

AS TINTAS IMOBILIÁRIAS E O IMPACTO AMBIENTAL

UEMOTO, Kai Loh (1); AGOPYAN, Vahan (2)

- (1) Depto de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo,
São Paulo-SP, e-mail: kai.uemoto@poli.usp.br
- (2) Depto de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo,
São Paulo-SP, e-mail: VAgopyan@poli.usp.br

RESUMO

O problema ambiental tem sido muito discutido nas últimas décadas. A gestão da qualidade revolucionou as empresas durante a última década e hoje a questão ambiental a suplantou sendo considerada mais importante. Os produtos usados na pintura de edifícios emitem compostos orgânicos voláteis (VOC), que são uma séria fonte de poluição atmosférica, tanto durante a sua fase de construção como no seu uso. São considerados contaminantes potenciais importantes na qualidade do ar interno principalmente em ambientes com ar condicionado. Esse problema motivou o estudo do impacto ambiental das tintas imobiliárias com ênfase na emissão de VOC, sendo para isso assinado um Programa de Cooperação Técnica entre a Universidade de São Paulo/ Escola Politécnica e a Associação Brasileira de Fabricantes de Tinta - ABRAFATI. Os resultados obtidos irão permitir fazer um diagnóstico do mercado nacional que irá auxiliar na obtenção de indicadores ecológicos nacionais, sem a necessidade de adoção de critérios internacionais, dar suporte às indústrias na otimização de formulações de tintas imobiliárias com menor impacto ambiental e conscientizar os construtores e os aplicadores quanto ao efeito nocivo do uso de produtos com elevados teores de componentes poluentes ao meio ambiente, durante a construção e uso dos edifícios. O projeto em questão está sendo desenvolvido com recursos da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos dentro do Programa de Tecnologia de Habitação - HABITARE.

Palavras chaves: meio ambiente, tintas, edificações, VOC, ozônio.

1. INTRODUÇÃO

O problema ambiental, nas últimas décadas, tem mostrado a necessidade de emprego de materiais de baixo impacto ao meio ambiente. As políticas públicas impuseram requisitos ambientais a inúmeras atividades, sendo a construção civil uma delas. As legislações que controlam a emissão de poluentes têm aumentado e a demanda por produtos ambientalmente menos agressivos tem crescido paralelamente. As agências de proteção ambiental dos Estados Unidos, Canadá, Japão e países da comunidade européia já impuseram restrições ao volume máximo de compostos voláteis (VOC) o que tem influenciado muito na inovação de produtos. Alguns estados americanos impuseram redução nos limites para emissão de VOC de tintas da linha “arquitetura” e de manutenção industrial, enquanto que no Canadá os fabricantes estão produzindo tintas mais “amigáveis” com redução de odor e de VOC. Inclusive o “Canadian Paint & Coating Association” assinou um acordo voluntário com “Environment Canada” para a redução de 45% de VOC de 1985 a 2015 (Stanley, 2001). A obtenção de produtos com menor impacto ambiental tem sido uma das principais linhas de pesquisa nas indústrias de tinta. Nos países mais industrializados os programas de pesquisa na área de tintas estão voltados para a fabricação de produtos menos agressivos ao

meio, especialmente com relação à emissão de solventes. Observaram-se mudanças significativas na formulação, produção e aplicação das tintas. Várias tecnologias têm sido adotadas com sucesso, como a formulação de produtos com elevado teor de sólidos, a redução da quantidade de solventes aromáticos nas tintas, o uso de solventes oxigenados ou produção de tintas em pó.

O presente trabalho tem o propósito de discutir a questão ambiental na indústria de construção civil, a importância do desenvolvimento de tintas com baixo VOC e, além disso, informar ao meio técnico o projeto “Impacto ambiental das tintas imobiliárias” que está sendo desenvolvido pela EPUSP, com recursos da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, com o objetivo de levantar e fornecer critérios ecológicos nacionais às indústrias de tinta para que estas possam se adequar aos teores de VOC que estão sendo propostos.

2. A CONSTRUÇÃO CIVIL E O MEIO AMBIENTE

O macrocomplexo da construção civil também é um gerador de poluição ambiental, pois os edifícios alteram significativamente o meio ambiente tanto na fase de construção como no uso. As atividades no canteiro geram poluição sonora, resíduos de construção, materiais particulados, e no caso dos produtos para a pintura a emissão de VOC, que é uma séria fonte de poluição atmosférica. A emissão de VOC pelos materiais e componentes de acabamento, em ambiente interno de edifícios durante a fase final de construção e nas primeiras idades de ocupação, tem sido muito pesquisada. Após a morte do ministro Sérgio Motta, a sanidade do ar interno de edifícios climatizados (MENDONÇA, 2000) trouxe a público o debate sobre essa questão já existente há longo tempo nos países do Hemisfério Norte, onde é muito elevado o número de edifícios com ar condicionado.

Com a globalização o mundo está cada vez mais competitivo. As empresas estão sendo pressionadas a atingir padrões de desempenho internacional. O meio ambiente, a segurança e a saúde ocupacional dos trabalhadores passaram a ser consideradas os paradigmas da década de 90. A última década foi dedicada à qualidade, simbolizada pelas normas ISO 9000, e as próximas estarão direcionadas pela questão ambiental, simbolizadas pelas normas ISO 14000 (meio ambiente) derivadas da BS 7750, que já vêm sendo implementadas em nosso país. As normas ISO 18000 (segurança e saúde ocupacional), derivadas das normas BS 8800 (SALVI, 2000) esta em fase de gestação.

A gestão da qualidade revolucionou as construtoras durante a última década e hoje a questão ambiental a suplantou em importância. Além da satisfação do usuário diante da durabilidade de um produto específico hoje se discute a qualidade de vida a médio e longo prazo. A seleção dos materiais de construção deixará de ser feita somente com base em critérios estéticos, de durabilidade ou de custo, mas deverá também estar condicionada a questões como a contaminação do meio ambiente, a toxidez dos produtos.

Existe uma crescente preocupação no que diz respeito à qualidade ambiental (EQ - environmental quality) nos produtos da indústria da construção. O produto não é avaliado somente sob o ponto de vista de desempenho como também sob critérios ambientais. A questão é decidir que critérios ambientais devem ser utilizados e como poderiam ser obtidos. A metodologia aceita internacionalmente para a avaliação ambiental é a análise do ciclo de vida (LCA, expressão inglesa de Life Cycle Analysis), definida na ISO 14040. Este conceito levou ao desenvolvimento de metodologias para avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90, como parte das estratégias para o cumprimento das metas estabelecidas nas agendas ambientais da Europa e América do Norte. O mais conhecido sistema de avaliação é o Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), lançado em 1990 por pesquisadores do BRE junto com o setor privado. Através de um “checklist” o sistema verifica o atendimento dos edifícios a determinados requisitos inclusive impacto ambiental (SILVA, 2000) (CHEVALIER, 1996) (THAM, 2000).

Novas idéias estão agora norteando as pesquisas. O CIB (International Council for Building Research and Documentation) colocou entre suas prioridades o desenvolvimento sustentável, a European Construction Industry Federation criou uma agenda específica sobre este tema e a Civil Engineering Research

Foundation (CERF), uma entidade dedicada à promoção da modernização da construção civil nos EUA, em pesquisa de dados sobre a "questão ambiental" a identificou como a segunda tendência mais importante para o futuro, conforme mostrado na Figura 1. Mesmo no Brasil, há sinais de que o impacto ambiental já começa a ser sentido na engenharia civil (JOHN, 2000).

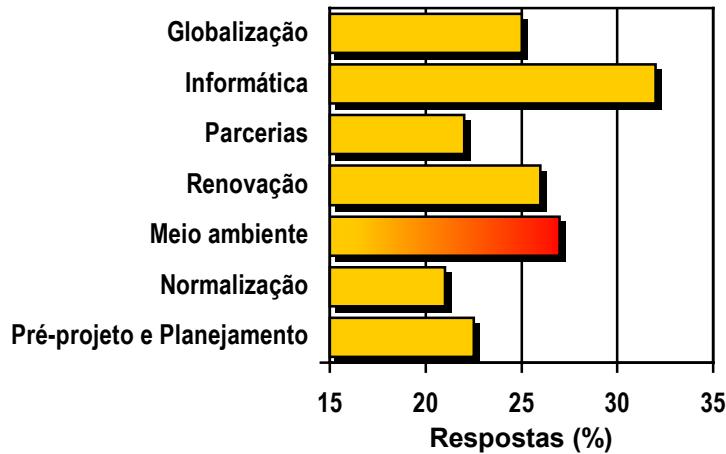


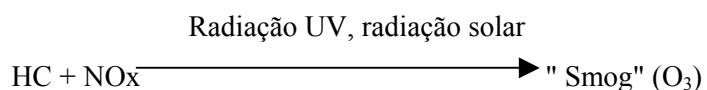
Figura 1: Resultados de pesquisa internacional realizada pela Civil Engineering Research Foundation (CERF) (JOHN, 2000)

Neste momento, a construção civil tem a opção de desenvolver sua própria agenda ambiental, antecipando-se à tendência de sofrer regulamentos unilaterais por parte dos órgãos governamentais. Em futuro próximo, os critérios ecológicos serão agregados aos critérios de desempenho, prazo e custo. No mercado da construção civil, cada vez mais competitivo, a proteção ambiental poderá ser um diferencial importante que poderá ser usado como instrumento para divulgação mercadológica. Mesmo no Brasil, na própria indústria de tintas, já existem fabricantes que desenvolveram produtos com menor emissão de VOC e toxicidade para atrair consumidores.

3. O VOC E O OZÔNIO

O VOC é definido como sendo qualquer composto de carbono que participa de reações fotoquímicas, com exceção de CO₂, CO, ácido carbônico, carbetas ou carbonatos metálicos e carbonatos de amônio. As tintas, principalmente aquelas de base solvente, e os produtos usados durante a pintura emitem à atmosfera hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, hidrocarbonetos contendo halogênio, cetonas, ésteres, álcoois, os quais contribuem para a formação de ozônio, prejudicando o meio ambiente.

Os hidrocarbonetos juntos com os óxidos de nitrogênio, presentes no meio ambiente, na presença de luz solar (radiação UV) e calor reagem entre si para produzir compostos oxidantes e ozônio, responsáveis pela formação da névoa fotoquímica urbana, conhecida popularmente por "smog"¹ (BREZINSKI), conforme ilustrado na equação a seguir. A U.S. Environmental Protection Agency (EPA) considera o ozônio como o principal elemento integrante do "smog" (Vide Figura 2).



¹ Palavra inglesa proveniente de fog (nevoeiro) e smoke (fumaça)



Figura 2: A foto ilustra o efeito do "smog"²

A composição química do solvente influí nos níveis de reatividade química, produzindo diferentes teores de peróxido ou de ozônio. A radiação solar e o calor também influem e assim esta espécie química se forma principalmente no verão quando há muito sol e calor (EPA, 2001).

O ozônio é uma substância gasosa simples, incolor; cada molécula é formada pela combinação de 3 átomos de oxigênio, um a mais do que a molécula de oxigênio o que o torna extremamente reativo. O ozônio pode ser considerado “bom” ou “ruim” à saúde dependendo do local de ocorrência (Figura 3); quando encontrado na estratosfera, de 16 a 48 km (10 a 30 milhas) da superfície terrestre, é considerado “bom”. Este tipo forma uma camada protetora contra a ação da radiação ultravioleta do sol (UV-b), prejudicial à pele e que leva a casos de câncer de pele, catarata e redução do sistema imunológico (EPA, 2001). Este ozônio está sendo destruído pela ação de agentes químicos produzidos pelo homem, como os fluorclorocarbonos (CFCs) provenientes do uso em refrigeradores, ar condicionados, sprays, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) (TAVARES, 1995).



Figura 3: Esquema ilustrativo do ozônio considerado “bom” ou “ruim”³

² Foto ilustrativa do “smog” tirada no dia 20/08/2001 em região próxima ao Aeroporto de Congonhas.

³ Traduzido da U.S. Environmental Protection Agency (EPA) . USA. Disponível em: <<http://www.epa.gov/airnow>>. Acessado em 03/07/2001.

O outro ozônio presente na troposfera, ao nível do solo, é considerado o “ruim”, prejudicial ao ser humano, à fauna e à flora, às colheitas e a outros materiais, pois pode causar dificuldade de respiração, tosse, dispnéia, enxaqueca, náusea, e irritação na garganta. Indivíduos que sofrem de problemas respiratórios como enfisema, bronquite, pneumonia, asma e resfriados têm maior dificuldade na respiração quando o ar apresenta elevados níveis de ozônio. Estes efeitos são maiores durante a realização de exercícios físicos, pois aumentam a suscetibilidade dos pulmões quanto a infecções, alergias e inclusive a influência de outros contaminantes. Estudos relacionados à saúde ocupacional mostraram que o ozônio danifica o tecido pulmonar e os efeitos de sua insalubridade podem ser sentidos dias após o término da exposição, além de efeitos neurotóxicos (EPA, 2001).

O ozônio é pois um dos principais poluentes do ar e é um dos parâmetros usados como índice de qualidade do ar (AQI- Air Quality Index).

4. ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) divulga diariamente pela imprensa e no seu site a qualidade do ar da cidade de São Paulo, junto com a previsão meteorológica dos poluentes para as próximas 24 horas. A divulgação é feita utilizando-se um índice de qualidade do ar que foi concebido com base no índice desenvolvido pela U.S. Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos. Este índice, conforme Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA nº 03 de 28/06/90, contempla os seguintes parâmetros: dióxido de enxofre, partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, fumaça, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. A concentração de cada um dos poluentes está relacionada com o valor índice que resulta em um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar. Cada um dos poluentes possui um índice que recebe uma qualificação. Este índice define legalmente as concentrações máximas de um componente atmosférico para garantir a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Os parâmetros regulamentados são fixados na Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90 conforme apresentados na Tabela 1 (SÃO PAULO, 2001).

Tabela 1: Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas Totais em Suspensão	24 horas (1) MGA (2)	240 80	150 60
Dióxido de Enxofre	24 horas MAA (3)	365 80	100 40
Monóxido de Carbono	1 hora (1) 8 horas	40.000 35 ppm 10.000 (9 ppm)	40.000 35 ppm 10.000 (9 ppm)
Ozônio	1 hora (1)	160	160
Fumaça	24 horas (1) MAA (3)	150 60	100 40
Partículas Inaláveis	24 horas (1) MAA (3)	150 50	150 50
Dióxido de Nitrogênio	1 hora (1) MAA (3)	320 100	190 100

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

Observa-se que existem dois tipos de padrão de qualidade do ar: os primários e os secundários. Em ambos os padrões regulamentados pelo CONAMA o ozônio é fixado em $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para tempo de amostragem de 1 hora. Para o óxido de nitrogênio é fixado em $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para tempo de amostragem de 1 hora no padrão primário e $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no padrão secundário.

Conforme apresentado anteriormente o ozônio (O_3) da troposfera é criado por uma reação química entre os óxidos de nitrogênio (NO_x) e o VOC, na presença da radiação solar. Assim, os teores de O_3 e de NO_2 estão relacionados com a emissão de VOC que são os poluentes usados para definir a qualidade do ar, tanto pela CETESB como a EPA. Na Tabela 2 são mostradas as faixas de concentração do óxido de nitrogênio e do ozônio para os diferentes índices de qualidade do ar e respectivas qualificações (SÃO PAULO, 2001) não tendo sido.

Tabela 2: Índice de qualidade do ar para o dióxido de nitrogênio e ozônio

Faixa de concentração		Índice	Qualificação do ar
Dióxido de nitrogênio	Ozônio		
0-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0-80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0-50	Boa
101-329 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	81-160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	51-100	Regular
321-1130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	161-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	101-199	Inadequada
1131-2260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	201-800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200-299	Má
2261-3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	801-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	300-399	Péssima
>3001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>1001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>400	Crítica

Na Tabela 3 estão apresentadas as concentrações de óxido de nitrogênio e do ozônio, emitidos do dia 20/08/2001 a 21/08/2001, obtidas em várias estações da cidade de São Paulo e localidades próximas (SÃO PAULO, 2001). As concentrações obtidas, nesse período, para estes dois parâmetros são qualificados na maioria das estações como sendo de qualidade regular e em alguns casos como sendo boa.

Tabela 3: Padrão diário da qualidade do ar para o ozônio e dióxido de nitrogênio

(Boletim CETESB de 21/08/2001)

Estação	Ozônio			Nitrogênio		
	Conc. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Índice	Qualidade	Conc. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Índice	Qualidade
Parque D. Pedro II	103	64	Regular	154	62	Regular
Santana	131	82	Regular			
Moóca	151	94	Regular			
Ibirapuera	129	81	Regular	87	44	Boa
São Caetano do Sul	138	86	Regular	97	49	Boa
Diadema	76	48	Regular			
Osasco	60	38	Boa			
Santo André – Capuava	96	60	Boa			
São Miguel Paulista	135	84	Regular			
Mauá	97	61	Regular	26	13	Boa
Cubatão - Centro	60	38	Regular	62	31	Boa
Pinheiros	69	43	Boa	123	55	Regular
Paulínia	87	54	Regular	57	29	Boa
Sorocaba	94	59	Regular			
S. José dos Campos	68	43	Boa			
Congonhas				190	70	Regular
Lapa				177	68	Regular
Cerqueira César				176	67	Regular
Campinas - Centro				104	51	Regular
Padrão Diário de Qualidade do Ar para o Ozônio – 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – valor máximo de 1 hora						
Padrão Diário de Qualidade do Ar para o Dióxido de Nitrogênio – 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – valor máximo de 1 hora						

Nas Figuras 4 e 5 estão apresentados os quadros ilustrativos que mostram os efeitos provocados respectivamente pelo ozônio e pelo dióxido de nitrogênio na saúde do ser humano.

Índice	Nível de concentração na atmosfera		Cuidados
	0 - 50	Bom	
51-100*	Moderado		Indivíduos excepcionalmente sensíveis devem limitar esforços prolongados
100-150	Insalubre para grupo sensíveis		Crianças e adultos ativos, e indivíduos com problemas respiratórios, como asma, devem limitar esforço prolongado
151-200	Insalubre		Crianças e adultos ativos, e indivíduos com problemas respiratórios, como asma, devem evitar exposição prolongada, especialmente crianças.
201-300	Muito insalubre		Crianças e adultos ativos, e pessoas com problemas respiratórios, como asma, devem evitar qualquer esforço, especialmente crianças.
301-500	Periculoso		Todos devem evitar esforços

Figura 4: Quadro ilustrativo mostrando os efeitos do ozônio na saúde do ser humano

Os quadros ilustrativos mostram que mesmo tendo um índice de qualidade entre 51-100, considerado regular pela CETESB ou moderado pela EPA, nessa concentração de ozônio os indivíduos excepcionalmente sensíveis, devem limitar esforços prolongados. Já no caso do dióxido de nitrogênio não há nenhuma recomendação.

Na Tabela 4 é mostrada a porcentagem de dias em que o padrão de 1 hora ($160\mu\text{g}/\text{m}^3$) e o nível de atenção ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$) foram ultrapassados na região metropolitana de São Paulo (RMSP), em 2000. Conforme esta tabela o ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar por 65 dias, um valor considerado elevado, uma vez que representa 17,8% do ano. Conforme a CETESB os meses de janeiro a abril e de agosto a dezembro (274 dias) são períodos críticos para a formação do ozônio na baixa troposfera. Conforme mostrado nesta tabela estas ultrapassagens do padrão representam cerca de 23,7% destes dias (São Paulo, 2001).

Tabela 4: Número de dias de ultrapassagem do padrão de ozônio no RMSP em 2000 (São Paulo, 2001)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Dias de ultrapassagem	5	2	1	8	-	2	2	4	4	17	11	9	65

Um valor elevado de ozônio além de afetar a saúde do ser humano modifica o equilíbrio ambiental dos ecossistemas ou alterar a bioquímica das plantas (São Paulo, 2001). Os dados apresentados pela CETESB mostram que há necessidade de implementar estratégias de controle de redução de emissões de poluentes precursores de ozônio como o VOC.

Índice	Nível de concentração na atmosfera	Cuidados
0 - 50	Bom	nenhum
51-100*	Moderado	nenhum
100-150	Insalubre para grupo sensíveis	nenhum
151-200	Insalubre	nenhum
201-300	Muito insalubre	Crianças e adultos ativos, e pessoas com problemas respiratórios, como asma, devem evitar qualquer esforço, especialmente crianças.
301-500	Perigoso	Todos devem evitar esforço

Figura 5: Quadro ilustrativo mostrando os efeitos do dióxido de nitrogênio na saúde do ser humano

5. ESTUDO DO IMPACTO AMBIENTAL DAS TINTAS IMOBILIÁRIAS

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas- ABRAFATI e a Universidade de São Paulo- Escola Politécnica assinaram um contrato de cooperação técnica para o desenvolvimento do projeto “ Impacto Ambiental das Tintas Imobiliárias”. O estudo esta sendo desenvolvido dentro do Programa de Tecnologia de Habitação- HABITARE na modalidade “ Construção e Meio Ambiente – Diagnóstico dos Impactos Ambientais da Habitação, com recursos da FINEP- Financiadora de Estudos e Projetos. O projeto global tem caráter multidisciplinar, sendo executado em diferentes instituições. Participam deste estudo o Depto de Eng. de Construção Civil da Escola Politécnica, o Instituto de Química, o Depto de Microbiologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, Depto de Biofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o Depto de Eng. de Construção Civil da Universidade do Pará (UFPA).

As metas estabelecidas para o projeto visam levantar e fornecer critérios ecológicos às indústrias de tinta para que estas possam adequar os teores de componentes orgânicos voláteis (VOC) em tintas imobiliárias de modo a minimizar o impacto ambiental. Dentro deste projeto estão sendo desenvolvidas as seguintes atividades:

- **Desenvolvimento de metodologia para a identificação e quantificação:** de VOC de tintas de acabamento, vernizes, silicones, diluentes e produtos utilizados na limpeza de equipamentos de pintura como o thinner, gasolina, benzina e outros solventes.
- **Diagnóstico dos teores de VOC de sistemas de pintura do mercado.** Serão selecionados para o estudo diferentes classes de tinta, comercializadas pelos principais fabricantes do país, os mais vendidos do mercado e com diferentes tipos de acabamento (fosco, semibrilho), resultado das diferenças existentes em suas formulações (PVC alto, médio e baixo).
- **Caracterização dos materiais coletados.** As tintas do estudo devem ser caracterizadas quanto aos teores de sólidos, veículo (resina) e pigmentos através de análise química gravimétrica. Estes ensaios fornecem indicações quanto à composição básica das tintas e não fornecem a quantidade real dos constituintes devido às limitações dos métodos.
- **Identificação e quantificação dos VOCs de tintas líquidas.** Deverá ser realizada pelo método GC-MS (cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa). A fração volátil das tintas, vernizes e

diluentes (solventes) é constituída por uma mistura de compostos orgânicos voláteis. É feita uma separação prévia destes compostos por cromatografia gasosa e posteriormente efetuada espectrometria de massa para identificação dos compostos. Será utilizado um sistema acessório acoplado a um espectrômetro de massas, de nome Head Space Sampler (marca Shimadzu HSS-4A), que permite analisar os componentes voláteis de uma amostra líquida ou sólida contida em um frasco selado, o qual será previamente aquecido a uma temperatura pré-estabelecida, sendo a fase gasosa recolhida por uma seringa aquecida e injetada em um cromatógrafo gasoso acoplado a um espectrômetro de massas permitindo a obtenção de dados qualitativos e quantitativos dos elementos voláteis pesquisados. Esta técnica é muito utilizada na análise de produtos naturais (óleos essenciais) e solventes orgânicos. A espectrometria é uma técnica utilizada na identificação de compostos orgânicos puros ou misturas, através de degradação da molécula, via processos de excitação interna e posteriormente o registro dos fragmentos resultantes dessa degradação, em forma de espectrograma. A identificação é feita por comparação com espectro padrão ou de referência, em banco de espectros para pesquisa, que possui cerca de 40.000 compostos, permitindo chegar às fórmulas de amostras desconhecidas. Na identificação serão utilizadas bibliotecas NIST e Willey, contabilizando cerca de 275.000 espectros.

- **Determinação da emissão de VOC de tintas e produtos para pintura, por perda de massa.** Este método permite determinar os teores de VOC emitido durante o processo de aplicação e secagem da pintura em obra e estudar os fatores críticos como temperatura, ventilação etc. Os produtos ensaiados serão aplicados sobre substratos comuns em edificações, em condições controladas simulando condições de obra, determinando-se o VOC (g/L) por perda de massa.
- **Identificação e quantificação dos VOCs de pinturas.** As tintas de base água e de base solvente, que apresentaram valores elevados de VOCs, serão aplicados sobre substratos comuns de construção civil e condicionados em ambiente fechado. Os VOCs emitidos são coletados por multi-adsorventes (Tenax GR e Carbopack), durante períodos pré-determinados, e posteriormente deverão ser desorvidos a 330° C. Os voláteis serão transferidos a uma linha do sistema GC-MS para análise. Esta técnica é bastante utilizada em estudos da qualidade do ar em interiores (THAM et all, 2000) (SATO et all, 2000) (KASANEN et all, 2000) .

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O meio ambiente, a segurança e a saúde ocupacional dos trabalhadores tem direcionado as pesquisas do setor da construção civil no exterior nas últimas décadas. No Brasil até a década passada não havia grupos de pesquisa ou políticas públicas voltadas ao desempenho ambiental de edifícios. O fato deste projeto estar sendo desenvolvido com recursos da FINEP evidencia o interesse do Estado na questão ambiental. O ano de 2000 constitui-se em marco no cenário nacional para a discussão da qualidade ambiental no macrocomplexo da construção civil.

Os conhecimentos científicos adquiridos nesta pesquisa serão divulgados através de palestras, congressos científicos, nacionais e internacionais, nas áreas de engenharia civil, tintas, meio ambiente, saúde ocupacional. Além disso, irão dar subsídios à educação ambiental ao serem divulgados ao meio externo através de palestras no mercado da construção, alertando sobre os efeitos da emissão de VOC e a presença de substâncias potencialmente nocivas ao homem e seu impacto no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREZINSKI, J. J. Regulation of volatile organic compound emissions from paints and coatings. KOLESKE, J. V. ed. In: **Paint and coating testing manual: fourteenth edition of the Gardner-Sward Handbook.** ASTM Manual Series: MNL 17, p.3-12, 1995.

CHEVALIER, J. L.; LE TÉNO, J. F. Requirements for an LCA-based Model for the evaluation of environmental quality of building products. In: **Building and Environment.** Vol. 31, nº 5, p. 487-491, 1996.

JOHN, V. M. Meio Ambiente-Construção e desenvolvimento sustentável. In: **Qualidade na Construção.** Sinduscon-SP São Paulo, nº23 Ano III 2000, p.34-44;

- KASENEN, J. P. Airway irritation of VOC mixtures based on the emissions of the finishing materials-PVC floorings and paints. In: **Proceedings of Healthy Buildings**. Finland, 2000. p.101-106;
- MENDONÇA, G. No ar, riscos e soluções. In: **Qualidade na Construção**. Sinduscon-SP São Paulo, v. 29 n° 25 Ano III 2000, p.10-13;
- SALVI, F. Os paradigmas da qualidade, segurança e meio ambiente. In: **Informativo CRQ – IV**, ano 9 n° 46, 2000, p.4-5;
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). **Boletim de Qualidade**. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acessado em 022.08.2001.
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). **Qualidade do ar no estado de São Paulo em 2000**. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acessado em 022.08.2001.
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). **Padrões de Qualidade**. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acessado em 21.08.2001.
- SATO, S. et all The emission of volatile organic compounds in a building under construction. In: **Proceedings of Healthy Buildings**. Finland, 2000. p.459-464;
- SILVA, V. G. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. In: **Qualidade na Construção**. Sinduscon - SP São Paulo, nº25 Ano III 2000 p.14-22;
- STANLEY, R. Helps Para Paints be first to market. In: PCI- Paint & Coatings Industry. jun. 2001. p. 68-70;
- TAVARES, T. M. Poluição atmosférica e mudanças climáticas do planeta. In: **RQI- Revista de Química Industrial**, nº702, 1995, p.4-8;
- THAM, K. W. et all Identifying, quantifying and controlling VOCs in an air-conditioned office building-a Singapore case study. In: **Proceedings of Healthy Buildings**. Finland, 2000. p.449-454;
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). USA. **Air Quality Index**. Disponível em: < <http://www.epa.gov/airnow>. Acessado em 03.07.2001.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos pelo apoio recebido no desenvolvimento do Projeto e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa de pesquisa.