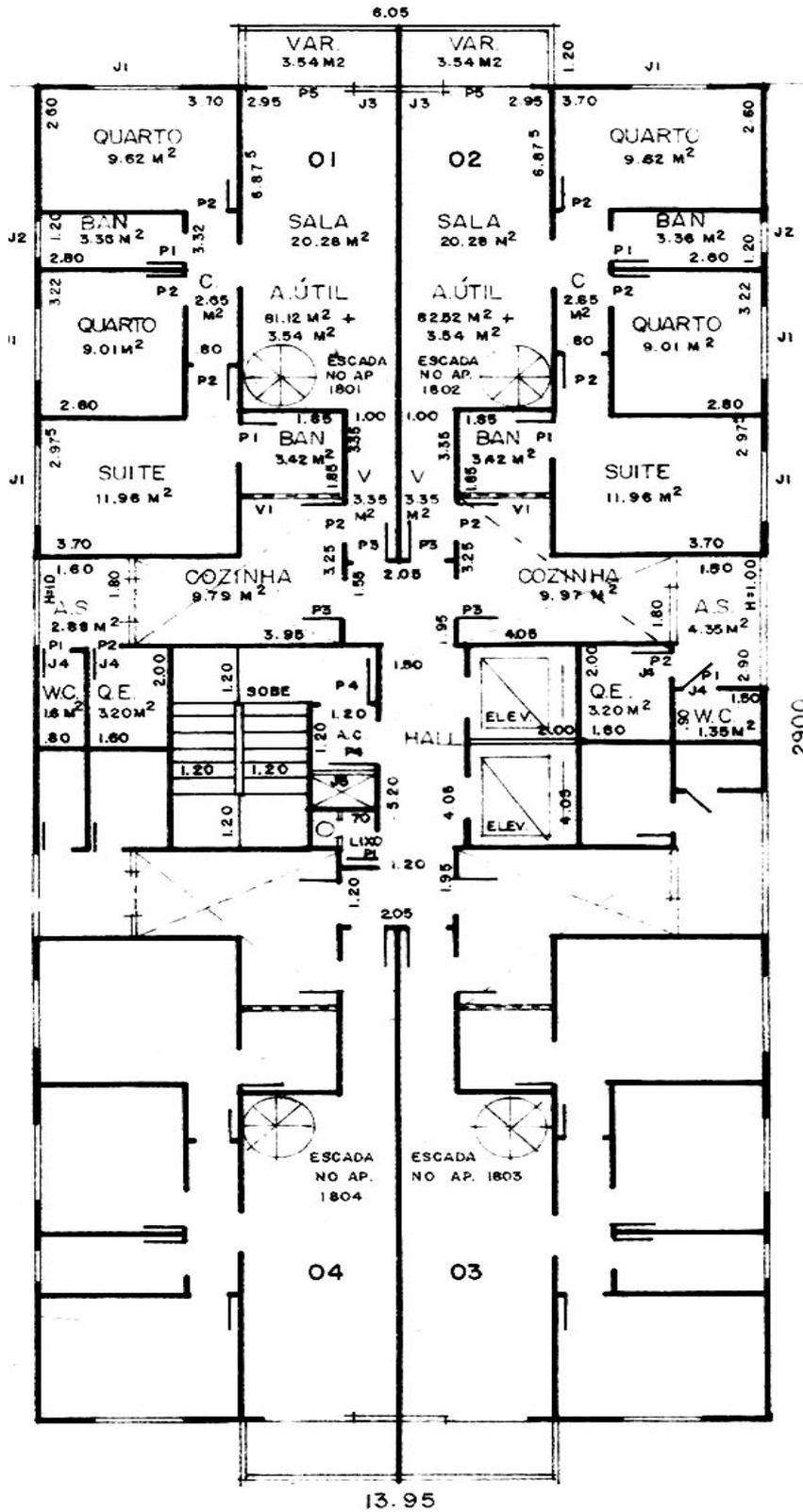
VIEGAS, C.Trabalhadores são indicadores para a Saúde Pública: Exclusivo, IG.Rio de Janeiro, fev.2004.Disponível em EcoAgência de Notícias. www.agirazul.com.br. Acesso em: fev de 2004.

WHO (World Health Organization) – 2006 – Geneva - Prüss-Üstün, Annette. Preventing disease through healthy environments.Towards an estimate of the environmental burden of disease.106p.

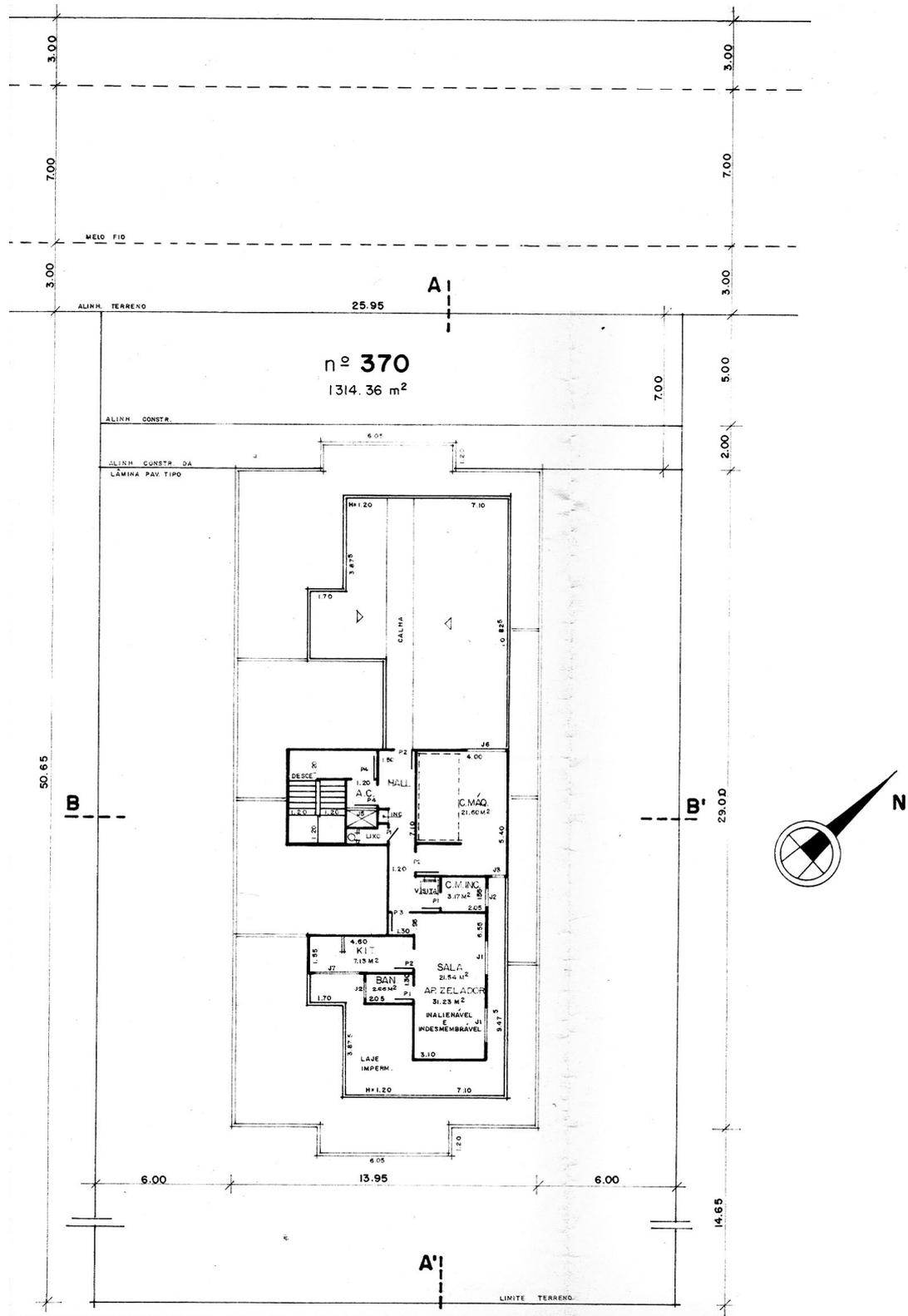
ANEXOS

ANEXO A

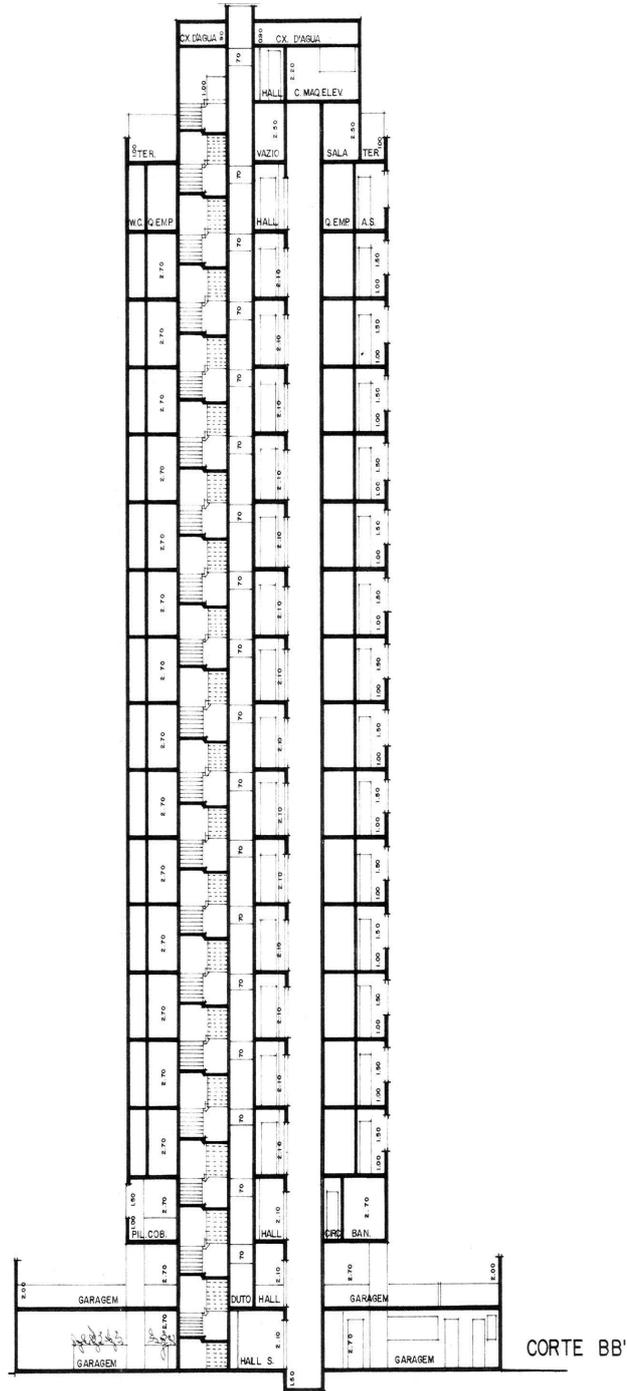
1- Planta-baixa do pavimento-tipo / sem escala(Fonte : Arquivo PMN – (Prefeitura de Niterói)



2- Planta de situação do edifício/ sem escala Fonte : Arquivo da PMN



3- Corte longitudinal do edifício/ sem escala Fonte: Arquivo da PMN



ANEXO B

METODOLOGIA - Pesquisa de equipamentos para medir gases

Um dos momentos da aplicação da metodologia proposta, envolvia a pesquisa através da internet de equipamentos para medir gases no ar interior. A atenção se dava aos diversos tipos existentes e à sensibilidade desses equipamentos para os gases do ar interior que a pesquisa pretendia medir. Cada equipamento tem particularidades de uso e preços para aquisição.

O inesperado foi encontrar uma variedade imensa de equipamentos e possibilidades no mercado internacional. Serão dispostos aqui alguns dos modelos encontrados:

1) Model 704 Emissions Analyzer (GLOBALSPEC)



É um equipamento portátil e tem capacidade de medir 4 gases O₂, CO, NO, NO₂ ou SO₂. Mede gases oriundos da combustão e pode ser também usado no monitoramento ambiental. Possui células eletroquímicas para leitura dos gases e inclui um sensor automática de calibração.

2) Models 1600 GL / 2000 Portable Emissions Analyzers (GLOBALSPEC)

É um equipamento de design compacto e leve, fabricado para ser manipulado na mão do usuário. Executa medições de um gás, dois gases ou três gases, (O₂, CO) ou (CO, NO_x, O₂). Mede gases do ar ambiental e oriundas do combustível. Calcula CO₂, perdas e eficiência, com unidades de massa e volume.



3) Quest MultiCheck 2000 (SCK)

É um equipamento leve e portátil Possui sensores de medição de O₂, CO e LEL
Funciona com pilhas alcalinas



4) Quest MultiCheck 2000 (SCK)

É um equipamento leve e pequeno. Possui diferentes sensores de medição. Pode realizar medições de 2, 3 ou 4 gases Mede O₂, H₂S e LEL Podendo medir concomitantemente 4 gases LEL, O₂, CO e H₂S



5) Safecheck 200 (SCK)

É um equipamento pequeno e leve, com modelo simplificado. Mede simultaneamente 2 gases , LEL e O₂



No decorrer da pesquisa, os primeiros testes foram feitos em espaços da própria universidade devido ao fato de termos tomado conhecimento de um equipamento utilizado em pesquisas da Pós-Graduação. Era um equipamento de fabricação italiana para medição de gases, Greenline 8000 – EUROTRON. Fazia medições de CO₂, O₂, SO₂, NO e CO.

Infelizmente nos primeiros testes de medição observou-se que a leitura do mesmo não se alterava mesmo quando o ambiente não mantinha as mesmas condições de O₂, por exemplo. Logo concluiu-se que não se tinha sensibilidade para realizar as medições que se pretendia fazer.

Como a possibilidade de aquisição dos equipamentos listados anteriormente foi descartada pelo Programa de Pós-Graduação da UFF, a opção foi entrar em contato com a FIRJAN e através deste conseguir um equipamento emprestado. E assim utilizamos

finalmente o MultiLog 2000, cedido pela FIRJAN, e explicações mais detalhadas já foram apresentadas e cuja imagem será apresentada a seguir.

