



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

QUALIDADE DO AR NOS INTERIORES: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DIRETRIZES PARA DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO NO BRASIL

Bárbara A. Silva (1); Aloísio L. Schmid (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná, Brasil –
e-mail: barbaraalpendre@hotmail.com

(2) Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná, Brasil –
e-mail: iso@ufpr.br

RESUMO

Apesar do recente interesse pelo assunto na literatura internacional, são raras as pesquisas brasileiras relativas à qualidade do ar nos interiores (QAI). O controle dos poluentes internos é de extrema necessidade, pois em geral passa-se a maior parte da vida em ambientes fechados. De acordo com a Agência de Proteção Ambiental americana (EPA), a QAI está entre um dos cinco maiores riscos à saúde pública local. Materiais de construção e outros produtos usados internamente (acabamentos, revestimentos e equipamentos diversos) são fontes emissoras de poluentes nocivos à saúde dos ocupantes, permanecendo como inimigos invisíveis ao conforto e bem estar humano. Como resultado, doenças respiratórias, alergias e outros efeitos colaterais como náuseas e cefaléia são manifestações freqüentes. Os primeiros trabalhos publicados sobre o tema no Brasil datam de 1992, e em 1995 foi criada a BRASINDOOR – Associação Brasileira de Meio Ambiente e Controle da Qualidade do Ar de Interiores, órgão que vem divulgando a maioria dos trabalhos nacionais sobre QAI em periódicos e congressos. Porém, nota-se que a produção local ainda é escassa e pouco notada nos anais de congressos realizados no país a respeito de Ambiente Construído. Os poucos instrumentos legais nacionais para avaliação de ambientes não industriais estão desatualizados. Fazem-se necessários o estudo e o estabelecimento de limites compatíveis à realidade local, estimando as emissões dos materiais mais utilizados e ainda o controle do seu uso nos interiores. O presente trabalho visa apresentar um panorama geral sobre a QAI, com enfoque sobre materiais utilizados internamente como revestimento e acabamento. Serão relacionados os principais poluentes, seus efeitos e ainda sugestões para melhoria da QAI. Como complemento, especificidades do problema no Brasil serão elencadas.

Palavras chave: qualidade do ar interior; ambiente interno; poluentes internos; contaminantes.

1 INTRODUÇÃO

A Qualidade do Ar nos Interiores (QAI) é uma ciência recente, surgida na década de 70 durante a crise energética em que, em países de clima frio, surgiram edifícios selados como alternativa à racionalização de energia. Paralelamente, inovações tecnológicas trouxeram para o cotidiano materiais de construção sintéticos, com apelo visual, de conforto e praticidade, e proporcionando redução de custos. A opção por mínimas taxas de troca de ar interno pelo externo, aliada a tais materiais, gerou um acúmulo de contaminantes nos interiores das edificações, que passaram a se mostrar sistematicamente mais poluídos que as áreas externas (JONES, 1999). Outras causas de degradação da qualidade do ar interior são mencionadas por Weschler (2009): produtos utilizados prioritariamente nos interiores (produtos de limpeza, purificadores de ar, eletrodomésticos, equipamentos eletrônicos, roupas), hábitos pessoais (fumo, posse de animais de estimação, tempo gasto em ambientes internos) e outros fatores ligados ao edifício (condicionamento de ar, espaços reduzidos, poeira, mofo).

Os aspectos que influenciam negativamente a qualidade do ar interior vêm provocando nos ocupantes sintomas que se relacionam à Síndrome dos Edifícios Doentes (SED). Estes sintomas incluem irritação de mucosas e membranas (olhos, garganta), efeitos neurotóxicos (dores de cabeça, fadiga, falta de concentração), sintomas respiratórios (falta de ar, tosse, chiado), sintomas dermatológicos (lesões cutâneas, prurido, secura) e ainda alterações sensoriais como percepção anormal ou aprimorada de odores e distúrbios visuais (REDLICH, SPARER e CULLEN, 1997). A SED é caracterizada quando um indivíduo apresenta um ou mais sintomas ao estar no edifício em estudo, sem nenhuma razão aparente, e o sintoma desaparece ao passar-se um determinado tempo fora do ambiente. Gioda e Aquino Neto (2003b) afirmam que, no Brasil, há pouca incidência de estudos e registros que relacionem a QAI à SED. Os autores acreditam que isto ocorre em razão do país ter clima subtropical, fato o qual dispensa a necessidade de uso de sistemas de condicionamento de ar e calefação. Porém, asseguram ainda a necessidade de desenvolver estudos na área dada a tendência de construção de edifícios selados devido à fatores estéticos e ao conforto térmico e acústico, que poderá resultar em um aumento no número de casos de SED no país.

Dado o número reduzido de estudos nacionais sobre o assunto, este trabalho tem como objetivo levantar a questão entre os pesquisadores de ambiente construído, principalmente com relação aos materiais utilizados nos interiores como revestimento e acabamento. Também é relevante demonstrar a importância do conhecimento de tais dados por parte de profissionais da construção civil, favorecendo especificações conscientes para a composição e manutenção de ambientes saudáveis.

Observe-se, aqui, a importância de considerar uma área proporcionalmente pequena, porém populosa, de clima temperado, na Região Sul, na qual a consideração acima não é pertinente (vide o tratamento diferenciado dado, a partir de 2009, à prevenção da gripe causada pelo vírus H1N1 nesta área).

2 HISTÓRICO

Apesar da recente preocupação e investigação, a poluição do ar interno é um problema que data das eras pré-históricas, pois a fuligem encontrada nos tetos das cavernas é uma evidência clara dos níveis elevados de poluição associados à má ventilação. A fuligem nos telhados enegrecidos em residências também foi testemunho do grave problema de poluição do ar que continuou até o século XVI, quando chaminés e lareiras se tornaram mais populares. Atualmente, há maior preocupação com a qualidade do ar interno. A QAI vem sendo relacionada às inovações tecnológicas na forma e composição dos edifícios, como por exemplo, os edifícios selados que buscam maior eficiência energética e aos materiais sintéticos já citados (JONES, 1999). Já Rybczynsky situa o advento da chaminé eficiente no século XVIII, e menciona que antes do início do século XIX, em que se inventou a iluminação a gás, com velas e lampiões a óleo, não havia maneira eficiente de se iluminar (RYBCZYNSKY, 1986).

Quanto às pesquisas na área, Weschler (2009) afirma com base em determinados estudos que a preocupação inicial com a questão da poluição do ar interior se relacionava com a maneira que a poluição atmosférica influencia o ar interno. Por isso, os primeiros poluentes internos a serem pesquisados foram os que se originam no exterior, como por exemplo, dióxido de enxofre, óxido de

nitrogênio, óxido de enxofre e partículas em suspensão. Posteriormente, com novas pesquisas e descobertas, voltou-se as atenções para outros poluentes exclusivamente internos e de fácil mensuração (formaldeído, radônio, amianto, fumaça de cigarro, compostos orgânicos voláteis), e posteriormente, pesticidas e outros compostos orgânicos semivoláteis. A melhoria dos instrumentos de análise e da sua sensibilidade aumentou o número de compostos encontrados nos interiores. Porém, há compostos cujos níveis ainda não foram mensurados e cuja presença é fruto de estudos analíticos e deduções, como por exemplo, hidroxilas, nitratos e hidroperóxidos, entre outros. Neste caso, e na ausência de outros estudos quantitativos, os poluentes foram avaliados pelo autor de acordo com a produção de diferentes produtos químicos na época e ainda observando-se os materiais mais comuns em determinado período.

3 FATORES DIVERSOS COM INFLUÊNCIA NA QAI

Sabe-se que os próprios ocupantes dos edifícios são considerados grandes contribuintes da baixa QAI em tais recintos, tanto pela liberação de dióxido de carbono na respiração quanto pelo transporte de microorganismos (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999). Além disso, como citado anteriormente, Weschler (2009) menciona outras causas da poluição do ar interior, a saber:

- Produtos utilizados prioritariamente nos interiores: apesar da transformação pela qual os produtos de limpeza e purificadores de ar vêm passando através dos anos, muitos destes produtos ainda são considerados nocivos à saúde humana. Dos diversos produtos químicos utilizados em sua composição, muitos são classificados como contaminantes tóxicos do ar e ainda poluentes atmosféricos perigosos, incluindo substâncias reconhecidas como cancerígenas. Além disso, muitos agentes de limpeza e purificadores de ar contêm produtos químicos que podem reagir com outros poluentes do ar para produção de produtos secundários potencialmente nocivos. Terpenos podem reagir rapidamente com o ozônio no ar interior, gerando muitos poluentes secundários, tais como formaldeído. Além disso, as reações de ozônio-terpeno podem produzir o radical hidroxila, que reage rapidamente com produtos orgânicos, levando à formação de outros poluentes atmosféricos potencialmente tóxicos (NAZAROFF e WESCHLER, 2004). Eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos também figuram entre as fontes internas de poluentes. Cada vez mais acessíveis e presentes nos ambientes internos, fogões a gás, aquecedores a querosene e outros eletrodomésticos emitem uma série de compostos como, por exemplo, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, óxidos de azoto e dióxido de enxofre, entre outros. Entre os equipamentos eletrônicos, notam-se as fotocopiadoras como fontes diretas de ozônio, estireno, formol, outros aldeídos, compostos orgânicos semivoláteis e material particulado; invólucros e placas de circuito de computadores emitem plastificantes e retardadores de chama (principalmente os bromados); e impressoras a laser foram identificadas como fontes de partículas em suspensão. Segundo Weschler (2009), o aumento de tamanho e número de elementos para entretenimento nas residências pode resultar no aumento de emissões poluentes. Com relação ao vestuário, peças confeccionadas em fibra sintética (cada vez mais comuns no mercado) merecem atenção especial, já que algumas destas são tratadas com retardadores de chama, repelentes de manchas e ainda resinas de formaldeído (WESCHLER, 2009).

- Hábitos pessoais: o ar limpo contém cerca de 108 partículas/m³, enquanto o ar rural, o ar urbano e o ar de ambientes com fumaça de tabaco possuem cerca de 109, 1011 e 1014 partículas/m³, respectivamente. Os agravos à saúde são diversos: desde asma e bronquite à tumores que podem levar à morte (BENNETT, 2009). Atualmente, o problema vem sendo reduzido através de leis que proíbem o fumo do tabaco em ambientes públicos fechados, mas ainda está longe de ser solucionado já que relaciona-se com hábitos e costumes individuais. A posse de animais de estimação também favorece o aumento de poluentes alergênicos quando os mesmos são mantidos no interior das residências. Além disso, o tempo gasto em ambientes internos também tem relação com a influência da QAI na saúde do indivíduo. De acordo com Bennett (2009), passa-se cerca de 90% do tempo de vida em ambientes fechados, fato o qual torna a questão da QAI ainda mais relevante.

- Fatores diversos ligados ao edifício: a ausência de trocas de ar entre o ambiente interno com o externo devido ao condicionamento de ar é a maior causa de altas concentrações de poluentes nos interiores edificados. A combinação de ar condicionado e um clima quente e úmido pode muitas vezes

levar a condensação de umidade em superfícies interiores. A utilização de placas de gesso em larga escala atualmente também é um fator agravante. Weschler (2009) menciona que tomadas em conjunto, tais medidas utilizadas nas construções sugerem aumento crescente na percentagem de edifícios com problemas de umidade, outro fator prejudicial à QAI por estar diretamente relacionado ao aparecimento de fungos e mofo. A configuração de espaços internos de dimensões reduzidas também influencia negativamente a QAI (WESCHLER, 2009).

4 MATERIAIS PARA INTERIORES X QAI

Fatores ligados ao edifício, como a climatização do ar e a ventilação, são agravados pelos produtos utilizados nos interiores e ainda por determinados materiais de construção usados como acabamento e revestimento. Diversos materiais, mobiliário e produtos de limpeza emitem vários compostos poluentes durante o seu uso (JONES, 1999). Tais compostos são reativos, ou seja, podem ser emitidos isoladamente por uma determinada fonte ou ainda reagir com outros materiais e/ou produtos compondo uma gama de outros poluentes (UHDE e SALTHAMMER, 2007).

As concentrações internas de determinados poluentes em ambientes internos relacionam-se com as taxas de emissão dos materiais e outros fatores – trocas de ar interno/externo (renovação do ar), poluentes provenientes do exterior, limpeza de superfícies, reações químicas que consomem determinados poluentes e ainda a remoção e limpeza do ar por meio de ventilação e filtragem (WESCHLER, 2009).

Além dos perigos reais do contato com os poluentes presentes nos interiores devido à utilização de materiais com taxas relativamente altas de emissões tóxicas, há ainda outros compostos que surgem através de reações químicas entre os compostos emitidos por cada material. O ambiente interno é altamente reativo, com novos compostos sendo formados a cada instante. Tal condição é relevante devido ao fato de alguns dos produtos resultantes serem ainda mais reativos e/ou irritantes que os produtos iniciais da reação (WESCHLER e SHIELDS, 1997). Conseqüentemente, as emissões internas são classificadas como emissões primárias e secundárias. A emissão primária é proveniente de um material simples, ou seja, os compostos estão presentes no próprio produto. Nas emissões secundárias, os compostos são produzidos por reações no produto ou no ambiente interno (UHDE e SALTHAMMER, 2007).

Este trabalho procura sintetizar os dados obtidos a respeito de materiais de construção e outros produtos utilizados internamente como revestimento e acabamento. A seguir, são relacionados alguns materiais com influência direta e indireta na qualidade do ar dos interiores.

- Madeira composta: tornou-se mais popular após a II Guerra Mundial quando passou a substituir o uso de madeira maciça. Os primeiros produtos fabricados utilizavam resina adesiva com uréia-formaldeído, possuindo taxas de emissão de formaldeído relativamente altas ($>1000\mu\text{g m}^{-2}\text{ h}$). Com o surgimento de parâmetros sugeridos ou impostos aos fabricantes, passou-se a utilizar resinas com emissões reduzidas de fenóis e formaldeído. Os materiais que se encontram no mercado atualmente como o MDF (*medium density fiberboard*) e o OSB (*oriented strand board*) emitem também aldeídos e terpenos (WESCHLER, 2009).
- Tubulação de PVC: vem sendo gradualmente substituída por tubulações de cobre ou ainda novos materiais como, por exemplo, o PPr (Polipropileno copolímero de Random). Por ser um material rígido, o PVC não emite tantos plastificantes quanto outros materiais de mesma origem, porém mais flexíveis (ex. pisos vinílicos). Ainda assim, emite alguns compostos semivoláteis que podem migrar para o ambiente interno com o passar do tempo (WESCHLER, 2009).
- Cabos e fios isolantes em PVC: passaram a substituir outros cuja matéria prima era a borracha. Com o aumento das redes de telefone, lógica e televisão em ambientes residenciais, comerciais e industriais, utilizam-se tais isolantes cada vez em maior escala. Este material emite principalmente ésteres de ftalato (WESCHLER, 2009).
- Tapetes e carpetes: o nylon e outras fibras sintéticas também se tornaram mais populares após II

Guerra Mundial. Com relação à toxicidade, além dos produtos aplicados nas fibras (como surfactantes fluorados para evitar manchas), os sistemas de fixação ou de apoio (adesivo, solto sobre o piso, com espuma entre o piso e o carpete) foram muitas vezes tratados com retardadores de chama. Atualmente há um número maior de normas e restrições para confecção e tratamento de carpetes, principalmente na Europa, pois na década de 80 estes foram identificados como as maiores fontes de poluentes internos (HODGSON et al., 1993, apud WESCHLER, 2009). Porém, ainda assim sabe-se que os carpetes continuam a agir como ameaças nos ambientes internos, por serem facilitadores de acúmulo de poeira, ácaros, fungos e bactérias (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999) e também pela emissão de ozônio (UHDE e SALTHAMMER, 2007).

- Pisos: os pisos vinílicos vêm ganhando popularidade e são hoje o material mais comum nos EUA depois dos carpetes (WESCHLER, 2009). Estes pisos possuem cerca de 30 a 40% de plastificantes a fim de manter a flexibilidade e a resistência. O plastificante mais utilizado nos revestimentos em PVC é o 2-etylhexil-ftalato (DEHP), estando presentes também outros ésteres de ftalato.

- Tintas: para uso interno, as tintas à base de solvente vêm sendo substituídas por aquelas à base de água, que emitem menor quantidade de compostos orgânicos voláteis. As taxas de emissão e os compostos emitidos estão relacionados ao tipo de ligante usado na tinta. Os ligantes mais comuns atualmente utilizam vinil e/ou acrílico. As tintas látex possuem como agente coalescente o Texanol®, um isômero semivolátil que continua a ser emitido pelas superfícies pintadas até meses após a aplicação. Apesar da eliminação dos metais pesados (chumbo e mercúrio) das tintas para ambientes internos, o formaldeído ainda é usado como conservante em algumas variedades. Neste item vale lembrar o crescente apelo existente em relação às chamadas tintas verdes, naturais ou sustentáveis, que contém compostos insaturados os quais podem reagir com o ozônio.

- Mobiliário: assim como em outros usos, a madeira maciça vem sendo substituída por materiais de madeira composta (geralmente MDF) laminada, com efeitos já citados anteriormente. Com relação a outros materiais, espumas sintéticas usadas como enchimento em colchões e sofás, entre outros, têm sido tratadas com retardadores de chama, como por exemplo, a espuma de poliuretano, em que retardadores de chama bromados atingem de 10 a 30% de sua composição.

- Mármore e granitos: os granitos são rochas ígneas e metamórficas compostas por diversos minerais. Alguns destes minerais apresentam elementos químicos radioativos como tório, urânia e potássio, sendo estes emitidos no ar interno ao se utilizar granitos como materiais de construção e revestimento de pisos, paredes, etc. (ANJOS et al., 2005). Outras rochas naturais utilizadas nos interiores como o mármore e o arenito apresentam concentrações variadas de radônio (elemento radioativo gasoso), ampliando a concentração deste gás em ambientes internos devido a emissões próprias (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999).

5 PRINCIPAIS COMPOSTOS QUÍMICOS E EFEITOS À SAÚDE DOS OCUPANTES

Brickus e Aquino Neto (1999) mencionam quatro tipos de poluentes internos: materiais particulados, aerossóis, vapores e gases, os quais são subdivididos em orgânicos, inorgânicos e biológicos. Os diversos tipos de fontes e emissões explicam a necessidade de determinação dos compostos em cada ambiente, evidenciando o fato de não ser possível o estabelecimento de um indicador global para problemas com QAI. Os compostos subsequentes correspondem àqueles mencionados no item anterior, relacionados aos materiais citados.

5.1 Radônio

O radônio é um elemento radioativo gasoso presente no solo, lençóis freáticos, materiais de construção (pedra, concreto) e também em rochas naturais (mármore e granitos) como já citado (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999). A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América cita o radônio como a principal causa do câncer de pulmão entre não fumantes, sendo a segunda causa principal de câncer de pulmão no país, responsável por cerca de 20.000 mortes anuais (EPA, 2010). O contaminante também tem sido associado ao desenvolvimento de mielóide e leucemia linfoblástica agudas.

5.2 Compostos de fontes não-biológicas

Os poluentes não-biológicos originam-se em fontes diversas. O ar externo, a fumaça do cigarro e a combustão (aquecimento, cozimento de alimentos) são alguns exemplos. A concentração de tais poluentes varia de acordo com as taxas de ventilação do ambiente.

Os materiais que compõem a estrutura dos edifícios são importantes fontes de poluentes não-biológicos. Grande parte destes poluentes encontrados no ar interno é proveniente de tintas, vernizes, solventes e outros materiais utilizados na construção como acabamento e revestimento. Considerando que as concentrações dos poluentes em ambientes internos estão sujeitas a diversos fatores, inclusive a condições climáticas (temperatura, umidade), seguem algumas considerações de Jones (1999) acerca dos efeitos causados à saúde humana por alguns dos poluentes não-biológicos que tem relação com a qualidade do ar interior e com materiais de construção e acabamento.

5.2.1 Asbestos

Asbestos ou amianto são termos genéricos que se aplicam a um grupo de silicatos hidratados impuros que ocorrem em várias formas, sendo estes incombustíveis e separáveis em filamentos (MARONI et al., 1995, apud JONES, 1999). Utilizado na fabricação de diversos produtos (telhas térmicas, placas cimentícias, tintas e papéis de parede, entre outros) e valorizado por suas propriedades elétricas e de isolamento térmico, foi proibido em diversos países pelos riscos causados à saúde devidos à exposição excessiva.

Os efeitos à saúde provocados pelo asbesto ou amianto vão desde irritações na pele até efeitos mais graves como o câncer de pulmão, mesotelioma e a asbestose (desenvolvimento lento e letal de fibrose nos pulmões). As fibras aspiradas podem permanecer no trato respiratório por cerca de um ano até produzir efeitos, podendo haver um período de latência de 20 a 50 anos da primeira exposição até a manifestação clínica de tumores (DOLL E PETO, 1985, apud JONES, 1999). Estes efeitos ainda são considerados controversos por alguns pesquisadores, mas há evidências de casos que comprovam tais afirmações.

5.2.2 Formaldeído

O formaldeído é o aldeído mais encontrado em ambientes internos. Em temperatura ambiente, é um gás incolor com odor pungente. As principais fontes emissoras são os produtos derivados de madeira (MDF, OSB, compensados), resinas, adesivos, tintas e tapetes. Também está presente em espumas isolantes e vernizes. Assim como o asbesto, atualmente o formaldeído tem sua utilização controlada em muitos países devido a preocupações com a saúde.

Os diversos efeitos relativos à exposição ao formaldeído podem ocorrer por inalação ou por contato direto com o poluente. Tais efeitos variam de acordo com a concentração. Para baixas concentrações, os efeitos incluem espirros, coriza, tosse e pequenas irritações nos olhos, desaparecendo os sintomas rapidamente após a exposição. Ao passo que se aumenta a concentração do contaminante, os sintomas são mais graves e provocam irritação das vias aéreas superiores e inferiores, edema pulmonar, inflamação e pneumonia podendo levar ao coma e à morte (HINES et al., 1993, apud JONES, 1999). Além de tais sintomas, há diversos estudos que visam comprovar que o formaldeído é carcinogênico, havendo provas conclusivas que o contaminante é um agente cancerígeno animal (MORGAN, 1997, apud JONES 1999).

5.2.3 Compostos orgânicos voláteis

Os compostos orgânicos são aqueles que contêm ao menos um átomo de carbono e um de hidrogênio. São os compostos que apresentam maior variedade e, apesar de inofensivos em concentrações baixas, certos indivíduos podem vir a desenvolver sensibilidade a um determinado composto químico. Os compostos orgânicos podem ser voláteis (VOCs), semivoláteis (SVOCs) ou não voláteis (NVOCs).

Os compostos orgânicos voláteis e semivoláteis envolvem a grande maioria dos poluentes internos. BTX (benzeno, tolueno, xileno), compostos aromáticos, aldeídos, terpenos, éteres, ésteres, ftalatos são alguns dos exemplos mais comuns de compostos orgânicos encontrados nos ambientes internos. Com relação às reações sintomáticas, as emissões destes compostos em concentrações moderadas são muito

similares, sendo associadas à síndrome dos edifícios doentes (SED), cujos sintomas foram enumerados no início deste trabalho (cefaléia, letargia, fadiga, confusão, etc.). Exposição à alta concentração de determinados compostos encontrados nos interiores também tem sido associada com o câncer em animais de laboratório (JONES, 1999). Considerações específicas sobre cada um dos compostos supracitados trazem ainda outros sintomas particulares que por hora não serão citados.

Tabela 1 – Materiais de construção utilizados como revestimento e/ou acabamento e compostos poluentes relacionados

Material	Compostos poluentes		
Madeira composta	MDF (<i>medium density fiberboard</i>) OSB (<i>oriented strand board</i>) Compensados		Formaldeído Fenóis Uréia-formaldeído Aldeídos Terpenos
Tubulação em PVC	Tubos e encanamentos em geral	SVOC	(Compostos orgânicos semivoláteis)
Cabos e fios isolantes em PVC	Revestimento de fios e cabos de redes de telefone, lógica, televisão, etc.		Ésteres de ftalato
Pisos	Pisos vinílicos	Plastificantes	2-etylhexil-ftalato (DEHP) Ésteres de ftalato
Tapetes e Carpetes	Nylon Fibras sintéticas Sistemas de fixação ou apoio	Poluentes não-biológicos Poluentes biológicos	Ozônio Retardantes de chama Ácaros Fungos Bactérias
Tintas e vernizes		VOC SVOC	Formaldeído Compostos orgânicos voláteis Compostos orgânicos semivoláteis
Mobiliário	Madeira composta Espumas sintéticas		(ver acima) Retardantes de chama
Rochas naturais	Mármore e granitos	Elementos químicos radioativos	Radônio Tório Urânio Potássio

6 SITUAÇÃO DO BRASIL COM RELAÇÃO À QAI

A área de pesquisa de qualidade do ar nos interiores no Brasil ainda é emergente. A questão vem sendo levantada entre os pesquisadores e traz a atenção principalmente de médicos alergistas e químicos, sendo de grande importância a disseminação do assunto entre os pesquisadores de ambiente construído. Gioda e Aquino Neto (2003a) afirmam serem poucos os estudos relacionando qualidade do ar nos interiores em ambientes fechados e saúde.

Sabe-se que os trabalhos pioneiros no Brasil relativos à poluição química no ar de interiores datam de 1992. Estes trabalhos foram viabilizados por uma parceria 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 ainda ativo na época. Em 1995, mesmo com poucos profissionais atuantes na área, foi criada a Sociedade Brasileira da Meio Ambiente e Controle da Qualidade do Ar nos Interiores – BRASINDOOR, que vem divulgando desde então a maioria dos trabalhos realizados na área no Brasil. Posteriormente, em 1997, foi criado um programa de qualidade do ar de interiores pelo laboratório de toxicologia no CESTEH-ENSP-FIOCRUZ/RJ. Na seqüência, foram realizados estudos quantitativos

em busca de contaminantes mensuráveis em ambientes de diversas naturezas (GIODA e AQUINO NETO, 2003b). Tais estudos tornaram possível conhecer melhor quais os contaminantes que integram a realidade brasileira, suas concentrações médias e estimar as prováveis fontes poluentes. Porém, descobriram-se dados alarmantes, que mostram concentrações internas superiores a concentrações externas de poluentes, comprovando a presença de fontes internas de poluição. Estes dados devem instigar pesquisadores a desenvolver outros trabalhos, e mais ainda, a fortalecer a questão visando regulamentar fatores de influência na poluição interna favorecendo de tal forma a saúde do brasileiro.

Com relação às normativas, a primeira medida do governo federal foi o estabelecimento da Portaria 3523 do Ministério da Saúde, que contém regulamentos técnicos referentes à limpeza dos sistemas de climatização e outras medidas específicas de padrões de qualidade do ar visando minimizar riscos à saúde. Em decorrência desta Portaria a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) publicou em 2000 a Resolução 176, que estabelece parâmetros mínimos para a melhoria da qualidade do ar interno. Em 2003 este mesmo órgão publicou a Resolução 09, que traz uma revisão e atualização da resolução normativa anterior. Há ainda as regulamentações de saúde ocupacional estabelecidas na NR-15 (ABNT, 1978), que gera algumas controvérsias por ter padrões permissíveis ou ausentes que permitem altas exposições a determinados contaminantes. Quanto à poluição do ar em geral pode-se mencionar ainda a Resolução no. 03 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 1990, que trata de poluentes atmosféricos e não especificamente de ambientes internos. Tais normas representam apenas um ponto de partida para os parâmetros que ainda devem ser definidos. A maior deficiência da normativa brasileira é que, mesmo as normas e regulamentações tendo sido elaboradas em comparação com normas internacionais, não se mantêm atualizadas como tais. Além disso, outra lacuna envolve a omissão de parâmetros mais complexos para compostos orgânicos voláteis e semivoláteis e ainda para os aldeídos, classes que envolvem contaminantes que trazem graves riscos à saúde e devem ser estudados mais profundamente para se compor padrões e restrições adequados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos fatos considerados, é evidente a necessidade de pesquisas e disseminação do assunto entre os pesquisadores no Brasil. Esta é uma questão de interesse geral, de saúde e bem estar da população, e não deve atingir apenas pesquisadores, mas também todos os cidadãos. Sendo os fatores de influência na QAI tão diversificados, envolvendo o edifício, hábitos pessoais e culturais, nota-se que há necessidade de interferência em diversos setores, desde os profissionais da construção civil até educação cultural e divulgação do assunto entre todas as classes sociais. Quanto aos sintomas e agravos à saúde, a comunidade médica também deve ampliar a sua participação em divulgar programas de medicina preventiva.

É necessário propor revisão das normas em vigor e ainda novas regulamentações para materiais utilizados em ambientes internos, impondo limites à emissão de poluentes agressivos por materiais, sugerindo alterações nas composições se necessário. Tais limites e regulamentações devem focar a realidade do país, tanto em questões econômicas e sociais quanto em questões climáticas, geográficas e culturais. A fim de contribuir com a elaboração das normativas, seria interessante o desenvolvimento de metodologias de análise de ambientes internos na área química, bem como a elaboração de levantamentos de dados em amostras significativas para propor estudos estatísticos com relação aos poluentes e contaminantes internos mais comuns no país.

Com relação ao ambiente construído e à construção civil, é de grande valia que os profissionais atuantes tomem conhecimento do assunto e façam uma reavaliação de questões projetuais, desde o projeto de aberturas para ventilação e trocas de ar com o meio externo até a especificação de materiais de construção e de revestimento e acabamento. Cabe também ao mercado da construção civil propor inovações tecnológicas e novos materiais que contribuam com o conceito sustentável, reduzindo emissões tóxicas e cooperando com a saúde humana e com o meio ambiente.

8 REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NR15 – Atividades e operações insalubres**. 1978.

ANJOS, R. M. et al. **Natural radionuclide distribution in Brazilian commercial granites**. Radiation Measurements, 39, pp. 245 – 253, 2005.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº. 176, de 24 de outubro de 2000.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº. 9, de 16 de janeiro de 2003.

BENNETT, A. **Strategies and Technologies: Controlling indoor air quality**. Filtration and Separation, v. 46, pp. 14-17, 2009.

BRICKUS, L. S. R.; AQUINO NETO, F. R. **A qualidade do ar de interiores e a química**. Química Nova, 22:65-74, 1999.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 003 de 28 de junho de 1990.

DOLL, R.; PETO, J. **Asbestos: Effects on Health of Exposure to Asbestos**. H.M. Stationery Office, London, 1985.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, INDOOR AIR QUALITY. United States of America, 2010. Disponível em <<http://www.epa.gov/iaq/index.html>>. Acesso em 28/04/2010.

GIODA, A; AQUINO NETO, F. R. **Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 19(5): 1389-1397, set-out, 2003a.

GIODA, A; AQUINO NETO, F. R. **Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil**. Química Nova, v. 26, n. 3, p. 359-365, 2003b.

HINES, A.L.; GHOSH, T.K.; LOYALKA, S.K.; WARDER, R.C. **Indoor Air: Quality and Control**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993.

HODGSON, A.T.; WOOLEY, J.D.; DAISEY, J.M. **Emissions of volatile organic compounds from new carpets measured in a large-scale environmental chamber**. Journal of the Air & Waste Management Association 43, 316–324, 1993.

JONES, A. P. **Indoor air quality and health**. Atmospheric Environment, 33, pp. 4535 – 4564. Elsevier, 1999.

MARONI, M.; SEIFERT, B.; LINDVALL, T. **Indoor Air Quality: a Comprehensive Reference Book**. Elsevier, Amsterdam, 1995.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 3523 de 28 de agosto de 1998.

MORGAN, K. T. **A brief review of formaldehyde carcinogenesis in relation to rat nasal pathology and human health risk assessment**. Toxicologic Pathology 25 (3), 291:307, 1997.

NAZAROFF, W. W.; WESCHLER, C. J. **Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants**. Atmospheric Environment, Vol. 38, pp. 2841-2865. Elsevier, 2004.

REDLICH, C. A.; SPARER, J.; CULLEN, M. R. **Sick Building Syndrome.** The Lancet. Volume 349, Issue 9057, pp. 1013-1016, 1997.

RYBCZYNSKY, W. **Home, a Short History of an Idea.** Nova Iorque, Penguin Books, 1986.

UHDE, E.; SALTHAMMER, T. **Impact of reaction products from building materials and furnishings on indoor air quality – A review of recent advances in indoor chemistry.** Atmospheric Environment, 41, pp. 3111 – 3128. Elsevier, 2007.

WESCHLER, C. J. **Changes in indoor pollutants since 1950s.** Atmospheric Environment, 43, pp. 153 – 169. Elsevier, 2009.

WESCHLER, C. J.; SHIELDS, H. C. **Potential reactions among indoor pollutants.** Atmospheric Environment, Vol. 31, No. 21, pp. 3487-3495. Elsevier, 1997.