UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

LYDA MILENA PATIÑO GUÍO

Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos

Dissertação de mestrado apresentada à Comissão de Pós-Graduação do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo em São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, na área de concentração em Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri

SÃO CARLOS

2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Atendimento ao Usuário do Serviço de Biblioteca – EESC/USP.

Patiño Guío, Lyda Milena
P294c Compostos Orgânicos Voláteis em tintas
imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a
qualidade do ar em ambientes internos construídos /
Lyda Milena Patiño Guío; orientador Eduvaldo Paulo
Sichieri. São Carlos, 2013.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em
Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia -- Instituto de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São
Paulo, 2013.

1. Compostos Orgânicos Voláteis. 2. Toxicidade. 3.
Tintas imobiliárias. 4. Qualidade do ar interno. 5.
Ambientes construídos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira Civil Lyda Milena Patiño Guio

Título da dissertação: "Compostos orgânicos voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos".

Data da defesa: 28/11/2013.

Comissão Julgadora:

Prof. Tit. **Eduvaldo Paulo Sichieri (orientador)**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo - USP)

Prof. Dr. **Tomás Queiroz Ferreira Barata**
(Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP)

Profa. Dra. **Kelen Almeida Dornelles**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo - USP)

Resultado:

Aprovada

Aprovada

Aprovada

Presidente e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura Urbanismo - Professor Assoc. **Márcio Minto Fabrício**

DEDICATÓRIA

Á meus pais Olga e Fabio E. e meus irmãos Fernanda e Fabio A.,
pelo esforço em conjunto, a compressão e a força.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Eduvaldo Sichieri**, quem me acolheu como orientador no mestrado, agradeço muito o seu entusiasmo, alegria e energia desde o primeiro momento até o final.

Ao **Prof. Alvaro Neto**, quem permitiu e viabilizou o uso do equipamento de laboratório, acompanhou os ensaios e fez grandes contribuições nas análises dos dados.

A mis amigos e compañeros de estudio Arley y Julie, por quienes siento gran aprecio! Gracias por toda la ayuda valiosa.

Ao **Prof. Rafael Silveira**, pelo apoio e o suporte dado à pesquisa.

Ao **Guillherme Miola** do laboratório de cromatografia quem ajudou e acompanhou de perto a elaboração das análises de laboratório, agradeço muito sua ajuda e todos os seus aportes.

Aos técnicos do laboratório de construção civil do instituto os quais sempre estiveram com toda a disposição para prestar ajuda.

E a todas as pessoas que contribuíram para o êxito deste trabalho e que não foram mencionadas.

PATÍÑO GUIO, Lyda Milena. Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos 2013. 222 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo – São Carlos. 2013.

RESUMO

Materiais de construção como: adesivos, selantes, aglomerados, compensados, carpetes, revestimentos de parede, isolamentos, forros acústicos etc., emitem compostos orgânicos voláteis (COVs) em ambientes internos (Niu e Burnett, 2001). No caso da tinta no Brasil, Salasar (2006) indica que “as tintas à base de solventes emitem 520 vezes mais COVs em relação às tintas à base de água”. Consequentemente aumentos significativos na concentração de poluentes químicos e biológicos do ar em ambientes internos são provocados pelas baixas taxas de troca de ar em conjunto com a emissão de COVs originados pelos materiais de construção dos ambientes internos (Gioda & Neto, 2003). O objetivo nesta pesquisa é identificar compostos orgânicos voláteis nas emissões de tintas imobiliárias usadas em ambientes internos na cidade de São Carlos.

O laboratório foi realizado com o equipamento de cromatografia gasosa acoplado a espectrometria de massas, com siglas GC/MS, junto com o aparelho para extração da amostra chamado de micro extração de fase sólida (SPME), para duas amostras de cada tinta sendo uma fresca (úmida) e outra seca. O laboratório GC/MS quando é utilizado com micro extração de fase sólida (SPME) é o método mais aproximado do ideal, já que permite qualificar os COVs contidos nas amostras de tinta com maior eficiência que qualquer outro método (Koziel & Pawliszym, 2001). A escolha das tintas, esmaltes e o verniz foram determinadas como aquelas de maior uso e venda entre os pintores e lojas de tintas, respectivamente, na cidade de São Carlos. Os resultados mostraram que as tintas podem chegar a emitir juntas mais de 61 compostos orgânicos voláteis, a maior parte deles causa irritação respiratória e cinco desses compostos são suspeitos de desenvolver câncer, a concentração de cada composto não foi determinada. Uma suposição é que a saúde dos pintores pode estar sendo afetada, pois eles têm contato constante com as emissões das tintas, neste sentido é preocupante que esses trabalhadores da construção civil sejam informais, pois nesta condição o risco à sua saúde pode ser agravado devido à falta de capacitação necessária sobre a utilização do material que estão manipulando. Parte do resultado da pesquisa mostra também por meio de um questionário, as marcas de tintas imobiliárias comumente usadas na cidade de São Carlos, assim como uma noção sobre as doenças que as tintas produzem. O questionário foi elaborado para 40 pessoas entre pintores e vendedores de lojas de tinta na cidade de São Carlos. As fichas de segurança de produtos químicos FISPQ correspondentes para cada tinta omitem informações sobre alguns ingredientes considerados de risco encontrados nas amostras de tintas, como por exemplo, compostos suspeitos de desenvolver câncer. É importante para o Brasil a criação com urgência de um selo ambiental confiável que garanta a baixa concentração de emissão de COVs nas tintas como produto, mediante valores quantificáveis. Se similar ao selo “Green Seal”, o mesmo daria não só uma forma de controle sobre a emissão de COVs nos prédios senão confiabilidade e garantia. O selo será um parâmetro de exigência nas certificações ambientais para confirmar as baixas emissões de COVs nos materiais das edificações sustentáveis, que até agora são inexistentes.

Palavras-chave: Compostos Orgânicos Voláteis, Toxicidade, Tintas Imobiliárias, Qualidade do Ar Interno. Ambientes Construídos, Sustentabilidade, Selo Ambiental.

PATIÑO GUIO, Lyda Milena. *Volatile Organic Compound in paints: Characterization and effects on air quality in indoor environments built. 2013. 222 p. Dissertation (Master) - Institute of Architecture and Urbanism. University of São Paulo – São Carlos. 2013.*

ABSTRACT

Building materials such as: Adhesives, sealants, plywood, carpeting, wall coverings, insulation, acoustic ceilings etc., emit volatiles organic compounds (VOCs) in indoor environments (Niu e Burnett, 2001). In the case of the paint in Brazil, Salasar (2006) indicates that "solvent-based paints emit VOCs 520 times as compared to water-based paint.". Consequently significant concentration of chemical and biological pollutants from indoor air, are caused by low rates of air exchange in conjunction with the emission of VOCs originating from the construction of the indoor materials (Gioda & Neto, 2003). The objective of this research is to identify volatile organic compounds (VOC) emissions from architectural coatings used indoors in São Carlos. The laboratory was performed with gas chromatography equipment coupled to mass spectrometry with acronyms GC / MS, with the instrument for sample extraction called solid phase micro extraction (SPME) for two samples of each paint: a fresh (wet) and a dry. The GC/MS laboratory when used with solid phase micro extraction (SPME) is the closest to the ideal method, allows to qualify the VOCs contained in the paint samples more efficiently than any other method (Pawliszym & Koziel, 2001). The choice of paints, enamels and varnish were determined as those of greater use and sale among painters and paint stores, respectively, in the city of São Carlos.

The results showed that the paint can issue more than 61 volatile organic compounds, most of them cause respiratory irritation and five of these compounds are suspected of developing cancer, the concentration of each compound was not determined. One of the hypotheses is that the health of painters may be being affected, as they have constant contact with emissions from paints, in this respect it is wrong that these workers of the construction are informal, because in this condition the risk to your health can be aggravated due to lack of necessary training on the use of the material. Part of the search result also shows by means of a questionnaire, the marks of paints commonly used in the city of São Carlos, as well as a notion about the diseases that produce the paints. The questionnaire was designed in 40 people between painters and sellers of paint shops in the city of São Carlos. Safety data sheets for chemicals corresponding MSDS for each paint omit some information about ingredients considered risk in samples of paints, such as examples, compounds suspected of developing cancer. It is important for Brazil to urgently create a reliable environmental seal that ensures low emission concentration of VOCs in paints and product through quantifiable values. If the seal is similar to the seal "Green Seal", it would not only a form of control over the emission of VOCs in buildings too reliability and warranty The stamp will be a requirement parameter in environmental certifications to confirm low emissions of VOCs in materials of sustainable buildings, which until now are nonexistent.

Keywords: *Volatile Organic Compounds, Toxicity, Paints, Indoor Air Quality, Built Environments, Sustainability, Environmental Label.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1. Revisão Bibliográfica: Teoria das tintas em construção civil

Figura 1.	Composição da Tinta Imobiliária.....	24
Figura 2.	Pigmentos.....	24
Figura 3.	Processo de fabricação de tinta.....	33

Capítulo 2. Revisão Bibliográfica: Conteúdo e emissão de COVs em tintas

Figura 4.	Produtos de tipo industrial, derivados do petróleo.....	35
Figura 5.	Cromatogramas de esmalte líquido, filme 1, 7 e 30 dias após secagem.....	38
Figura 6.	Concentração máxima de COVs desde verniz sob diferente espessura de filme.....	38
Figura 7.	Perfil de taxa de emissão de COVs de stain para madeira a diferentes temperaturas.....	40
Figura 8.	Perfil de concentração da emissão de COVs em tintas de base aquosa a diferentes temperaturas.....	41
Figura 9.	Efeitos da temperatura em porcentagem de massa de COVs emitida no filme e difusa no substrato à 24 horas.....	41
Figura 10.	Percepção da intensidade do odor e de aceitabilidade de ar limpo e ar poluído por tinta de parede em base água em cinco diferentes temperaturas e umidades.....	42
Figura 11.	Concentração de COV emitidos a partir de tinta de parede à base água e verniz de piso em nove níveis de temperatura e umidade.....	43
Figura 12.	Perfil de concentração da emissão de covs em tintas de parede a diferentes velocidades do ar e perfil de taxa de emissão de covs, a diferentes taxas de ventilação.....	44
Figura 13.	Efeitos da taxa de fluxo de ar em porcentagem de massa de COVs emitida no filme e difusa no substrato à 24 horas.....	44

Capítulo .3. Revisão Bibliográfica : Efeitos ambientais e prejuízos da saúde na exposição de COVs

Figura 14.	Camadas atmosféricas.....	48
Figura 15.	Foto de pintores em São Paulo-Brasil, 2012.....	53

Capítulo 4. Revisão Bibliográfica: Qualidade do ar em ambientes internos construídos.

Figura 16.	Qualidade do ar.	67
Figura 17.	Ventilação natural: 1) cruzada e 2) ventilação efeito chaminé por pressão natural orientada.....	69

Capítulo 5. Revisão Bibliográfica: Tinta como material sustentável na construção civil.

Figura 18.	Pilares da sustentabilidade.....	78
Figura 19.	Consequências sociais da informalidade no setor da construção no Brasil.....	81
Figura 20.	Tempo de aumento em bilhões da população mundial: 1800 – 2050.....	85
Figura 21.	Processo para a escolha de tintas visando na qualidade do ambiente interno.....	88
Figura 22.	Análise de Ciclo de vida dum material e fases do AVC.....	91
Figura 23.	Entradas e saídas do processo de fabricação de tinta.....	92

Capítulo 6. Revisão Bibliográfica: Cromatografia Gasosa

Figura 24.	Exemplo de um cromatograma, emitido por uma resina de tinta.....	99
Figura 25.	Esquema de Cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometria de massas.....	100
Figura 26.	Procedimento de extração de COVs em amostras com SPME.....	103

Capítulo 7. Metodologia

Figura 27.	Extensor marca OMICRON.....	109
Figura 28.	Placas de alumínio quadradas.....	109

Figura 29.	Espátula – colher metálica.....	109
Figura 30.	Balança precisão 0,001 g.....	110
Figura 31.	Experimento: Perda de massa de tinta aplicada sobre placas de alumínio.....	110
Figura 32.	Placas de alumínio com tinta distribuída.....	112
Figura 33.	Modelo Gráfica de % de massa emitida x tempo (hr).....	113
Figura 34.	Cromatógrafo Gasoso marca Shimadzu GC-17A acoplado a FID.....	115
Figura 35.	SPME Equipamento de Microextração de Fase Sólida.....	115
Figura 36.	Fibra do SPME de polydimethylsiloxane (PDMS).....	115
Figura 37.	Frascos Vial Headspace.....	115
Figura 38.	Mini espátula metálica.....	115
Figura 39.	Suporte metálico.....	115
Figura 40.	Frasco de amostragem com tinta.....	117
Figura 41.	SPME, injeção no Cromatógrafo.....	118
Figura 42.	Cromatógrafo Gasoso e espectrômetro de massas GCMS-QP5050A.....	122

Capítulo 8. Resultados e Discussões

Figura 43.	Percentual de idade dos pintores entrevistados na cidade de São Carlos.....	126
Figura 44.	Tempo de serviço dos pintores entrevistados na cidade de São Carlos.....	126
Figura 45.	Localização das lojas de tintas entrevistadas em São Carlos Outubro 2012.....	127
Figura 46.	Tintas frequentemente utilizadas na cidade de São Carlos.....	128
Figura 47.	Marcas de vernizes frequentemente utilizados em São Carlos.....	130
Figura 48.	Marcas de esmalte frequentemente utilizados em São Carlos.....	132
Figura 49.	Conhecimento de doenças relacionadas com a emissão de voláteis das tintas.....	135
Figura 50.	Doenças declaradas no questionário.....	136
Figura 51.	Accidentes com tintas.....	137
Figura 52.	Resposta à pergunta 10.....	137
Figura 53.	Graficos da perda de massa para as tintas 1,2,3 e 4.....	145
Figura 54.	Graficos da perda de massa para as tintas 5,6,7, esmalte 1, esmalte 2 e verniz 1.....	146
Figura 55.	% de emissão de COVs em tintas imobiliárias.....	147
Figura 56.	Cromatogramas de todas as amostras das tintas secas e unidas.....	155
Figura 57.	Imagens de resíduos de tinta em ruas de São Carlos.....	182
Figura 58.	Imagem de resíduos de tinta em rua de São Carlos.....	182

LISTA DE EQUAÇÕES

Capítulo 3. Efeitos ambientais e prejuízos da saúde na exposição de COVs

Equação 1.....	48
Equação	48
Equação 3.....	48
Equação 4.....	49

Capítulo 7. Metodologia

Equação 5.....	107
Equação 6.....	113
Equação 7.....	113
Equação 8.....	113

LISTA DE TABELAS

Introdução

Tabela 1.	Comparação AGCIH e NR-15.....	17
------------------	-------------------------------	----

Capítulo 1. Revisão Bibliográfica: Teoria das tintas em construção civil

Tabela 2.	Tipos de aditivos.....	25
Tabela 3.	Tipos de resinas.....	26
Tabela 4.	Classificação de solventes hidrocarbonetos.....	28
Tabela 5.	Classificação de solventes oxigenados.....	29
Tabela 6.	Classificação de tintas, considerando diferentes aspectos.....	31
Tabela 7.	Classificação de tintas segundo a aplicação.....	31
Tabela 8.	Classificação de tintas, segundo os diferentes substratos.....	32

Capítulo 2. Revisão Bibliográfica: Conteúdo e emissão de COVs em tintas

Tabela 9.	Famílias importantes de compostos orgânicos.....	36
Tabela 10.	Classificação dos poluentes orgânicos em ambientes internos.....	36
Tabela 11.	Tipos de emissões de COVs dos materiais de construção.....	39
Tabela 12.	Impacto de parâmetros climáticos na emissão de COVs em diferentes produtos da construção..	45

Capítulo 3 Revisão Bibliográfica: Efeitos ambientais e prejuízos da saúde na exposição de COVs

Tabela 13.	Impactos ambientais das tintas imobiliárias.....	47
Tabela 14.	Formas de exposição para os solventes da tinta.....	50
Tabela 15.	Compostos contaminantes do ar e os efeitos na saúde segundo a NIOSH.....	52
Tabela 16.	Lista de Doenças relacionadas ao trabalho.....	54

Capítulo 4. Revisão Bibliográfica: Qualidade do ar em ambientes internos construídos.

Tabela 17.	Limites de exposição de COVs para substâncias cancerígenas não cancerígenas OMS.....	61
Tabela 18.	Limites de exposição para compostos contaminantes do ar OSHA.....	62
Tabela 19.	Limites de exposição para compostos contaminantes do ar – 2 OSHA.....	63
Tabela 20.	Limites de exposição para compostos contaminantes do ar ACGIH.....	63
Tabela 21.	Outras entidades que expõem limites de exposição para compostos contaminantes do ar.....	64
Tabela 22.	Limites de exposição para compostos contaminantes do ar NR.15.....	65
Tabela 23.	Limites de exposição para compostos contaminantes do ar – tabela comparativa.....	65
Tabela 24.	Limites de emissão de COVs para tintas e vernizes, linha decorativa/arquitetura - EPA.....	70
Tabela 25.	Pré-requisitos e créditos exigidos pela LEED, para atingir os pontos de qualidade do ar	73
Tabela 26.	Organização das categorias do método AQUA.....	74
Tabela 27.	Requisitos exigidos pela AQUA, para atingir os pontos de qualidade sanitária do ar.....	75

Capítulo 5. Revisão Bibliográfica: Tinta como material sustentável na construção civil.

Tabela 28.	Elementos, contexto e escalas da sustentabilidade.....	79
Tabela 29.	Dificuldades envolvidas na avaliação de produtos da construção.....	80
Tabela 30.	Etapas do ciclo de vida e efeitos.....	83
Tabela 31.	Ações de sustentabilidade para materiais de construção.....	87
Tabela 32.	Comparação de fatores do ACV para diferentes tintas e vernizes das tintas.....	93
Tabela 33.	História do selo ambiental.....	94
Tabela 34.	Selos ambientalmente corretos para produtos de uso corrente, em diferentes países.....	96
Tabela 35.	Tipos de rotulagem ambiental.....	96

Capítulo 7. Metodologia

Tabela 36.	Formato Laboratório A: perda de massa em placas de alumínio.....	111
Tabela 37.	Formato Laboratório A: Temperatura e umidade média.....	111

Tabela 38.	Matriz de procura de condições cromatográficas das amostras de tinta.....	117
Tabela 39.	Exemplo tabela de resultados das condições cromatográficas para cada amostra de tinta.....	119
Tabela 40.	Lista dos 9 compostos alvos desta pesquisa.....	120
Tabela 41.	Condições cromatográficas para cada solvente.....	123

Capítulo 8. Resultados e Discussões

Tabela 42.	Tintas de uso frequente na cidade de São Carlos.....	129
Tabela 43.	Vernizes de uso frequente na cidade de São Carlos.....	131
Tabela 44.	Esmaltes de uso frequente em São Carlos.....	132
Tabela 45.	Respostas da pergunta 6 do questionário.....	134
Tabela 46.	Recorrência das marcas de tinta do questionário.....	138
Tabela 47.	Tintas escolhidas para ser testadas nesta pesquisa.....	139
Tabela 48.	Exame visual das amostras de tintas.....	140
Tabela 49.	Informação preliminar das tintas.....	141
Tabela 50.	Informação das latas de tinta.....	142
Tabela 51.	Dados de emissão de voláteis das amostras de tintas.....	144
Tabela 52.	Condições cromatográficas finais para cada tinta.....	148
Tabela 53.	Tempo de monitoramento de massas de 9 COVs específicos.....	149
Tabela 54.	Resultados da corrida cromatográfica modo SIM	150
Tabela 55.	Lista completa dos COVs achados em cada tinta e seus respectivos tempos modo SCAN.....	156
Tabela 56.	Limites de exposição máxima profissional de alguns COVs.....	160
Tabela 57.	Valores de MAK.....	162
Tabela 58.	Toxicidade dos COVs achados nas amostras de tinta em modo SIM.....	162
Tabela 59.	Toxicidade dos COVs achados nas amostras de tintas em modo SCAN.....	163
Tabela 60.	Complemento da tabela 59.....	175
Tabela 61.	Compostos suspeitos de desenvolver Câncer encontrados nas amostras de tinta.....	178
Tabela 62.	Compostos suspeitos do aparecimento de asma, afeições do fígado, rins e pulmões.....	178
Tabela 63.	Compostos de maior risco para a saúde presente nas amostras de tintas imobiliárias.....	179
Tabela 64.	Toxicidade das tintas analisadas nesta pesquisa.....	180

SUMÁRIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de ilustrações.....	viii
Lista de tabelas.....	x
Sumário.....	xii
Introdução.....	14
Objetivos.....	20
Capítulo 1. Revisão Bibliográfica: Teoria das tintas em construção civil.....	21
1.1. Definição de tinta para construção.....	21
1.2. História da Tinta.....	22
1.3. Composição da tinta.....	24
1.3.1 Parte Sólida.....	24
1.3.2. Parte Volátil.....	27
1.4. Classificação de Tintas mais usadas na Construção Civil.....	30
1.5. Processo de Fabricação da Tinta.....	33
1.5.1. Tintas a base solvente.....	33
1.5.2. Tintas tipo emulsão.....	34
Capítulo 2. Conteúdo e emissão de COVs em tintas.....	35
2.1. Introdução aos COVs.....	35
2.2. Emissão de COVs em tintas imobiliárias.....	37
2.3. Efeitos das condições ambientais sobre a taxa de emissão de COVs das tintas imobiliárias.....	39
Capítulo 3. Efeitos ambientais e prejuízos da saúde na exposição de COVs.....	46
3.1. Efeitos ambientais.....	47
3.2. Impactos diretos na saúde humana.....	50
Capítulo 4. Qualidade do ar em ambientes internos construídos.....	58
4.1. Ambientes de trabalho.....	58
4.1.1. Medidas para a melhoria do ar e diminuição de COVs em fábricas de tintas.....	58
4.1.2. Avaliação de contaminantes do ar em ambientes de trabalho.....	60
4.2. Ambientes internos de casas e prédios (escritórios e apartamentos).....	66
4.2.1. Medidas para a melhoria do ar em ambientes internos em construção e construídos.....	67
4.2.2. Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos de casas e prédios.....	72
4.3. Certificações ambientais: Preocupações com a qualidade do ar interno.....	72
4.3.1. Análises das certificações LEED e AQUA, valores de COVs.....	76
Capítulo 5. Tinta como material sustentável na construção civil.....	77
5.1. Sustentabilidade na construção civil.....	77
5.2. Sustentabilidade dos materiais de construção.....	80
5.2.1. Sustentabilidade dos aspectos sociais relacionados a materiais e componentes.....	80
5.2.2. Sustentabilidade dos aspectos econômicos relacionados a materiais e componentes.....	82
5.2.3. Sustentabilidade dos aspectos ambientais relacionados a materiais e componentes.....	82
5.3. Sustentabilidade em tintas imobiliárias.....	85
5.4. Existe uma tinta sustentável?.....	89
Capítulo 6. Cromatografia Gasosa.....	98
6.1. Cromatógrafo gasoso acoplado à espectrômetro de massas (GC-MS).....	99
6.2. Headspace (HS).....	102
6.3. Microextração de fase sólida (SPME).....	103

6.4. Metodologia geral do laboratório GC-MS/HS-SPME.....	104
Capítulo 7. Metodologia.....	105
7.1. Questionário, escolha e observação das amostras.....	106
7.1.1. Alcance.....	106
7.1.2. Procedimento.....	106
7.1.3. Cálculo.....	106
7.1.4. Resultados.....	107
7.2. Experimento de laboratório A: Perda de massa em placas de alumínio.....	108
7.2.1. Alcance.....	108
7.2.2. Termos e definições.....	108
7.2.3. Normas de referência.....	109
7.2.4. Elementos e materiais.....	109
7.2.5. Procedimento.....	110
7.2.6. Cálculos.....	112
7.2.7. Divulgação dos resultados.....	113
7.3. Experimento de laboratório B: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector FID/SPME com headspace.....	114
7.3.1. Alcance.....	114
7.3.2. Termos e definições.....	114
7.3.3. Elementos e materiais.....	115
7.3.4. Procedimento.....	116
7.3.5. Divulgação dos resultados.....	119
7.4. Experimento de laboratório C: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector de espectrometria de massas /SPME-HS.....	120
7.4.1. Alcance.....	120
7.4.2. Normas de referência.....	121
7.4.3. Termos e definições.....	121
7.4.4. Elementos e materiais.....	121
7.4.5. Procedimento.....	122
7.4.6. Divulgação de resultados.....	124
7.5. Critérios de avaliação e classificação dos resultados encontrados no laboratório C.....	124
Capítulo 8. Resultados e Discussões.....	125
8.1. Questionário, escolha e observação das amostras.....	126
8.1.1. Informação preliminar do questionário.....	126
8.1.2. Perguntas do questionário.....	127
8.1.3. Análises estatísticas para a escolha de amostras.....	138
8.1.4. Manipulação e observação das amostras.....	139
8.2. Experimento de laboratório A: Perda de massa em placas de alumínio.....	144
8.3. Experimento de laboratório B: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector FID / SPME.....	148
8.4. Experimento de laboratório C: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector de espectrometria de massas /SPME.....	149
8.4.1. Experimento de corrida cromatográfica em modo SIM.....	149
8.4.2. Experimento de corrida cromatográfica em modo SCAN.....	151
8.5. Critérios de avaliação e classificação dos resultados encontrados no Laboratório C.....	159
8.5.1. Limites de exposição máxima profissional dos COVs encontrados.....	160
8.5.2. Toxicidade e fonte de exposição em construção civil.....	162
8.5.3. Análise de sustentabilidade de tintas imobiliárias desde o ponto de vista das emissões atmosféricas nocivas.....	177
9. Conclusões.....	184
9.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	188
Referências Bibliográficas.....	190

INTRODUÇÃO

CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Os compostos orgânicos voláteis, de agora em diante COVs, são substâncias químicas cuja base é o carbono, geralmente evaporam a temperatura e pressão ambiente originando partículas voláteis prejudiciais não só para a saúde das pessoas mas também para o meio ambiente. Existem na composição química de vários materiais de construção de uso interno, sendo geralmente bons solventes e altamente eficazes para dissolver tintas. Por esta razão os COVs são encontrados em ambientes internos de construções, derivados das tintas onde a ventilação é insuficiente.

São pesquisados COVs presentes na emissão volátil de seis marcas de tintas (base água) e um esmalte (base água), inicialmente iriam ser testar duas amostras de vernizes em base solvente, mas devido ao excesso de COVs encontrados nas primeiras amostras de tinta em base água foi decidido não testá-las premeditando um possível estrago na fibra do aparelho de extração e dificuldade na leitura dos cromatogramas.

O laboratório foi realizado com o equipamento de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, com siglas GC/MS, junto com o aparelho para extração da amostra chamado de micro extração de fase sólida (SPME), para duas amostras de cada tinta sendo uma fresca (úmida) e outra seca. O laboratório GC/MS quando é utilizado com micro extração de fase sólida (SPME) é o método mais aproximado do ideal, já que permite qualificar os COVs contidos nas amostras de tinta com maior eficiência que qualquer outro método (Koziel & Pawliszym, 2001), este será explicado com mais profundidade dentro do trabalho. A escolha das tintas, esmaltes e o vernizes foram determinadas como aquelas de maior uso e venda entre os pintores e lojas de tintas respectivamente, na cidade de São Carlos. Foram identificados 56 COVs em modo SCAN e 6 COVs em modo SIM. O modo SIM (Tabela 54) identifica compostos específicos previamente estabelecidos e o modo SCAN (Tabela 55) identifica a maior quantidade de compostos orgânicos presentes nas emissões das tintas imobiliárias frequentemente usadas em ambientes internos na cidade de São Carlos. Consequentemente o modo SIM é mais preciso do que o modo SCAN. Nesta pesquisa os COVs escolhidos para serem testados em modo SIM, em função de representarem

alto risco para a saúde, são: acetona, benzeno, butil-acetato, etilbenzeno, o-diclorobenzeno, tolueno, trimetilbenzeno, estireno e xileno.

Parte do resultado da pesquisa mostra também por meio de um questionário, as marcas de tintas imobiliárias comumente usadas na cidade de São Carlos, assim como uma noção sobre as doenças que as tintas produzem. O questionário foi elaborado para 40 pessoas entre pintores e vendedores de lojas de tinta na cidade de São Carlos.

Como dito anteriormente, os COVs são tóxicos em determinadas concentrações, podendo causar várias doenças que vão desde alergias de pele e olhos ao câncer de um ou vários órgãos (Jones, 2009; Niu e Burnett, 2001; Niosh, 2004; Uemoto et al., 2004; Gaberlotto, 2007). Ver lista de COVs e doenças geradas por eles no Anexo A.

Salasar (2006) encontrou alguns Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) em tintas imobiliárias no Brasil, eles são: tolueno, 1-butanol, etilbenzeno, hexilenoglicol, entre outros. Sabe-se que muitas vezes não é apenas um composto que gera riscos à saúde (como danos no DNA), mas sim a combinação complexa de diversos compostos que fazem parte da produção das tintas (Rosa, 2009), além das sequelas negativas dos COVs no ambiente.

Consequentemente os pintores e operários de tinta por estarem em exposição prolongada aos COVs formam uns dos grupos de maior risco exposto aos solventes das tintas através das vias respiratórias e da derme.

A agência internacional de pesquisa sobre o câncer IARC na monografia volume 47, declara que a exposição ocupacional como pintor foi classificada dentro do grupo 1: cancerígeno (IARC, 1989). Segundo a IARC (2010) os tipos de cânceres que podem se desenvolver são: câncer de pulmões e câncer de bexiga. Silva (2007) na região Sul de Minas Gerais determinou que “o número de casos de cânceres hematológicos na região estudada pode ser reduzido em 17,8% se for eliminada a exposição aos solventes orgânicos”.

Com referência à comunidade, a qualidade do ar interior é afetada pelos compostos orgânicos voláteis emitidos pelos materiais de construção, entre eles as tintas (Sublis, 2006). Aumentos significativos na concentração de poluentes químicos e biológicos do ar interior são provocados pelas baixas taxas de troca de ar em conjunto com a emissão de COVs originados pelos materiais dos ambientes internos (Gioda & Neto, 2003).

Também o mau funcionamento e falta de manutenção de aparelhos de ar condicionado podem causar problemas respiratórios e/ou alérgicos (Batista, 2008).

Em geral, os prédios que possuem ventilação natural e sistemas de condicionamento de ar eficientes apresentam ar mais limpo, mas o ar externo deve ser limpo também. No entanto está seria uma solução parcial porque os COVs não estão mais no interior do edifício, mas foram enviados à atmosfera, onde podem interagir com outros compostos para promover a destruição da camada de ozônio (Gaberloto, 2007), entre outros problemas.

É preciso lembrar que outros materiais de construção de uso interno, também emitem COVs, tal como: adesivos, selantes, aglomerados, compensados, carpete, revestimento de parede, isolamento, forro acústico etc. (Niu e Burnett, 2001). No caso da tinta, Salazar (2006) indica “as tintas à base de solventes emitem 520 vezes mais COVs em relação às tintas à base de água” no Brasil.

A qualidade do ar interior deve ser considerada na fase de gestão do projeto, quando são escolhidos os materiais de construção a serem utilizados e o sistema de ventilação do prédio (natural ou climatização artificial). Uma ferramenta indicativa da qualidade do ar interior são os sistemas de certificação ambiental como o LEED (internacional) ou AQUA (nacional). O LEED, por exemplo, fala da escolha de tintas com baixo ou nenhum conteúdo de COV, mas no Brasil nenhuma tinta garante que a emissão de COVs das tintas seja baixo (menor do que o 0.5% do peso da tinta) e o AQUA recomenda limitação das fontes de poluição do ar interno como as tintas e enfatizam a ventilação adequada e eficaz. Para escolher uma tinta com baixo conteúdo de COVs os fabricantes de tintas em países desenvolvidos contam com ferramentas como a rotulagem ambiental padronizada a nível internacional, verídica e confiável, um bom exemplo é a ISO, com seus selos ambientais tipo I (ver Tabela 35).

A expectativa é que os consumidores, construtores, arquitetos, engenheiros, fabricantes de materiais de construção e outros responsáveis no projeto construtivo comprem, escolham, recomendem, utilizem, produzam e exijam materiais de construção que atendam a condições mínimas de desempenho, impacto ambiental e de saúde. Sendo os materiais de construção escolhidos a partir da análise de sustentabilidade, por meio de selos ambientais confiáveis.

Existem algumas leis brasileiras para evitar qualquer risco referente à qualidade do ar, sejam no local de trabalho como em qualquer ambiente interno com um sistema de

climatização mecânica, porém, a norma brasileira NR-15 que define o limite de exposição a compostos tóxicos no local de trabalho não é atualizada desde 1994 (Pedroza, 2011), sendo que os valores da AGCIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienist*), instituição na qual o Brasil foi baseado em seus dados são atualizados a cada ano. Diferenças de valores de alguns compostos tornam-se alarmantes entre as duas normas, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Comparação AGCIH e NR-15

COMPOSTO	Média Ponderada no tempo TLV - TWA AGCIH EUA (2009)		Até 48 horas/semana NR – 15 Norma Reguladora Brasil (1994)		Toxicidade*
	ppm	mg/m3	Ppm	mg/m3	
Tolueno	20	75	78	290	EPA-II IARC-3 TLV-A4
Estireno	20	75	78	-	IARC-2B MAK- TVL-A4
Xilenos	100	435	78	340	EPA - I IARC-3 TLV-A4
Etilbenzeno	100	435	78	340	EPA-D IARC-2B MAK-3 ^a TLV-A3
Formaldeído	---	-----	1,6	2,3	EPA-B1 IARC-1 MAK-4 NIOSH -Ca NTP-R OSHA-Ca TLV-A2
Acetona	500	1188	780	1870	TVL-A4 EPA-1
Benzeno	0,5	1,6	1	3,19	EPA-K IARC-1 MAK-1 NIOSH-Ca NTP-K OSHA-Ca TLV-A1
n-Butil-acetato	150	710	-----	-----	
p-diclorobenzeno	10	60	39	235	IARC-2B MAK-2 NIOSH-Ca NTP-R TLV-A3

Fonte: AGCHI (2009), NR-15 (1994)

*Ver Tabela 60.

Por outro lado o controle sobre a qualidade do ar interior em prédios com sistema de climatização mecânica no Brasil é exercida pelos órgãos competentes de vigilância sanitária através do cumprimento da Portaria nº 3523/GM de 28 de agosto de 1998. A resolução RE nº 9 da ANVISA de 16 de janeiro de 2003, fornece padrões de

seguimento da qualidade do ar interior também em prédios com sistema de climatização, ela recomenda selecionar materiais de construção que não contenham COVs ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade.

Como foi dito antes, para a indústria é necessário à adoção de técnicas e processos que tenham menor impacto ambiental, como a adoção de selos ambientais confiáveis em seus produtos. Por outro lado no controle de produção, há uma necessidade crescente para que os processos químicos das indústrias sejam ambientalmente aceitáveis, tendência conhecida como química verde (green chemistry) ou tecnologia sustentável, basicamente consiste em criar produtos químicos com o menor ou nenhum impacto ambiental. No caso das tintas o objetivo é substituir os solventes tóxicos da sua composição.

É uma questão de saúde pública, conhecer os COVs que os materiais de construção emitem como no caso geral do acabamento, as tintas imobiliárias. Portanto pode ser de grande utilidade que os fabricantes de tintas exponham na embalagem todos COVs que podem ser emitidos ao ambiente uma vez aplicada a tinta ao substrato em diferentes tempos: 1 dia, 7 dias, 30 dias e um ano, as informações sobre a emissão de COVs em sua fase líquida antes da aplicação e a emissão de COVs em caso de incêndio. Além disso, na embalagem deve-se expor a toxicidade da tinta e as recomendações quanto a sua utilização adequada, ventilação apropriada e proteção com materiais específicos: uniforme, óculos, luvas, máscara, etc. Isso com a finalidade de evitar a exposição prejudicial, lembrando que todas as fichas técnicas de segurança de cada tinta analisada omitiam informação de COVs perigosos. Reiterasse que o ideal é que a tinta não possua qualquer tipo de composto tóxico e/ou COVs.

ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho da pesquisa está ordenada como se mostra a seguir:

Revisão bibliográfica do Capítulo 1 ao Capítulo 6.

Capítulo 1. Teoria das tintas em construção civil;

Capítulo 2. Conteúdo e emissão de COVs em tintas;

Capítulo 3. Efeitos ambientais e prejuízos da saúde na exposição de COVs;

Capítulo 4. A qualidade do ar em diferentes ambientes construídos;

Capítulo 5. Tinta como material sustentável na construção civil;

Capítulo 6. Cromatografia gasosa.

Capítulo 7. Metodologia,

Capítulo 8. Resultados e discussões,

Conclusões.

O **capítulo 1** faz um itinerário através da História das tintas e a sua composição, haverá uma ênfase especial para os solventes comumente utilizados atualmente pelos fabricantes de tintas no Brasil. O **capítulo 2** apresenta uma visão geral dos COVs desde a química orgânica assim como as formas de emissão em tintas dentro dos ambientes internos e os fatores ambientais (temperatura, umidade relativa, taxa de ventilação e velocidade do ar) que afetam a emissão dos COVs. O **capítulo 3** mostra uma ampla gama de investigação científica sobre o risco contundente dos COVs para a saúde e o meio ambiente em todo o mundo. O **capítulo 4** apresenta regulamentos nacionais e internacionais sobre o tratamento adequado dos COV. O **capítulo 5** tenta abrir uma discussão sobre a tinta como material sustentável na construção civil, o **capítulo 6** oferece informação sobre cromatografia gasosa, equipamento usado nesta pesquisa para os testes de laboratório. No **capítulo 7** temos a metodologia, que por sua vez está dividida em cinco partes: questionário e escolha das amostras, experimento da perda de massa, experimento de cromatografia gasosa acoplada a FID, experimento de cromatografia gasosa acoplado ao espectrômetro de massas e a classificação dos resultados. A metodologia vai expor a situação atual dos COVs nas tintas de uso construtivo no Brasil. A escolha das amostras de tintas foi realizada a partir da análise estatística de um questionário, onde foram escolhidas seis marcas de tinta e um esmalte a base água. Os ensaios de laboratório foram desenvolvidos no laboratório de cromatografia do Instituto de Química de São Carlos-IQSC da USP, utilizando o equipamento de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC/MS) junto com o aparelho para extração da amostra chamado micro extração de fase sólida (SPME). No **capítulo 8 e 9** encontra-se os resultados, discussões e conclusões desta pesquisa.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo principal desta pesquisa é identificar a presença de COVs em 9 amostras de tintas imobiliárias empregadas em ambientes internos na cidade de São Carlos.

Objetivos específicos

- Determinar o tipo e a marca das tintas imobiliárias comumente empregadas na cidade de São Carlos, através de questionários feitos em lojas de tintas e em pintores.
- Para os compostos achados nas análises, procurar informações sobre a concentração limite de exposição máxima permissível em locais de trabalho, dadas por instituições internacionais confiáveis.
- Para os compostos achados nas análises, procurar na literatura informação toxicológica e implicações sobre a saúde humana, com o intuito de promover a tomada de decisão preventiva na manipulação e exposição ao produto.
- Para os compostos achados nas análises, procurar outros estudos e pesquisas que relacionem estes compostos com a sua utilização na construção civil, no que diz respeito a sua composição, emissão e contato por parte de materiais e/ou temas relacionados com a qualidade do ar em ambientes internos construídos.
- Criação de bases de dados que são úteis para identificar as possíveis fontes de contaminação de ambientes internos nos estudos de qualidade do ar.
- Contribuir para a discussão sobre a sustentabilidade em tintas empregadas na construção civil.

1. Capítulo 1. Revisão Bibliográfica: TEORIA DAS TINTAS EM CONSTRUÇÃO CIVIL

Este item irá descrever as tintas e sua utilidade como material de construção civil, assim como a história da tinta desde 8000 a.C. até os dias atuais. Haverá também uma explicação sobre a composição das tintas, mas apenas para contextualizar o leitor sobre os compostos orgânicos voláteis (VOCs) que elas emitem. Dentro do item serão apresentadas algumas maneiras de classificar as tintas usadas na construção, e, finalmente, uma breve explicação, do processo de fabricação de dois tipos de tintas: tinta tipo emulsão e tinta a base solvente.

1.1. Definição de tinta para construção

Simmons et al. (2001) define a tinta como “um material líquido pigmentado que aplicado sobre um substrato produz uma película opaca”. Sichieri e Salado (2007) descrevem a tinta para construção como

uma mistura homogênea de pigmentos, solventes, veículos, resinas e aditivos que, depois da aplicação e cura, transforma-se numa película sólida e aderente cuja principal finalidade é revestir uma superfície para protegê-la contra os agentes agressivos do meio e da ação de intempéries de todos os gêneros.

A tinta na construção civil tem duas finalidades principais: a proteção contra o desgaste das superfícies e a estética no projeto arquitetônico, mas com o tempo a tinta foi adquirindo outras funções de uso construtivo, como por exemplo, como Simmons et al. (2001) argumentam que a tinta faz parte essencial do programa sanitário de hospitais nos EUA e prosseguem; “as tintas brilhantes e semibrilhantes proporcionam superfícies suaves, pouco absorptivas e fáceis de limpar que a mantém livre de impurezas e germes.” Outros autores associam a tinta como parte do conforto térmico no edifício, Dornelles e Roriz (2007) falam que as tintas imobiliárias de uso externo exercem um papel fundamental sobre a absorção da energia solar e consequentemente sobre o desempenho térmico das edificações.

Sichieri e Salado (2007) listam algumas finalidades das tintas:

- Evitar ou retardar o desgaste de um substrato;
- Decorar ambientes;
- Proporcionar higiene;

- Distribuir iluminação;
- Auxiliar na comunicação visual;
- Contribuir na segurança contra incêndios;
- Promover a impermeabilização de superfícies.

Além das funções psicológicas que as cores exercem quando são colocadas em diferentes ambientes dentro e fora dos imóveis, para Freire (2006) “as cores vivas estimulam psicologicamente as pessoas”.

As propriedades do filme da tinta e seu comportamento em serviço dependem da fórmulação da tinta, da tecnologia de elaboração, da forma de aplicação e das condições de secagem/cura. Segundo Giudice e Pereyra (2009) o filme deve cumprir as seguintes propriedades que lhe caracterizam como uma tinta de boa qualidade:

- Boa resistência a água e baixa absorção.
- Resistência à transferência do vapor de água.
- Resistência à passagem de íons.
- Resistência aos fenômenos osmóticos.
- Resistência à intempérie.
- Resistência aos agentes químicos.
- Elevada adesão seca e úmida do filme.
- Resistência à abrasão.
- Elasticidade e capacidade de alongação.
- Resistência às bactérias e fungos.

1.2. História da Tinta

Com os egípcios cerca de 8.000 a.C. a 5.800 a.C. surgiram os primeiros pigmentos sintéticos, segundo Sichieri e Salado (2007) eles fabricavam as tintas a partir de materiais naturais, achados na terra de seu próprio território ou nas regiões próximas. Os egípcios foram os primeiros a descobrir materiais naturais com polímeros na sua composição para a fabricação da tinta como: leite, ovo, goma arábica e cera de abelha entre outros, Fazenda (2009).

Os chineses desenvolveram tintas para escrever, assim demonstram os manuscritos achados no ano 2000 a.C. Segundo Sichieri e Salado (2007), está comprovado que eles conheciam o nanquim, extraído do polvo (molusco) quando este se sentia ameaçado.

Em 1838 foi descoberto por Rafael Jimenez Cantillo, o primeiro polímero sintético (policloreto de vinila – PVC) como resultado de uma polimerização acidental. Foi a partir do início do século XX que ocorreu grande desenvolvimento tecnológico nas

tintas e produtos afins, produtos oriundos da carboquímica permitiram o desenvolvimento de novos materiais poliméricos, pigmentos e solventes, Fazenda (2009).

Segundo Carvalho e Nogueira (2005), em 1907 surgiram as resinas fenólicas, em 1910 foi a síntese do acetato de vinila, em 1920 começaram utilizar o poliacetato de vinila em meio solvente, Sichieri e Salado (2007) expõem que “a partir de 1920 surgiram as lacas e outros revestimentos a base de nitrocelulose [...] em 1930 as resinas sintéticas.” Segundo Carvalho e Nogueira (2005) de 1930 a 1935 utilizaram-se combinações de resinas alquídicas com resinas de ureia e polímeros de cloreto de vinilo, em 1935 se criaram os Wash-primers Fórmulados com butiral – polivinílico, em 1940 as resinas de melamina, em 1944 as resinas de silicone e de 1946 a 1950 utilizaram-se o poliacetato de vinilo em meio aquoso e o estireno - butadieno em meio aquoso. A tinta imobiliária látex e as tintas para áreas externas foram lançadas na década de 1950, segundo Carvalho e Nogueira (2005) “a introdução no mercado de homopolímeros de poliacetato de vinil que, plastificados externamente, começaram a ser utilizados na fabricação de tintas aquosas para paredes”.

Para Sichieri e Salado (2007)

em 1960 as tintas ganharam resistência a substâncias químicas e gases, as tintas eletrostáticas começaram a ser empregadas industrialmente e ocorreu o surgimento das tintas fluorescentes. “Em 1970 o conteúdo de chumbo na composição química das tintas foi limitado a 0,5%”. Afirmam que a produção de tinta tornou-se uma das mais importantes atividades industriais do mundo.

Segundo Fazenda (2009)

as tintas representam uma das aplicações mais importantes dos polímeros, a diversidade dos materiais poliméricos empregados por essa atividade industrial é ampla, sendo as principais: alquídicas, poliésteres, epóxi, acrílicas, vinílicas, borracha clorada, maleicas, melamínicas, uréicas, poliuretânicas, etc.

Fazenda (2009) fala que “no Brasil, a alcoolquímica, desenvolvida a partir do etanol demonstra ser uma importante fonte de matéria prima para tintas e polímeros, e como situação única no mundo o Brasil vem competindo com a petroquímica”.

1.3. Composição da tinta

A composição da tinta se divide em: Parte Sólida e Parte Volátil como está representado na Figura 1.

Figura 1. Composição da Tinta Imobiliária. **Fonte:** Adaptação (Sichieri e Salado, 2007)

1.3.1. Parte Sólida

a) Pigmentos: Os pigmentos conferem cores às tintas e são partículas pequenas em forma de pó, dispersas nas pinturas que controlam o brilho e os reflexos. Além de serem os encarregados pela habilidade de recobrimento das pinturas, Figura 2.

Segundo Sichieri e Salado (2007), os pigmentos são de dos tipos: Orgânicos (Grupo cromóforos) que se caracterizam por ter: baixa densidade, ótimo brilho e durabilidade em ambientes externos e Inorgânicos (Chumbo, Antimônio, Cádmio, Ferro, Cromo, Titânio, Zinco, Grafito, etc) cujas características são: alta densidade, boa solidez à luz, geram cores terrosas, muito duráveis no exterior e bom poder de tintura.

Figura 2. Pigmentos

b) Cargas: Aumentam o volume das tintas a baixo custo. Para Sichieri e Salado (2007)

São compostos inorgânicos derivados de fontes naturais (barita, calcita, talco, caulim) ou sintéticos (sulfato de bário precipitado, carbonato de cálcio precipitado, silicato de cálcio). Adicionados nas tintas [...] conferem maior resistência à abrasão, alteram o brilho e a retenção da cor. [...] as cargas usadas com maior frequência são: argila, sílica e

silicatos, sílica diatomácea, carbonato de cálcio, silicato de magnésio e óxido de zinco.

c) Aditivos: São para Sichieri e Salado (2007) “substâncias sólidas ou líquidas, adicionadas às tintas em baixas concentrações, os quais lhe conferem melhores propriedades de aplicação, secagem, [...] etc.

Alguns tipos de aditivos são:

Tabela 2. Tipos de aditivos

Tipos	Exemplos
Secantes	Naftenatos, octoatos de metais.
Antiespumantes	Aguarrás mineral, óleo de pinho, álcool octílico, ésteres de ácidos graxos
Antifloculantes	base solvente: óleos siliconizados, ésteres de ácidos graxos; emulsões vinílicas: antifloculantes, aniônicos ou catiônicos
Antipele	Eskin
Antigelificantes	Epicloridrina
Dispersantes	Lecitina de soja, ésteres de ácidos graxos, tripolifosfato de potássio
Bactericidas e fungicidas	Compostos mercuriais – tóxicos
Controladores de viscosidade	carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, caulins, bentonitas, produtos derivados do óleo de mamona hidrogenado, sílicas coloidais
Modificadores de reologia, entre outros	

Fonte: Adaptação Sichieri e Salado (2007).

d) Veículo Sólido ou resinas: Na tabela 3 apresentam-se diferentes tipos de resinas. Escolher um veículo sólido correto é importante para a Fórmulação de uma tinta com boa qualidade. A resina definirá o tipo de solvente a ser utilizado.

Tabela 3. Tipos de resinas

Tipos	Resina Amínicas	Resinas Fenólicas	Resinas Epoxi	Resinas Poliuretânicas	Resinas Vinílicas	Resinas derivadas da celulose	Resinas de borracha clorada	Resinas silicones	Resinas alquídicas
Sub-tipos	- Resinas uréia-formaldeído - Resina melamina-formaldeído	- Resóis - Novolacas			- Acetato de polivinila (PVA) - Resina estireno butadieno (SBR) - Resinas acrílicas	- Nitrato de celulose (nitrocelulose)			
Características	- Resistência química às intempéries - dureza	- Rápida secagem - Bom aspecto - Boa resistência à umidade e agentes químicos - Amarela muito, não podendo ser utilizada para cores claras.	- São termofixas - Apresentam-se na forma de líquidos viscosos ou sólidos quebradiços - Dureza extrema - Baixo encolhimento durante a cura - Excelente resistência térmica e química especialmente aos solventes e à água - Alta aderência a qualquer superfície - Alto poder de molhabilidade - Boa flexibilidade	- Alta dureza - Excelentes propriedades dielétricas - Ótima flexibilidade - Excelente resistência química e à abrasão - Baixas temperaturas de cura	- São termoplásticas - Não oxidam - São neutras, inodoras e insípidas. - Medianamente resistentes à luz, à umidade, aos ácidos, álcalis e muitos outros agentes químicos. - Boa tenacidade - Boa resistência a abrasão - Boa retenção de cor - Boa durabilidade no exterior	- Compatibilidade - Rigidez - Resistência a água - Resistência a ácidos e álcalis - Baixo custo - Facilmente produzidas em uma vasta gama de colorações - Tintas à base de nitrocelulose (lacas termoplásticas) são as que apresentam o tempo mais rápido de secagem - Muito duras	- Resistência aos óleos e às graxas - São termoplásticas - Excelente resistência a álcalis e ácidos - Não são inflamáveis - Não possuem estabilidade ao calor, ocorrendo sua decomposição em temperaturas acima de 120°C. - Possuem propriedades bacteriostáticas e fungistáticas.	- Estabilidade química e térmica - Estabilidade à reatividade - Solubilidade - Plasticidade - Resistência a altas temperaturas - Resistência a intempéries - Ação repelente à água - Propriedades anti - espumantes.	- São as mais importantes de todas as resinas sintéticas, cujo volume total de utilização nas indústrias de tintas supera ao de todas as outras. - Grande variedade de resinas alquídicas, conhecidas com diferentes características e propriedades. - Formada basicamente por poliácido, um poliol e um óleo ou ácido graxo.
Principais usos	- Esmaltes - Acabamentos automotivos - Refrigeradores, máquinas de lavar.	- Vernizes	- Tintas para ambientes industriais - Linhas de gás natural	- Tintas para móveis e assoalhos - Vernizes para barcos - Primers para metais - Acabamentos nas linhas de manutenção industrial	- Látex - Linhas automotivas	- Esmaltes de secagem rápida - móveis	- Demarcação de tráfego	- Partes de aviões a jato submetidas a altas temperaturas - Resistência à umidade e altas temperaturas (700° C)	- Tintas marítimas - Manutenção industrial - Primers - Construção civil - Esmalte para acabamento automotivo

Fonte: Adaptação (Sichieri e Salado 2007).

Para Giudice e Pereyra (2009)

o ligante ou aglutinante é escolhido considerando-se fatores técnico-econômicos, mais especificamente pelas características do substrato (natureza química, estado da superfície, etc.), pela ação agressiva do meio de exposição (acidez ou alcalinidade, radiação UV, etc.), pelas exigências físicas – mecânicas do filme (dureza, resistência à erosão e aos impactos, etc.), pelos requerimentos de preparação da superfície antes de aplicar a tinta (grau de limpeza, rugosidade, etc.), pelas condições de aplicabilidade e secagem/cura (umidade relativa, temperatura, vento, etc.) e pela expectativa de comportamento em serviço (vida útil com mínima ou nula manutenção, custos de materiais e mão de obra, etc.)

O veículo sólido da tinta segundo Carvalho e Nogueira (2005)

é o responsável pela agregação dos constituintes da tinta e determina, por esse fato o comportamento da tinta no que se refere as características como: propriedades mecânicas (por exemplo, elasticidade), resistência a intempérie e radiação UV, resistência química (por exemplo alcalinidade), brilho e pegajosidade superficial e resistência ao bloqueamento.

a parte mais importante do veículo fixo [ou sólido] de uma tinta é [...] constituída pelos óleos e resinas que o compõem e as suas características são [...] determinadas por essas mesmas resinas. Daí que seja comum utilizar o nome da resina que compõem o veículo fixo ao caracterizar os sistemas de pinturas.

1.3.2. Parte Volátil

Por ser assunto desta pesquisa, a parte volátil da composição das tintas tenderá a uma maior ênfase, pois ela é a encarregada de afetar o meio ambiente e a saúde das pessoas, é também onde se encontram a maior parte de compostos orgânicos voláteis das tintas. Na sequência serão expostos diferentes solventes frequentemente usados na composição das tintas.

Solventes:

São substâncias líquidas que adicionadas à tinta a tornam mais fluidas e apropriada para a sua fabricação e aplicação, sua principal função é dissolver ou emulsionar as resinas e manter todos os componentes numa mistura homogênea.

Segundo Fazenda (2009)

Os solventes proporcionam uma viscosidade adequada para a aplicação da tinta num substrato, eles promovem a dispersão da resina por toda a superfície, contribuem para o nivelamento, controlam a taxa de evaporação, influenciam na aparência final do filme e afetam as propriedades físicas do filme seco.

Seria conveniente que os fabricantes de tinta saibam usar os solventes adequadamente. Para obter isso eles, segundo Fazenda (2009) “necessitam compreender as propriedades físico-químicas dos solventes e seus efeitos no ser humano e no meio ambiente, bem como estar ciente da legislação aplicável”

Existe um conjunto de propriedades que caracterizam os solventes, tais como:

- Poder de solvência
- Taxa de evaporação
- Biodegradação
- Cor
- Ponto de inflamação
- Estabilidade química
- Odor
- Tensão superficial
- Toxicidade

Em seguida se apresentará uma classificação dos tipos de solventes frequentemente usados nas tintas imobiliárias.

a) Solventes Hidrocarbonetos: Os hidrocarbonetos são formados por dois elementos: hidrogênio e carbono. São os mais simples dos compostos orgânicos, os principais grupos de hidrocarbonetos são: alifáticos, aromáticos e terpênicos. Tabela 4.

Tabela 4. Classificação de solventes hidrocarbonetos

Solventes	Exemplos	Comentários
Hidrocarbonetos		
Hidrocarbonetos alifáticos	C ₆ H ₁₄ Hexano C ₇ H ₁₆ Heptano C ₆ H ₁₂ Ciclohexano C ₁₀ H ₂₂ Aguarrás	São solventes que não contém anéis de Benzeno. Estes são solventes de alta volatilidade e são utilizados principalmente como diluentes. A volatilidade destes solventes diminui com o aumento da cadeia parafínica.
Hidrocarbonetos aromáticos	C ₈ H ₁₀ Xileno C ₇ H ₈ Tolueno	São aqueles que têm um ou mais anéis de benzeno na sua Fórmula. O tolueno ou xileno e as naftas aromáticas de alto ponto de inflamação foram e são amplamente usados como diluentes nas soluções de nitrato de celulose, ésteres e ésteres de celulose, em conjunto com outros tipos de solventes, tais como cetona e ésteres.
Hidrocarbonetos terpênicos	C ₁₀ H ₁₆ Terebintina	Os hidrocarbonetos terpênicos têm Fórmula molecular (C ₅ H ₈) _n . Os solventes terpênicos mais importante são obtidos dos pinheiros e são conhecidos como: óleos de terebintina, que dão boa solvência às graxas, óleos, ceras e resinas de hidrocarbonetos.

Fonte: Fazenda (2009).

b) Solventes Oxigenados: Solventes que contém átomos de oxigênio na molécula o que contribui para o aumento da polaridade do composto. Assim muitos solventes oxigenados são solúveis em água. Tabela 5.

Tabela 5. Classificação de solventes oxigenados

Solventes Oxigenados	Exemplos	Comentários
Alcoóis	CH_3OH Metanol (Álcool Metílico) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ Etanol (Álcool Etilico) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ Propanol (Álcool Propílico) $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ Isopropanol (Álcool Isopropílico) $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ n-Butanol (Álcool n-Butílico) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ Isobutanol (Álcool Isobutílico) $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ Álcool Amílico Primário (Álcool n-Pentílico)	<p>A Fórmula genérica dos alcoóis é $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}(\text{OH})$ (as moléculas com um número de carbonos acima de quatro são parcialmente solúveis em água ou inclusive insolúveis. Esta diferença está diretamente relacionada à polaridade da molécula, o seja, quanto menor for a molécula maior a sua polaridade) Os alcoóis com maior aplicação como solventes possuem tipicamente de um a cinco átomos de carbono (do metanol ao pentanol) sendo caracterizados por um único grupo de hidroxila.</p>
Ésteres	$\text{CH}_3\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ (Acetato de Metila) $\text{H}_3\text{CC}(\text{O})\text{OC}_2\text{H}_5$ (Acetato de Etila) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ (Acetato de n-Propila) $(\text{CH}_3)_2\text{CHOC}(\text{O})\text{CH}_3$ (Acetato de Isopropila) $\text{C}_4\text{H}_9\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ (Acetato de n-Butila) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ (Acetato de Isobutila)	<p>Os acetatos são os ésteres mais importantes e mais utilizados em Fórmulações de tintas e seus derivados, pois são excelentes solventes para muitas resinas sintéticas e naturais, tais como os acrilatos, os poliuretanos e as nitroceluloses, são comumente usados em dissolventes para laca, laca para madeira e grande variedade de revestimentos. Os acetatos etílicos, isopropílicos e butílicos são os mais utilizados como solventes voláteis para a manufatura e a aplicação de muitos tipos de acabamentos. Estes e outros ésteres menos voláteis são usados como solventes retardadores para revestimentos. Os ésteres em condições normais são instáveis em água, portanto, não são muito utilizados em sistemas a base de água.</p>
Cetonas		<p>São solventes orgânicos fortes e versáteis, estes solventes são utilizados extensivamente em cloreto de vinil, acetato de vinil e outras resinas. A baixa densidade combinada com a forte solvência faz deles os solventes ideais para atender as regulamentações referentes a compostos orgânicos voláteis (COV). As cetonas diferem dos ésteres por que são usadas para uma grande variedade de resinas e têm um alto poder de solvência. As cetonas são usadas para resinas que não são solúveis em hidrocarbonetos e alcoóis, são geralmente usados como solventes ativos para resinas epóxi.</p>

	<p>Éter Glicol série E:</p> <p>$C_3H_7OCH_2CH_2OH$ Éter Propílico de Etileno Glicol $C_4H_9OCH_2CH_2OH$ Éter n-Butílico de Etileno Glicol $C_6H_{13}OCH_2CH_2OH$ Éter Hexílico de Etileno Glicol $CH_3O(CH_2CH_2O)_2H$ Éter Metílico de Dietileno Glicol $C_2H_5O(CH_2CH_2O)_2H$ Éter Etilíco de Dietileno de Glicol $C_4H_9O(CH_2CH_2O)_2H$ Éter n-Butílico de Dietileno Glicol $C_6H_{13}O(CH_2CH_2O)_2H$ Éter Hexílico de Dietileno Glicol $C_6H_5OCH_2CH_2OH$ Éter Fenílico de Etileno Glicol</p>	
<p>Éteres glicólicos</p>	<p>éter de glicol série P:</p> <p>$CH_3OCH_2CH(OH)CH_3$ Éter Metílico de Propileno Glicol $C_3H_7OCH_2CH(OH)CH_3$ Éter n-Propílico de Propileno Glicol $C_4H_9OCH_2CH(OH)CH_3$ Éter n-Butílico de Propileno Glicol $CH_3O[CH_2CH(CH_3)O]_2H$ Éter Metilo de Dipropileno Glicol $C_3H_7O[CH_2CH(CH_3)O]_2H$ Éter n-Propílico de Dipropileno Glicol $C_4H_9O[CH_2CH(CH_3)O]_2H$ Éter n-Butílico de Dipropileno Glicol $C_4H_9O[CH_2CH(CH_3)O]_3H$ Éter n-Butílico de Tripipileno Glicol $C_6H_5OCH_2CH(OH)CH_3$ Éter Fenílico de Propileno Glicol</p>	<p>São geralmente moléculas bifuncionais que possuem as funções de éter (-O-) e de álcool (-OH). Esta combinação de funções na mesma molécula oferece características de solvência singulares com propriedades polares e não polares. Em geral os éteres de glicol são usados como co-solventes nos sistemas de revestimento a base de solventes ou como solventes coalescentes nos sistemas a base de água. Os éteres de glicol são obtidos pela reação de um álcool com o óxido de propileno (série P) e existem algumas diferenças nas propriedades físico-químicas entre elas, mas a principal diferença é a toxicidade. Éteres de glicol da série P são menos tóxicos e agressivos ao meio ambiente do que o análogo da série E, principalmente aqueles com baixo peso molecular. O éter etílico do etileno glicol, por exemplo, está sendo amplamente substituído por produtos da série-P por causa das preocupações com toxicidade e segurança.</p>

Fonte: Fazenda (2009).

1.4. Classificação de Tintas mais usadas na Construção Civil

Como um produto para usos múltiplos, a tinta é de difícil classificação, nas três tabelas seguintes são apresentadas diferentes formas de classificação das tintas imobiliárias. Segundo Giudice e Pereyra (2009) “as tintas podem ser classificadas considerando diferentes aspectos [...] da composição, das propriedades [...], formas de uso, etc” (ver Tabela 6).

Tabela 6. Classificação de tintas, considerando diferentes aspectos.**CLASSIFICAÇÃO DE TINTAS**

Tintas considerando o tipo de ligante	-Termofixas; -Tintas ao óleo; -Termoplásticas; -Acrilatos curas por radiação; -Resinas acrílicas; -Condensados de formaldeído; -Resinas vinílicas; -Resinas de borracha sintética; -Resinas epoxídicas; -Resinas poliuretánicas; -Silicatos metálicos e orgânicos.		
Tintas considerando a espessura do filme seco	- Oleorresinosas; - Resinas poliésteres; - Resinas alquídicas; - Resinas de silicone; - Convencionais - Tixotrópicas		
Tintas considerando as propriedades mais importantes	- "Shop-primers" ou tintas de proteção temporária - "Wash-primers" ou imprimações de lavado - Tintas anticorrosivas - Tintas intermediárias - Tintas de terminação		
Tintas considerando o brilho do filme	- Brilhante	- Semi brilhante	- Fosco

Fonte: Adaptação Giudice e Pereyra (2009)

Na tabela 7 apresenta-se um tipo de classificação de tintas considerando a sua aplicação.

Tabela 7. Classificação de tintas segundo a aplicação

Tipo	Características	Finalidade
Massa PVA	<ul style="list-style-type: none"> Alto teor de sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> Cobrir imperfeições de superfícies internas e nivelar a mesma para em seguida, ser aplicado o acabamento.
Massa acrílica	<ul style="list-style-type: none"> Alto teor de sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> Cobrir imperfeições de superfícies externas e nivelar a mesma para em seguida, ser aplicado o acabamento.
Primers	<ul style="list-style-type: none"> Alto teor de sólidos Fórmula com pigmentos anticorrosivos 	<ul style="list-style-type: none"> Proteger o substrato
Látex pva	<ul style="list-style-type: none"> Tinta à base de água Indicada essencialmente para interiores Dependendo da qualidade da tinta, pode ser utilizada para exteriores. Baixa a média lavabilidade Secagem rápida Média cobertura Disponível em fosco e semibrilho 	<ul style="list-style-type: none"> Proteger e decorar superfícies de reboco, fibrocimento, gesso e sobre superfícies com massa corrida

Látex acrílico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tinta à base de água ▪ Indicada para exteriores e acabamentos de alta qualidade ▪ Excelente lavabilidade ▪ Excelente cobertura ▪ Disponível em fosco e semibrilho 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteger e decorar superfícies de reboco, fibrocimento, gesso e sobre superfícies com massa corrida. Também é indicada para repintura de superfícies pintadas com látex
Texturas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tinta à base de água ▪ Possibilita efeito de textura em alto relevo ▪ Ação hidrorrepelente ▪ Disponível com vários efeitos diferentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteger e decorar com "texturas" superfícies internas e externas de concreto, fibrocimento, concreto aparente, massa corrida, acrílica ou PVA
Seladoras		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selar e nivelar superfícies porosas, como madeiras. ▪ Proporcionar base e aderência para as camadas de acabamento
Esmaltes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tinta à base de solventes (hoje em dia, muitos esmaltes já são à base de água). ▪ Tinta de alto brilho (as partículas são finamente moídas para que se obtenha um alto brilho) ▪ Ótimo acabamento ▪ Ótima resistência a intempéries ▪ Disponível em fosco, semibrilho e acetinado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteger e decorar superfícies internas e externas de madeiras e metais
Vernizes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tinta à base de solventes ▪ Disponíveis vernizes de brilho, semibrilho, fosco e pigmentado (efeito pátina) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteção de superfícies internas e externas de madeira, conservando seu aspecto natural.
Stain	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tinta solvente e base água: penetra e deixa respirar na madeira, propicia proteção solar contra a radiação ultravioleta, além do efeito decorativo. ▪ Hidrorrepelente, apresenta comportamento diferente ao verniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteção de superfícies externas e internas de madeira.

Fonte: Sichieri e Salado 2007

E por último na Tabela 8 é representada a classificação de tintas conforme o substrato.

Tabela 8. Classificação de tintas, segundo os diferentes substratos.

Tintas para alvenaria	<ul style="list-style-type: none"> - Látex (base de acetato de polivinila-PVA e solvente água) - Látex (base de resina acrílica e solvente água) - Látex vinil acrílica (resinas vinílicas e acrílicas) - Silicone - Cal
Tintas para madeira	<ul style="list-style-type: none"> - Esmalte sintético (base de resina acrílica e solvente tipo aguarrás) - Stain (base solvente e base água) - Verniz (base água e base solvente)
Tintas para metais, alumínio e cerâmica	<ul style="list-style-type: none"> - Esmalte sintético (base de resina acrílica e solvente tipo aguarrás)

Fonte: Adaptação Sichieri e Salado 2007.

1.5. Processo de Fábricação da Tinta

A presente seção mostra uma breve descrição do processo de fábricação de dois tipos de tintas imobiliárias: tintas tipo emulsão e tintas a base solvente.

1.5.1. Tintas a base solvente

O sistema convencional de fábricação de tintas a base solvente inclui, em primeiro lugar, a pesagem de todos os materiais, como segunda etapa encontra-se a preparação do veículo (solventes, aditivos e filme ou resina) misturado num tanque com movimentos constantes (agitação mecânica) até a solução virar uma pasta, com o objetivo de obter uma solução líquida (dispersão molecular) a pasta é moída e logo depois é incorporado gradualmente o pigmento e as cargas da fórmulação. “Na etapa final o material é levado a outro tanque com o objetivo de ajustar a viscosidade e o conteúdo dos sólidos com a quantidade necessária de solvente, aditivos, e em alguns casos, resina; depois o material é filtrado e embalado” (Guidice et. al, 2009). Figura 3.

Figura 3. Processo tradicional de fábricação de tinta.

Fonte: Adaptação (Giudice e Pereyra, 2009).

1.5.2. Tintas tipo emulsão

Segundo Giudice e Pereyra (2009) para a fabricação de tintas látex utiliza-se

recipientes de parede lisa (com camisinha de refrigeração), que no interior giram um ou vários eixos de agitação colocados em forma concêntrica e/ou excêntrica com um ou vários discos dispersores. No primeiro passo, coloca-se no recipiente uma grande parte da água da Fórmulação junto com a totalidade ou parte dos agentes dispersantes, biocidas, reguladores de pH e aditivos reológicos; a agitação é feita a baixas revoluções. Depois, nas mesmas condições operativas, incorporam-se os pigmentos e as cargas; incrementa-se a velocidade de agitação para implementar o processo de dispersão. No fim, novamente a baixa velocidade de agitação, incorpora-se a emulsão e os componentes restantes. Ajusta-se a concentração dos sólidos e a viscosidade, em seguida o material é filtrado e embalado.

2. Capítulo 2. Revisão Bibliográfica: CONTEÚDO E EMISSÃO DE COVs EM TINTAS

Este capítulo define os compostos orgânicos voláteis desde a química orgânica, também são apresentados vários estudos mostrando evidências que as tintas imobiliárias emitem compostos orgânicos voláteis em ambientes internos construídos, são expostos os tipos de emissão de COVs e finalmente os fatores ambientais que afetam na sua emissão.

2.1. Introdução aos COVs

A química orgânica estuda todos os compostos que contêm carbonos e os define como compostos orgânicos sejam ou não, produzidos por organismos vivos. Os compostos orgânicos podem ser divididos em diferentes categorias, entre eles, a mais simples delas: os hidrocarbonetos, que em sua grande maioria provêm diretamente do petróleo. Lembrando que é um recurso não renovável, os hidrocarbonetos são importantes matérias primas para diferentes produtos industriais, entre eles as tintas. Figura 4.

Figura 4. Produtos de tipo industrial, derivados do petróleo.

Fonte: Peruzzo e Canto (2003)

Todos os seres vivos são formados por compostos orgânicos, consequentemente os vestígios de plantas e animais formam depósitos de compostos constituídos por carbonos e hidrogenio, por exemplo: petróleo, betume e asfalto. Os compostos orgânicos também podem ser criados de forma artificial, sintetizados em laboratórios de química. Portanto o número de compostos orgânicos é bastante elevado e sua classificação dispendiosa, é por isso que são divididos em grandes famílias com características semelhantes. Um resumo das famílias importantes de compostos orgânicos é apresentado na seguinte tabela.

Tabela 9. Famílias importantes de compostos orgânicos.

Família	Exemplo específico	Família	Exemplo específico
Alcano	Etano	Amina	Metilamina
Alqueno	Etileno	Aldeído	Acetaldeído
Alquino	Acetileno	Cetona	Acetona
Aromático	Benzeno	Ácido Carboxílico	Ácido acético
Haloalcano	Cloreto de etila	Éster	Acetato de metila
Álcool	Álcool etílico	Amida	Acetamida
Éter	Éter dimetílico	Nitrila	Acetonitrila

Fonte: Solomons e Fryhle (2012)

Devido a estudos de qualidade do ar e a multiplicidade de poluentes orgânicos em ambientes internos, a Organização Mundial da Saúde (WHO) em 1989 classificou os compostos orgânicos pelo ponto de ebulição, Tabela 10.

Tabela 10. Classificação dos poluentes orgânicos em ambientes internos.

Categoria	Descrição	Abreviação	Intervalo do ponto de ebulição °C
1	Composto Orgânico muito volátil (gasoso)	VVOC	< 0 até 50-100
2	Composto Orgânico Volátil	VOC	50-100 até 240-260
3	Composto Orgânico Semi volátil	SVOC	240-260 até 380-400
4	Compostos Orgânicos associados com partículas ou matéria orgânica particulada.	POM	> 380

Fonte: WHO, 1989

Para efeito desta pesquisa, os compostos a serem analisados são os classificados na categoria 2.

2.2. Emissão de COVs em tintas imobiliárias

Estudos de diferentes lugares do mundo em anos diferentes são mostrados aqui para deixar um registro de como no decorrer do tempo, medidas preventivas para o controle da qualidade do ar em ambientes internos têm sido insuficientes. Isto se refere à poluição do ar e as doenças causadas pela emissão de COVs desde produtos de construção, tanto na fabricação quanto na manipulação e uso. Para não mencionar as mortes causadas por intoxicação de COVs emitidos por materiais de construção em caso de incêndio.

Como se referiu no início deste capítulo, os hidrocarbonetos estão presentes em alguns processos de manufatura incluindo aqueles que usam solventes. Por conseguinte a presença e emissão de COVs nas tintas é evidente, assim como as emissões de compostos orgânicos voláteis na fabricação do produto “tinta”.

No estudo de Chuck et al. (1998) argumenta-se que alguns materiais poliméricos de construção como tintas em base solvente e adesivos usados nas edificações são altos emissores de COVs. Sahlberg et al. (2009) falam que uma “fonte comum de COVs dentro de ambientes internos é a emissão proveniente de tintas frescas”. A quantidade de substâncias que emitem os materiais de construção dependerá da área superficial de cada material, assim como da ventilação, pressão atmosférica e das variações de temperatura no ambiente interno. Lembrando-se que as paredes são o elemento de maior área superficial em porcentagem dentro dos ambientes internos, pode-se prever que dependendo das condições ambientais, as tintas são uma fonte potencial de COV. Como foi mencionado anteriormente não só a tinta emite COVs, também outros materiais de construção como adesivos, selantes, aglomerados, compensados, carpetes, revestimentos de parede, isolamentos acústicos, forros, etc., (Niu e Burnett, 2001); da mesma maneira que alguns móveis imobiliários (Salthammer, 1997). Segundo Yoon et al. (2010) “os COVs são considerados como um dos maiores contaminantes ambientais do ar, além de serem emitidos a partir de diversas fontes químicas comuns de uso diário”.

Falando apenas das tintas, Salazar (2006) no seu estudo sobre a emissão de COVs em tintas imobiliárias no Brasil, mostra como as emissões de COVs nas tintas diminuem significativamente nos primeiros 30 dias. Figura 5.

Figura 5. Cromatogramas de esmalte líquido, filme 1, 7 e 30 dias após secagem.

Fonte: Salasar (2006).

Clausen et al. (1991), compararam cinco tipos de tintas aquosas com o objetivo de avaliar as emissões de COVs durante um ano, e concluíram que os dados coletados dentro das primeiras três semanas foram suficientes para prever a emissão de COVs em até um ano. Lee et al. (2003), argumentam que a diminuição das emissões de COVs em tintas frescas pode ser conseguida reduzindo a espessura do filme, da mesma forma que entre mais grosso o filme de tinta maior é a emissão de COVs, Figura 6.

Figura 6. Concentração máxima de COVs desde verniz sob diferente espessura de filme.

Fonte: Lee et al. (2003).

Segundo Srivastava et al. (2000) os solventes orgânicos voláteis das tintas são vaporizados dentro dos ambientes internos durante o processo de pintura. A porcentagem de emissão dos COVs varia dependendo dos solventes, entre 30 e 60% para tintas a base de óleo e entre 5-10% para solventes a base de água.

Para Wolkoff (1998) existem dois tipos de emissões: a primária e a secundária. As emissões primárias de COVs são “livres” (não ligadas), essas emissões são de baixo peso molecular e provenientes de resíduos de solventes, aditivos e produtos que não reagem como por exemplo monômeros. As emissões secundárias estão unidas química ou fisicamente. Wolkoff (1998) argumenta que muitos compostos voláteis são emitidos ou formam-se por diferentes processos químicos especiais ou processos físicos menores, como por exemplo, umidade e pH alto. Geralmente as emissões secundárias surgem depois do primeiro ano. Tabela 11.

Tabela 11. Tipos de emissões de COVs dos materiais de construção.

Tipos de emissões de COVs dos materiais de construção		
Tipo de emissão	Escala de tempo	Mecanismos de emissão e processos de emissão
Primária: COVs não ligados aceleradores, aditivos, antioxidantes, monômeros, plastificantes, solventes reagentes e bio produtos.	< Um ano	Evaporação desde a superfície, evaporação por difusão ou os dois. COVs secundários podem-se formar em reações com ozônio e COVs primários.
Secundária: COVs ligados quimicamente	>> Um ano	Envelhecimento - Oxidação e cisão - Degradação: Química (exemplo Hidrólises) e Física (exemplo Calor) - Desgaste mecânico e manutenção. - Processos de sorção.

Fonte: Adaptação Wolkoff (1998) Tabela: *Types of building product VOC emissions*.

2.3. Efeitos das condições ambientais sobre a taxa de emissão de COVs das tintas imobiliárias

As condições ambientais provavelmente interferem na emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), assim, por exemplo: a temperatura, a pressão ambiental, umidade relativa, entre outros fatores afetam os materiais de construção civil; acelerando ou diminuindo a emissão de COVs. A continuação se apresentam alguns de

esses fatores que influenciam na emissão dos COVs nos ambientes internos. Os estudos mostrados aqui, contem COVs semelhantes aos encontrados no estudo das tintas feito no Brasil por Salasar, conseqüentemente, o comportamento das emissões de compostos orgânicos voláteis será semelhante às tintas analisadas no país.

a) **Temperatura:**

Incremento na temperatura do ambiente interno também incrementa a taxa de emissão de COVs em tintas para as primeiras horas do período de emissão (Van Der Wal et al., 1997; Yang et al., 2001). A emissão dependerá da especificação de cada tinta. Figura 7 e 8.

Figura 7. Perfil de taxa de emissão de COVs de stain para madeira a diferentes temperaturas.
Fonte: Yang et al., 2001.

Na figura 7 pode se apreciar como a emissão diminui com o tempo, pode se ver que depois de 20 horas o stain ainda está emitindo COVs. Na Figura 7 e Figura 8 são comparadas temperaturas altas e baixas, observa se que, dependendo os compostos específicos, as amostras nas primeiras horas para as temperaturas mais elevadas emitem maior quantidade de COVs e as temperaturas mais baixas dependendo dos compostos específicos nas primeiras horas emitem menos COVs. Os compostos remanescentes, portanto, serão emitidos nas horas seguintes, contudo após de 24 horas o stain emite a mesma quantidade de COVs totais para as diferentes temperaturas, isto quer dizer que a emissão de COVs totais após de 24 horas independe da temperatura. Figura 8.

Figura 8. Perfil de concentração da emissão de COVs em tintas de base aquosa a diferentes temperaturas.
Fonte: Van der Wal et al. (1997).

Com esta informação pode-se determinar que embora as emissões em altas temperaturas fossem um pouco maiores nas primeiras horas, com o passar do tempo, as emissões das tintas serão as mesmas e independe da temperatura.

Entretanto, pode-se ver na Figura 9 o comportamento dos COVs testados para diferentes temperaturas em tintas aplicadas sobre um substrato, através do aumento da temperatura os COVs no substrato permanecem constantes, no filme a massa de COVs diminui na mesma percentagem que aumenta a massa de COVs que é emitida, 24 horas após pintura.

Figura 9. Efeitos da temperatura em percentagem de massa de COVs emitida no filme e difusa no substrato à 24 horas.
Fonte: Zhang e Niu (2003)

O último estudo confirma que a emissão de COVs aumenta sutilmente com o aumento da temperatura para as primeiras 24 horas. O Brasil por ser predominantemente tropical pode ser considerado como um país de temperaturas elevadas, posto que o clima varia desde o tropical de altitude (temperatura média anual entre 18°C e 22°C), tropical atlântico (temperatura média anual 25°C) ao subtropical

(temperatura média anual de 18°C), mas estas temperaturas podem aumentar até 35°C ou mais dependendo a época do ano. Por exemplo, para o mês de fevereiro de 2013 segundo o INMET em São Carlos a temperatura média é de 24°C, temperatura média máxima 28°C e temperatura média mínima 18°C. Portanto, se deve tomar precaução com as emissões de COVs durante a aplicação das tintas frescas para o caso dos pintores e nos próximos 30 dias após da aplicação nos locais de uso para o caso dos usuários.

b) **Umidade Relativa:**

Segundo Fang et al. (1998), o efeito da umidade na emissão de COVs em tintas à base solvente não é representativa, mas em tintas à base água, a temperatura e a umidade tem um forte e significativo impacto na percepção da qualidade do ar interno. Figura 10.

Figura 10. Percepção da intensidade do odor e de aceitabilidade de ar limpo e ar poluído por tinta de parede em base água em cinco diferentes temperaturas e umidades.

Fonte: (Fang et al., 1998)

As primeiras conclusões dos experimentos de Fang et al. (1998) na Figura 10 indicam que a diminuição da qualidade do ar percebida (aceitabilidade do ar) devido ao aumento da temperatura do ar e da umidade não foi causada pelo aumento da intensidade de odor

no ar. Mas com a experiência realizada por Fang et al. (1999), as percepções sensoriais ficaram explicadas ao demonstrar que a concentração das emissões de COVT aumentavam conforme a temperatura e a umidade, Figura 11.

Figura 11. Concentração de COV emitidos a partir de tinta de parede à base água e verniz de piso em nove níveis de temperatura e umidade.

Fonte: Fang et al., 1999.

A propaganda comercial dos fabricantes de tintas é que as tintas à base água tem baixa emissão de COVs, mas nunca se fala que a umidade aumenta a emissão dos COVs especificamente para estas tintas. Segundo o INMET a umidade relativa do ar x umidade relativa do ar média na cidade de São Carlos no ano 2012 esteve por volta de 68%, mas a máxima pode chegar até 90%, valores considerados altos.

c) Taxa de ventilação e velocidade do ar

Para Zhang et al. (1996) no estudo sobre emissão de compostos em materiais de construção e acabamentos, concluiu-se que a taxa de emissão de COVs aumenta com o incremento da velocidade do ar sobre a superfície do material.

Em seguida estão representados dois gráficos (Figura 12): um que representa a concentração de COVs vs tempo, com fluxo de ventilação fixa e variação da velocidade do ar. O outro gráfico representa a taxa de emissão de COVs vs tempo com velocidade do ar fixa e variação do fluxo de ventilação dos compostos Texanol e 1,2-Propandiol emitidos por tinta acrílica látex aplicada sobre placas de alumínio. Nos resultados Knudsen et al. (1999) argumenta que antes de um período aproximado de 14 dias “a emissão de COVs de origen primario independe da concentração e a velocidade do ar. Expresa também que se a superfície do material é sensible à degradação oxidativa pode

acontecer que as emissões secundárias aumentem com o aumento da velocidade do ar”,
Figura 12.

Figura 12. Perfil de concentração da emissão de COVs em tintas de parede a diferentes velocidades do ar e perfil de taxa de emissão de COVs, a diferentes taxas de ventilação.

Fonte: Knudsen et al. (1999)

Na figura 13, se apresentam os resultados da taxa de fluxo em tinta aplicada sobre um substrato. As variações na emissão de COVs são mínimas.

Figura 13. Efeitos da taxa de fluxo de ar em porcentagem de massa de COVs emitida no filme e difusa no substrato à 24 horas.

Fonte: Zhang e Niu (2003)

Por outro lado no estudo de Halios et al. (2010)

examinaram que a contribuição relativa das concentrações do ar externo, a taxa de ventilação, as características geométricas do ambiente interno e as reações químicas na qualidade do ar no microambiente de escritórios. Os resultados mostram que os processos químicos dependem da interação contemporânea entre substâncias como ozônio (O₃), monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio (NO₂).

Para concluir este capítulo, na Tabela 12 está representado o resumo dos impactos de alguns parâmetros climáticos na emissão de COVs em materiais de construção, incluindo a tinta de parede.

Tabela 12. Impacto de parâmetros climáticos na emissão de COVs em diferentes produtos da construção.

O impacto dos parâmetros climáticos na taxa de emissão de carpete, chão de PVC, selantes, verniz (chão) e tinta de parede sobre placa de gesso.			
Parâmetro	Fonte primária	Fonte secundária	Comentários
Velocidade do ar 1-10 cm/s	Efeito não significativo depois de 2 - 4 dias	Altas velocidades do ar podem promover a emissão do ar oxidativo.	A emissão da evaporação controlada parece não ter impacto depois de alguns dias. As fontes secundárias de emissão dependem dos COVs à analisar, e dos tipos de produtos de construção.
Temperatura 23-60°C	O impacto depende do produto da construção e do tipo de COV emitido, maior efeito a 60°C		Para produtos como carpete e chão de PVC não existe diferença entre 23 e 35°C.
Umidade relativa 0-50%	O impacto depende do produto da construção e do tipo de COV emitido.	Plastificantes parecem decompor-se por elevada umidade relativa.	
Nitrogênio / Ar		Alguns compostos orgânicos voláteis ou plastificantes parecem ser sensíveis à oxidação do ar.	Testes anaeróbicos podem informar sobre produtos de construção suscetíveis ao ar
a. COVs não ligados a produtos em construção			
b. COVs quimicamente ligados, liberados quimicamente ou por mecanismos físicos.			

Fonte: Adaptação Wolkoff P. (1998)

No item 3.4. “A qualidade do ar em diferentes ambientes (local de trabalho e residências)” são apresentadas estratégias para combater a presença de COVs dentro dos ambientes internos, tendo em conta estes fatores.

3. Capítulo 3. Revisão Bibliografia: EFEITOS AMBIENTAIS E PREJUÍZOS DA SAÚDE NA EXPOSIÇÃO DE COVs

Este capítulo apresenta as consequências dos COVs tanto no meio ambiente como na saúde dos seres humanos. No caso do meio ambiente expõem-se as implicações desde os materiais usados como matéria prima na fabricação das tintas até os resíduos gerados após uso, mostrando também como compostos orgânicos voláteis reagem quimicamente com outros compostos encontrados normalmente na atmosfera. No caso das consequências dos COVs na saúde tenta-se dar uma visão desde os trabalhadores envolvidos diretamente na produção das tintas, passando pelos pintores até os usuários finais das edificações e casas. Vários estudos mostraram como os solventes contidos no produto “tinta” afetam seriamente a saúde das pessoas.

Os COVs além de ter consequências nocivas no interior dos ambientes construtivos também têm diferentes impactos na atmosfera no nível da estratosfera e troposfera, assim como o impacto nos corpos de água, alimentos e o solo. Os lugares de maior influência de contaminação são cidades ou vilas perto de indústrias químicas (por exemplo, fábricas de tintas), pois além de contaminar o ar contaminam também os corpos de água. Esta apreciação é evidente sobre tudo em países potencialmente industrializados, como a China, por exemplo, onde o ministério de proteção ambiental desse país reconheceu em fevereiro do ano 2013 para a imprensa internacional a existência de 240 aldeias com alto índice de câncer, muitos dos casos têm a ver com os COVs que ajudam na produção do smog, saídos das indústrias químicas jogados na atmosfera e nos corpos de água (MEP, 2013).

No caso do Brasil pode-se apreciar que alguns materiais de construção contem COVs potencialmente perigosos para a saúde em caso de incêndio como aconteceu no acidente da Boate Kiss na cidade de Santa Maria-RS em 2013 onde morreram 242 pessoas das quais 90% das mortes foi causada por asfixia mecânica provocada pelo gás cianeto emitido pela espuma do isolamento acústico instalado no teto.

Os efeitos ambientais e impactos diretos na saúde humana dos COVs das tintas e materiais de construção são descritos a seguir.

3.1. Efeitos Ambientais

Segundo Fazenda (2009) quando a tinta é analisada como produto, é possível notar que pode chegar a enumerar-se até 10 impactos ambientais, Tabela 13:

Tabela 13. Impactos ambientais das tintas imobiliárias.

No. Impactos ambientais das tintas.

1	As tintas contêm derivados de petróleo e cargas minerais para a produção das suas matérias primas, o que quer dizer consumo de recursos naturais não renováveis.
2	Na fabricação da tinta é consumida energia elétrica, água e combustível.
3	Toda a matéria prima terá que ser transportada ao ponto de uso e também terá movimentação dentro de cada processo na indústria.
4	Resíduos perigosos gerados: filtros contaminados com tinta, embalagens metálicas de matérias primas, embalagens plásticas e sacolas de matérias primas, solventes de limpeza, embalagens contaminadas de produto, lodos dos sistemas de tratamento de efluentes e até o produto, fora da especificação.
5	Emissões atmosféricas também estão presentes pela queima de combustível levando à geração de vapores e emissões fugitivas de compostos orgânicos voláteis.
6	Na etapa de cura ainda continua saindo mais compostos orgânicos voláteis emitidos à atmosfera. Danos à saúde humana e à camada de ozônio da atmosfera.
7	Em muitos casos sobra tinta que não se consome e termina se convertendo em resíduo, de todas as formas, nos casos que o produto se consome totalmente sobra a embalagem com uma película de tinta úmida ou seca.
8	Impacto ambiental gerado ao final da vida útil da superfície pintada.
9	Presença de metais pesados nas Fórmulações (pigmentos de chumbo, cromo, molibdênio, cádmio entre outros), os pigmentos que contêm metais pesados, se possível, devem ser substituídos no processo de fabricação para evitar contacto com solos e rios.
10	Presença de COVs em altos ou baixos teores nas tintas, gerando emissões atmosféricas que podem ser representativas.

Fonte: Adaptação Fazenda (2009).

Embora as fontes naturais respondam por 85% dos hidrocarbonetos no ar, os mais reativos são aqueles associados à atividades humanas, segundo Hinrichs et al. (2003) “alguns hidrocarbonetos apresentam-se extremamente reativos depois da oxidação na atmosfera e têm um papel importante na formação do ozônio e do smog fotoquímico”.

Garbelotto (2007) diz que os COVs sofrem reações fotoquímicas com óxidos de nitrogênio (NOx) na atmosfera para produzir ozônio de baixo nível, o principal componente do smog.

a) Efeitos dos COVs na estratosfera

Para entender o comportamento dos COVs nas camadas atmosféricas, primeiro precisa-se classificar a atmosfera, na Figura 14 ela se divide em 4 partes, onde no final da estratosfera é onde se desenvolve a camada de ozônio que protege a terra das radiações solares.

Figura 14. Camadas atmosféricas.
Fonte: Remião et al., 2005

Garbelotto (2007) faz uma descrição da implicação de componentes atmosféricos no ambiente:

Sequencia da destruição das moléculas de ozônio na estratosfera

É liberado um átomo de cloro que é extremamente reativo, quando a radiação ultravioleta do sol quebra a molécula de CFC (CFCl_3):

Os átomos de cloro reagem com uma molécula de ozônio para formar monóxido de cloro e oxigênio molecular.

Garbelotto (2007) argumenta que

quando um átomo de oxigênio reage com a molécula de monóxido de cloro, forma-se uma molécula de oxigênio e libera-se um átomo de cloro para destruir mais ozônio. Como pode se verificar no mecanismo de destruição do ozônio pelo CFC (CFCl_3), não há regeneração do ozônio destruído, que

apresentam como consequência principal a diminuição da filtração da radiação solar, como dos raios ultravioleta – β .

b) Efeitos dos COVs na troposfera

Gaberlotti (2007) diz que “o ozônio encontrado na troposfera é o componente principal da neblina e faz parte do ar que respiramos, em altas concentrações se considera um agente contaminante do ar e pode prejudicar o pulmão, árvores e outras plantas”. Salazar (2006) diz que “os COVs das tintas contribuem para a formação do ozônio troposférico”.

Garbelotti (2007) argumenta que uma maneira simplificada de demonstrar a formação de ozônio na troposfera é de acordo com a seguinte expressão:

Para Gaberlotti (2007) a equação 4.

apresenta de forma simplificada a ocorrência de varias reações químicas em série e em paralelo, levando ao aumento [...] da concentração do ozônio. As reações químicas envolvem: oxidação de COV; óxido-redução de óxidos de nitrogênio (NO_x); Catálises por grupos hidroxílicos (reação-chave para várias etapas) e uma série de outras reações. O resultado destas reações é a formação de: ozônio, NO_2 (que levará á formação de mais ozônio) e a regeneração de grupos hidroxilas, que por sua vez, catalisam a formação de ozônio.

O valor de ozônio recomendado pela OMS (2006) para a proteção da saúde humana não deve superar de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 8 horas.

c) Efeito dos COVs na água e alimentos

Os compostos orgânicos voláteis não só produzem um impacto negativo no ar, como também podem chegar a contaminar a água e os alimentos. Segundo Pankow et al. (1997) a infiltração de água da chuva no solo pode transportar compostos orgânicos voláteis (COVs) desde a atmosfera até a superfície, inclusive até à água subterrânea rasa. Também os resíduos gerados pelas fábricas de tintas atingem tanto à atmosfera como os corpos de água, para Silva et al. (2004) “o impacto ambiental causado pelas indústrias de tintas é de difícil avaliação, pois os efluentes têm uma composição variada devido à grande quantidade de matéria prima, reagentes e métodos de produção”. As fábricas de tintas devem tratar os efluentes antes de chegar à atmosfera ou a qualquer corpo de água, os efluentes líquidos contaminados não devem ter captação de águas para o consumo humano.

3.2. Impactos diretos na saúde humana

Os impactos causados na saúde podem ser divididos em duas partes: impacto nos trabalhadores das tintas (empregados em fábricas e pintores) e impacto nos usuários de ambientes internos construídos.

a) Trabalhadores das tintas (empregados em fábricas e pintores)

Esta parte apresenta uma série de estudos dos impactos dos COVs das tintas na saúde de empregados de fábricas e pintores.

O contacto com os solventes das tintas pode ser de diversas formas, assim como as implicações sobre a saúde dos trabalhadores, tabela 14.

Tabela 14. Formas de exposição para os solventes da tinta.

Inalação	Efeitos agudos
Ingestão	Efeitos crônicos e agudos
Contato direto com pele e olhos	Efeitos crônicos

Fonte: Adaptação Fazenda (2009).

Com o aumento da temperatura aumenta a pressão de vapor e consequentemente aumenta também a emissão de COVs das tintas, como se viu no capítulo 3.2. Fazenda (2009) diz que “a pressão de vapor depende da temperatura e usar solventes em temperaturas elevadas pode criar riscos potenciais de inflamabilidade e explosão, além de aumentar o potencial de queimaduras físicas”.

A inalação de vapor de solventes é o caminho mais provável de exposição, mas também o contato com a pele e os olhos representam risco crônico. Segundo Salazar (2006), os COVs das tintas podem causar diversos danos à saúde, tais como problemas respiratórios, efeitos neurotóxicos, carcinogenicidade, entre outros. Fazenda (2009) diz

a exposição aguda (curto prazo) a solventes acima dos níveis recomendados pode causar efeitos no sistema nervoso central (tontura, dores de cabeça, vertigens e mal estar) [...] a exposição crônica (longo prazo) [...] pode causar muitos tipos de efeitos para a saúde e variam significativamente entre famílias uniformes de solventes.

Para Yoon et al. (2010) “os COVs são reportados por causar efeitos adversos na função pulmonar de trabalhadores ocupacionalmente expostos”. Arif et al. (2012) dizem

que aproximadamente um quarto de todos os casos de asma em adultos nos Estados Unidos e Europa estão relacionados com o trabalho.

A seguir, alguns estudos científicos onde os COVs das tintas são avaliados em locais de trabalho, para trabalhadores de fábricas de tintas e pintores:

1. Wieslander et al. (1997) compararam dois tipos de tintas, as primeiras a base de água com emissão de COVs de 1-3 mg/m³ e as outras a base de solvente com emissão de COVs de 100-380 mg/m³. Foram encontrados incrementos de sintomas que afetavam as vias respiratórias superiores apenas no último tipo. Eles estudaram o impacto de tintas a base de água e a base de solvente em pintores de casas na Suécia, eles determinaram que os pintores que usam tintas exclusivamente a base de água sofriam de menos irritação nas vias respiratórias, no entanto enfatizaram que os dois tipos de tintas contribuem à exposição química de compostos orgânicos voláteis.
2. Yoon et al. (2010) sugerem que “a exposição ao tolueno e xileno (solventes de tintas) desenvolvem um efeito prejudicial na função pulmonar agravando o stress oxidativo em pessoas idosas”. Eles realizaram três tipos de provas: respiratórias simples para medir o volume e a capacidade pulmonar (testes espirométricos), medidas de concentrações de metabólitos dos COVs na urina e marcadores de stress oxidativo. Em 154 trabalhadores idosos na Coreia do Sul foi observado que “os níveis de ácido hipúrico e ácido metil-hipúrico que são metabólitos do tolueno e do xileno respectivamente, foram associados significativamente com a redução de forças expiratórias” (consequências negativas nas funções pulmonares).
3. Issever et al. (2007) em seu estudo que envolveu 730 trabalhadores sugeriram que a exposição crônica aos solventes e possivelmente compostos de cromo podem causar um incremento nos sintomas relacionados com a asma.
4. Kogevinas et al. (1999) na sua pesquisa sobre a asma ocupacional na Europa, diz que pintores de algumas populações reportaram altas taxas de hiperatividade bronquial e sibilância.
5. Hoppin et al. (2004) mencionam em seu artigo que o grupo ocupacional de pessoas expostas aos solventes, entre elas os pintores, reportaram incrementos na

mortalidade respiratória e incremento nas possibilidades de sibilâncias.

6. Um estudo de monitoramento foi realizado por Pinto et al (2000) para determinar o risco de exposição ocupacional em pintores de paredes externas. Os pintores apresentaram anomalias cromossômicas e troca de cromátides irmãs em linfócitos e micronúcleos em 53 células epiteliais de mucosa oral, maiores do que no grupo controle.

A preocupação é que não só um composto representa risco para a saúde e sem a mistura complexa de COVs, os trabalhadores são quem estão expostos permanentemente a estas misturas de solventes. Para Rosa (2009) o dano no DNA observado em seu estudo, “não deve ser atribuído a apenas um composto, mas sim ao efeito acumulativo dos vários compostos químicos utilizados na produção das tintas”. A agência internacional de pesquisa sobre o câncer IARC na monografia volume 47, declara que a exposição ocupacional como pintor foi classificada dentro do grupo 1: cancerígeno (IARC, 1989). Segundo a IARC (2010) os tipos de cânceres que podem se desenvolver são: câncer de pulmões e câncer de bexiga. Silva (2007) na região Sul de Minas Gerais, determinou que “o número de casos de cânceres hematológicos na região estudada pode ser reduzido em 17,8% se for eliminado a exposição aos solventes orgânicos”.

Segue listado na Tabela 15 alguns Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) encontrados nas tintas e seus efeitos. Uma lista mais completa de compostos contaminantes é encontrada no Anexo A e Tabela 58 e Tabela 59.

Tabela 15. Compostos contaminantes do ar e os efeitos na saúde segundo a NIOSH.

No.	COMPOSTOS (COVs)	EFEITOS DE SAÚDE
1	Acetona	Narcoses; CNS depressão; irritação dos olhos, nariz, garganta e pele.
2	Benzeno	Câncer (Leucemia)
3	n- Butil-acetato	Irritação da membrana mucosa e dos olhos, alta concentração causa efeitos no sistema nervoso em animais.
4	Etilbenzeno	Irritação do sistema respiratório superior, olhos e garganta.
5	Formaldehído	Câncer Nasal
6	Hexano	Efeitos no sistema nervoso e pele.
7	P-diclorobenzeno	Potencialmente cancerígeno, irritação dos olhos e o sistema respiratório superior, toxicidade hepática, câncer de rim e fígado.
8	Tolueno	CNS depressão
9	Trimetilbenzeno	Irritação de pele, CNS depressão, falha respiratória.
10	Xileno	CNS depressão, irritação respiratória e dos olhos.
11	Cloreto de vinilo	Câncer de fígado

Fonte: Adaptação NIOSH, 1992.

Como alguns sintomas ou pelo menos os mais graves não acontecem a curto prazo, a tendência dos pintores é não se proteger contra os COVs, alguns pintores não protegem a pele, o nariz, os olhos e a boca (Figura 15). Pelas imagens abaixo onde está representada a forma como os pintores geralmente trabalham pode-se supor que os pintores não são conscientes das decorrências nocivas do produto “tinta”, pois estão respirando livremente os COVs das tintas que podem chegar com facilidade ao contato direto com pele e olhos, gerando implicações crônicas na saúde, ver Tabela 14 e Tabela 15.

Figura 15. Foto de pintores em São Paulo-Brasil. **Fonte:** Internet (2013).

Muitos deles parecem não saber que o esmalte é inflamável uma vez que é relativamente comum fumarem enquanto realizam o trabalho, Figura 15. Fotos tiradas de anúncio da internet de pintores na cidade de São Paulo.

Um assunto de grande interesse é a informalidade da profissão de pintor, eles trabalham de forma independente e são expostos a substâncias químicas que os mesmos desconhecem, e sem a proteção adequada são propensos a desenvolverem doenças.

Em 1999 o Ministério da saúde do Brasil publicou uma lista de doenças relacionadas ao trabalho, onde foram listados os seguintes agentes de risco de natureza ocupacional: arsênico, asbesto ou amianto, benzeno, berílio, bromo, cádmio, carbonetos metálicos de tungstênio, chumbo, cloro, cromo, flúor, fósforo, iodo, manganês, mercúrio, monóxido de carbono, cianeto de hidrogênio, sulfato de hidrogênio, sílica, sulfeto de carbono, alcatrão, breu, betume, hulha mineral, parafina e hidrocarbonetos alifáticos ou aromáticos entre outros. Este último agente contaminante e a suas respectivas doenças é mostrado na Tabela 16, tendo em conta que na fabricação de tintas são envolvidos estes compostos.

Tabela 16. Lista de Doenças relacionadas ao trabalho

AGENTES ETIOLÓGICOS OU FATORES DE RISCO DE NATUREZA OCUPACIONAL	DOENÇAS CAUSALMENTE RELACIONADAS COM OS RESPECTIVOS AGENTES OU FATORES DE RISCO
Hidrocarbonetos alifáticos ou aromáticos (seus derivados halogenados tóxicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Angiossarcoma do fígado • Neoplasia maligna do pâncreas • Neoplasia maligna dos brônquios e do pulmão • Púrpura e outras manifestações hemorrágicas • Hipotireoidismo devido a substâncias exógenas • Outras porfirias • Delirium, não sobreposto à demência, como descrita (F05.0) (Brometo de Metila) • Outros transtornos mentais decorrentes de lesão e disfunção cerebrais e de doença física. • Transtornos de personalidade e de comportamento decorrentes de doença, lesão e de disfunção de personalidade. • Transtorno Mental Orgânico ou Sintomático não especificado • Episódios Depressivos. • Neurastenia (Inclui “Síndrome de Fadiga”) • Outras formas especificadas de tremor • Transtorno extrapiramidal do movimento não especificado • Transtornos do nervo trigêmeo • Polineuropatia devida a outros agentes tóxicos (n-Hexano) • Encefalopatia Tóxica Aguda • Encefalopatia Tóxica Crônica • Conjuntivite • Neurite Óptica • Distúrbios visuais subjetivos • Outras vertigens periféricas • Labirintite • Hipoacusia ototóxica • Parada Cardíaca • Arritmias cardíacas • Síndrome de Raynaud (Cloreto de Vinila) • Acrocianose e Acroparestesia (Cloreto de Vinila) • Bronquite e Pneumonite devida a produtos químicos, gases, fumaças e vapores (“Bronquite Química Aguda”) • Edema Pulmonar Agudo devido a produtos químicos, gases, fumaças e vapores (“Edema Pulmonar Químico”) • Síndrome de Disfunção Reativa das Vias Aéreas (SDVA/RADS) • Bronquiolite Obliterante Crônica, Enfisema Crônico Difuso ou Fibrose Pulmonar Crônica • Doença Tóxica do Fígado : Doença Tóxica do Fígado, com Necrose Hepática ; Doença Tóxica do Fígado, com Hepatite Aguda); Doença Tóxica do Fígado com Hepatite Crônica Persistente Doença Tóxica do Fígado com • Outros Transtornos Hepáticos • Hipertensão Portal(Cloreto de Vinila) • “Dermatoses Pápulo-Pustulosas e suas complicações infecciosas” • Dermatite de Contato por Irritantes • “Cloracne” • Outras formas de hiperpigmentação pela melanina: “Melanodermia” • Outros transtornos especificados de pigmentação: “Porfíria Cutânea Tardia” • Geladura (Frostbite) Superficial: Eritema Pério (Anestésicos clorados locais) • Geladura (Frostbite) com Necrose de Tecidos (Anestésicos clorados locais) • Osteólise (de falanges distais de quirodáctilos) (Cloreto de Vinila) • Síndrome Nefrítica Aguda • Insuficiência Renal Aguda • Efeitos Tóxicos Agudos

Fonte: Ministério da Saúde (1999).

b) Usuários de ambientes internos construídos

Segundo Girman et al. (1987) vários estudos de qualidade do ar no ambiente interno sugerem

que produtos de consumo como sprays, aerossol, tintas entre outros podem ser importantes fontes de compostos orgânicos voláteis (COVs), os autores destacam que caracterizar as emissões destes produtos de consumo tem recebido relativamente pouca atenção.

Em consequência do que foi dito anteriormente, algumas pessoas desenvolvem síndrome de intolerância aos odores químicos, que é uma patologia controvertida que em inglês se denomina “multiple chemical sensitivity”, os sintomas são variados em relação com a percepção sensorial de alguns odores (solventes, tintas, perfumes, entre outros): vermelhidão ocular, obstrução nasal e problemas funcionais digestivos, neurológicos ou respiratórios. Cohen et al. (1996) argumentam que “na maioria das áreas urbanas os COVs podem contribuir substancialmente ao risco total do câncer associado com poluentes tóxicos do ar”. Squillance et al. (1999) argumentam que os

COVs podem ser importantes contaminantes ambientais porque são facilmente transportados (na atmosfera, solo, água, etc), além de serem persistentes e tóxicos, em certos meios muitos COVs podem ter vida média de poucas horas devido à degradação, mas pode ser que em outros meios eles sejam muito persistentes e mostrar baixa degradação por períodos de tempo mais longos, inclusive anos.

Sahlberg et al. (2009) falam “do aumento na preocupação dos possíveis efeitos à saúde causados pela poluição do ar em ambientes internos, relacionados com asma, alergias e sintomas não específicos nos olhos, nas vias superiores respiratórias e pele facial”.

Brunekreef (2004) argumenta que a prevalência (A prevalência permite compreender o quanto é comum ou rara, uma determinada doença ou situação numa população) da asma é alta, em especial asma infantil, Brunekreef (2004) comenta que as crianças ficam por extensos períodos dentro de casa, ele estabelece grande preocupação por saber quais são os contaminantes que causam e/ou agravam a asma das crianças dentro de casa.

A seguir são mostrados vários estudos que evidenciam implicações dos COVs das tintas na saúde, dentro de ambientes construídos.

1. Molhave et al. (2005) analisaram como a exposição simultânea ao ozônio e o pó no ar dos ambientes interiores é maior que o efeito dos poluentes individuais, eles mediram liberação de citosinas e mudanças da função respiratória.
2. Na pesquisa de Saijo et al. (2004) foram verificados os sintomas relacionados com substâncias químicas e umidade dentro da casa, no estudo de caso foram tomados os dados de 317 pessoas e suas respectivas residências elaborando questionários e medindo COVs e umidade, encontraram que alguns COVs como: tolueno, butilacetato, etilbenzeno, alpha-pinene, p-diclorobenzeno, nonanal e xileno estão significativamente relacionados com sintomas da garganta e sintomas respiratórios, ainda com concentração de COVs relativamente baixa.
3. Takigawa et al. (2010) no estudo de caso que consistiu em testar 425 residências novas convencionais e 1479 moradores que completaram o questionário e concordaram monitorar o ambiente interno da suas casas, medindo aldeídos e COVs. Como resultados concluem que muitos aldeídos e COVs foram fatores associados a sintomas ópticos e nasais. Argumentam que esses compostos tendem a incrementar o risco de sintomas relacionados com a “Síndrome do Edifício Doente” ou SBS como suas siglas em inglês.
4. Norback et al. (1995a) pretendiam estabelecer a possível relação entre os sintomas da asma, características da construção e concentração de compostos orgânicos voláteis em ambientes internos. O estudo foi realizado com 88 pessoas entre 20 e 45 anos selecionadas aleatoriamente, foram tomadas medidas de: temperatura, umidade do ar, pó respirável, dióxido de carbono (CO₂), COVs, formaldeído e ácaros de pó no interior de cada casa. Eles foram submetidos a: uma entrevista, exames de espirometria (provas respiratórias simples), fluxo expiratório máximo medido em casa, prova de provocação com metacolina de atividade bronquial e provas cutâneas, o resultado do estudo sugere que os COVs no ambiente interno de uma residência e o formaldeído podem causar sintomas da asma.
5. O objetivo do estudo de Venn et al. (2003) foi de determinar as consequências independentes dos COVs e de outras substâncias poluentes expostas no ambiente dentro de casa, com o fim de determinar o risco e severidade da persistência da sibilância (som que durante a respiração ocorre quando o ar flui através das vias

respiratórias estreitas) em crianças. Venn et al. (2003) argumentam que o ambiente interno da casa pode afetar de maneira importante na sibilância em crianças, o aumento da umidade desenvolve o risco e o incremento dos sintomas. Seu estudo também sugere que crianças sensíveis a alergias domésticas são mais suscetíveis aos COVs. Finalmente conclui-se que a exposição separada dos compostos: Benzeno, Tolueno, Ethilbenzeno, Xileno, Limonene e Undecano, não são determinantes do risco ou severidade dos sintomas da sibilância em crianças. Embora o aldeído possa aumentar os sintomas severos.

Segundo Chuck et al. (1998) “a emissão [de COVs] desde materiais é usualmente contínua e pode perdurar por muitos anos em um edifício”, a evidência disponível sugere que os COVs podem causar implicações adversos na saúde e pode contribuir no desenvolvimento de sintomas da “síndrome do edifício doente”.

É importante saber que as superfícies das paredes no interior das casas podem ter influencia em todos os espaços ao mesmo tempo. Segundo Girman et al. (1987) “o tema da exposição direta do usuário frente à concentração média da área das superfícies resultantes do uso do produto deve ser considerado”. O usuário final não é informado dos potenciais riscos de exposição em relação ao tempo e a área superficial. Também é importante notar que muitos dos elementos que existem dentro de casa emitem compostos orgânicos voláteis dependendo da sua área superficial, assim, por exemplo, as paredes e tetos são os elementos de maior área superficial dentro de casa.

4. Capítulo 4. Revisão Bibliográfica: QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES INTERNOS CONSTRUÍDOS

Este capítulo está dividido em dois enfoques para o estudo de COVs dentro de ambientes construídos: - qualidade do ar em ambientes internos de trabalho, neste caso enfocando funcionários das fábricas de tintas e - qualidade do ar em ambientes internos de casas e prédios de escritórios, voltado para pintores e população em geral.

Serão apresentadas algumas normas elaboradas para o controle de emissões de compostos em ambientes internos de trabalho no Brasil e alguns outros países, também algumas formas de conseguir ambientes internos saudáveis em casas, prédios domiciliares e de escritórios; desde o ponto de vista das certificações ambientais LEED e AQUA, e alguns tipos de controle da ventilação e temperatura nas construções atuais para administração da qualidade interno do ar.

4.1. Ambientes de trabalho

A preocupação pelo ambiente interno torna-se evidente; sobretudo nos ambientes de trabalho, como por exemplo, em fabricas de tintas, onde as pessoas estão em contato com substâncias tóxicas por períodos prolongados, muitas delas postuladas como cancerígenas segundo a OMS (2004).

Para os ambientes de trabalho onde são produzidos e aplicados os materiais usados na construção civil é importante o controle das emissões de COVs e ter bem presente o limite de exposição às substâncias químicas que estão sendo manipuladas.

4.1.1. Medidas para a melhoria do ar e diminuição de COVs em fábricas de tintas

Segundo Rigoletto (2010) alguns fabricantes de tintas tomaram iniciativa voluntariamente e começaram a controlar os ambientes de trabalho e proteger seus trabalhadores, obrigando no processo produtivo industrial adotar medidas de proteção para partículas tóxicas que causam dano na saúde como os COVs. Por exemplo, utilização de solventes menos tóxicos, substituição de pigmentos metálicos por pigmentos à base de compostos orgânicos e mudanças nos processos de moagem e pré-mistura na fabricação.

Outras recomendações para o controle de poluentes do ar são: manter boa ventilação no lugar de trabalho, em caso de se ter ar condicionado nos locais exercer manutenção adequada nos aparelhos, trocas de ar controladas e eficientes, isso a fim de evitar ao máximo emissões descontroladas em cada processo.

Rigoletto (2010) argumenta que durante o processo de moagem,

os moinhos verticais de areia são responsáveis pela alta emissão de COVs, consequentemente provoca altos riscos de incêndio, explosão e vazamentos. Nas fábricas de tinta se apresentam evoluções nos processos produtivos como a substituição do moinho vertical pelo horizontal onde são bem baixos os níveis de emissão de COVs e riscos de incêndio. Estes moinhos apresentam alta eficiência de moagem e permitem o controle de variáveis do processo.

No processo de pré-mistura Rigoletto (2010) continua falando que a tecnologia permitiu

o desenvolvimento de equipamentos e sistemas mais eficientes de não emissão de COVs em todo o processo de fabricação de tintas estão sendo desenvolvidas instalações de sistemas de exaustão e retenção de particulados e COVs, [...] instalação de sistemas de contenção para vazamentos “importantes assim como outras ações como uso” de embalagens retornáveis e automação de processos de produção e aplicação gerando menor consumo de tinta, menor quantidade de resíduos e menos emissões atmosféricas.

Um mecanismo de gestão em meio ambiente, saúde e segurança para a indústria das tintas é o programa Coating Care, programa voluntario da *International Paint and Printing Ink Council*. Esse programa foi implantado no Brasil pela ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas, a ABRAFATI submeteu-o a um processo de tradução e adaptação à legislação e ao ambiente de negócios específicos em 2007. A Coatings Care está estreitamente alinhada com a ISO 14.000. Basicamente consiste em um sistema de qualidade para o processo de fabricação de tintas e vernizes. O programa Coating Care não estabelece limites de emissão de poluentes do ar dos produtos, propõe autorregulamentação do teor de COVs em tintas, para cada fabricante. Ele inclui desde a seleção de matérias-primas, desenvolvimento de novos produtos, manufatura, armazenagem e distribuição, até a aplicação dos produtos e/ou a gestão de resíduos, baseado em práticas gerenciais da própria fábrica, e critérios para serem seguidos pela comunidade interessada. O programa conta com quatro códigos de práticas de gestão: área de produção, transporte e distribuição, gestão de produto e responsabilidade comunitária. Na parte de gestão da produção são abordados aspectos de saúde ocupacional e segurança.

Medições de COVs devem ser tomadas com equipamentos adequados (ver item 4 “Laboratório”) nos ambientes de trabalho das fábricas de tintas a fim de testar o cumprimento dos limites permitidos aos quais os operários podem se expor.

4.1.2. Avaliação de contaminantes do ar em ambientes de trabalho

A forma de avaliar os COVs permissíveis em ambientes internos de trabalho é estabelecendo e medindo um limite máximo de exposição a substâncias químicas tóxicas para uma pessoa que trabalha 8 horas por dia, durante 5 dias na semana, sem que esta exposição afete a sua saúde. Os mecanismos de controle e regularização do meio ambiente tentam, mediante normas e legislações, controlar a exposição aos compostos nocivos à saúde. A cada ano os estudos mostram substâncias que devem ser utilizadas com cuidado, pois a manipulação das mesmas ocasionam riscos graves para a saúde dos trabalhadores. Entretanto a legislação no Brasil quanto a norma NRº 15, que estabelece limites de tolerância a substâncias tóxicas nos locais de trabalho, encontra-se desatualizada desde 1994 (Pedroza et al. 2011).

Diferentes órgãos de vários países estabeleceram parâmetros para medir e controlar as emissões dos COVs, esses parâmetros foram estabelecidos como valores limites ambientais, que por sua vez tem duas formas de medição dos COVs:

1) Valores máximos que não devem se sobrepor em nenhum momento, são conhecidos como **valores teto**, o efeito máximo permissível implica um valor da dose máxima tolerável ou admissível por uma pessoa (com essa informação e estabelecendo-se condições padrões, são propostos valores limites ambientais estimados através da relação entre concentração ambiental e doses).

2) Valores médios máximos permissíveis de exposição ao longo de um tempo específico como, por exemplo: 8 horas/dias, 40 horas/semana, 1 mês, 1 ano ou toda uma vida laboral.

Na sequência um resumo de algumas instituições internacionais com mais pesquisas no tema de controle da qualidade do ar em ambientes internos de trabalho, seguido das normas aplicadas no Brasil mostrando para alguns compostos orgânicos voláteis que fazem parte da composição das tintas, os limites de exposição que uma pessoa pode

afrontar para não afetar sua saúde, fica conjecturada que as fábricas de tintas podem acolher a esses valores para proteger a saúde dos trabalhadores.

a. OMS (Organização Mundial da Saúde)

A OMS (2004) apresenta valores de exposição de COVs para algumas substâncias **não** cancerígenas e cancerígenas (Tabela 17), presentes na composição das tintas imobiliárias:

Tabela 17. Limites de exposição de COVs para substâncias cancerígenas e não cancerígenas

Composto	Concentração ambiental média [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valor guia (VG) ou concentração tolerável (CT) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Tempo de exposição medio
Substâncias não cancerígenas			
Tolueno	5 – 150	260 (VG) 1000 (VG)	1 semana 30 min
Estireno	1,0 - 20,0	260 (VG) 70 (VG)	1 semana 30 min.
Xilenos	1 – 100	4800 (VG) 870 (VG)	24 Horas 1 ano
Etilbenzeno	1 – 100	22.000 (VG)	1 ano
Formaldehído	(1 - 20) . 10^{-3}	100 (VG)	30 min
Acetona	0,5 – 125	n.p.	
Substâncias cancerígenas			
Composto	Concentração ambiental média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Risco Unitário [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁻¹	Classificação IARC*
Benzeno	5,0 - 20,0	$(4,4 - 7,5) \times 10^{-6}$	1
Cloreto de vinilo	0,1 - 10,0	1×10^{-6}	1

Fonte: Adaptação OMS (2004) **International Agency for Research on Cancer IARC*

Risco unitário: é o risco adicional de adquirir câncer durante a vida toda numa população exposta continuamente desde o nascimento até a morte, a uma concentração de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ do componente que inalam. Portanto, o cálculo do risco unitário é realizado da seguinte forma:

$$UR = \frac{P_o (R - 1)}{X}$$

P_o = Risco natural à vida

R = Risco relativo (proporção entre o número observado e o número esperado dos casos numa população).

X = Exposição meia de vida (medido no tempo)

Os critérios qualitativos de classificação dos componentes da agência internacional para a pesquisa do câncer (IARC), são os seguintes:

Grupo 1: Composto carcinógeno comprovado em humanos. Altas estimativas de risco.

Grupo 2: Provável composto carcinógeno.

- Grupo 2A: Evidencia limitada sobre efeitos cancerígenos em humanos. Evidências suficiente sobre efeitos carcinógenos em animais. Altas estimativas de risco.
- Grupo 2B: Possivelmente carcinógeno para o ser humano.
- Grupo 3: Não pode ser classificado a respeito da sua carcinogenicidade para o ser humano.
- Grupo 4: Provavelmente não carcinógeno para o ser humano.

b. OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*)

A OSHA dos EUA é o órgão de administração federal com competência no estabelecimento de normas legais relativas na prevenção de riscos e promoção da saúde no âmbito laboral. Os valores limites ambientais para a OSHA são denominados: “Permissible Exposure Limits” (PEL), esses valores são os únicos que tem validade legal nos EE.UU. A tabela seguinte apresenta os valores de emissão limite para alguns COVs.

A OSHA exige que para 2015 os produtos que contenham cloreto de vinilo precisam expor na embalagem a seguinte legenda: “O cloreto de vinilo é um agente suspeito de câncer”.

Tabela 18. Limites de exposição para compostos contaminantes do ar.

Compostos	ppm TWA	mg/m ³ TWA
Acetona	1000	2400
n-Butil-acetato	150	710
p-diclorobenzeno	75	450
Etilbenzeno	100	435
n-Hexano	500	1800
o-,m-,p-Xileno	100	435

Fonte: OSHA, 2006

ppm = partes de vapor ou gás por milhão de contaminante de ar por volume a 25 °C e pressão 760 torr, os valores estão indicados para um tempo de exposição em média ponderada (TWA) de 8 horas. TWA= “*Time Weighted Average*” é definida como a concentração em média ponderada para 8 horas. Este valor não deverá ser superado em nenhum turno de 8 horas para semanas laborais de 40 horas. mg/m³= miligramas de substância por metro cúbico de ar, neste caso os valores desta coluna são aproximados, os valores estão indicados para um tempo de exposição em média ponderada (TWA) de 8 horas.

Tabela 19. Limites de exposição para compostos contaminantes do ar – 2.

Composto	8-hour TWA	Concentração ceiling aceitável	Pico máximo aceitável acima da concentração ceiling para um turno de 8 horas	
			Concentração	Máxima duração
Benzeno	10 ppm	25 ppm	50 ppm	10 minutos
Tolueno	200 ppm	300 ppm	500 ppm	10 minutos

Fonte: OSHA, 2006

Ceiling = estes valores “ceiling” não devem ser superados em nenhum momento na jornada de trabalho. Estes valores podem ser determinados como os valores médios para períodos de 15 minutos.

A OSHA também exige que o empregador forneça controles de engenharia para reduzir e manter exposições abaixo do limite permitido 0,75 ppm (partes por milhão) para o formaldeído por 8 horas de exposição em média ponderada do tempo (TWA), além disso, na exposição em curto prazo um empregado não pode ficar exposto ao formaldeído excedendo 2 ppm por um limite de tempo de 15 min. (OSHA, 2012)

A OSHA exige que os empregadores forneçam informações a seus empregados sobre os riscos potenciais associados com a exposição aos COVs.

c. AGCIH (*American Conference of Industrial Hygienists*).

A ACGIH dos EUA é uma organização científica, os valores da ACGIH são utilizados por grande parte dos países que não contam com valores próprios.

A ACGIH todos os anos publica novos limites de exposição, que devem ser adotados pelos organismos que acolhem esta norma, o Brasil só acolheu a norma, mas não atualiza os limites anualmente há quase 20 anos.

Tabela 20. Limites de exposição para compostos contaminantes do ar

Compostos	TLV-STEL	TWA-TLV
Acetona	750 ppm por 15 min.	500
Benzeno	2,5 ppm	0,5 ppm
n-Butil-acetato	200 ppm por 15 min.	150 ppm 8 horas
Estireno	40 ppm	20 ppm
Etilbenzeno		100 ppm
Formaldeído*		0,016 ppm 8 horas
n-Hexano		50 ppm 176 mg/m³

p-Diclorobenzeno	10 ppm 60 mg/m ³
Tolueno	20 ppm
1,2,4-Trimetilbenzeno	25 ppm por 8 horas
Xileno	150 ppm 100 ppm
Cloreto de vinilo	1 ppm

Fonte: AGCIH, 2009

*O valor do TVL-C do formaldeído é 0,3 ppm esse valor não deve ser superado em nenhum momento.

TVL-TWA = “média ponderada no tempo” é a concentração média ponderada no tempo para uma jornada normal de 8 horas e 40 horas semanais, nas quais a maioria dos trabalhadores podem estar expostos repetidamente dia após dia sem sofrer efeitos adversos.

TVL-C = “Valor “ceiling” ou teto” é a concentração que não deveria ser sobrepassada em nenhum instante, sua valoração pode ser feita em amostras de 15 min.

TLV-STEL = “Limites de exposição para curtos períodos de tempo” é a concentração na que podem estar expostos os trabalhadores sem representar efeitos nocivos em eles. As exposições acima do valor TLV-TWA até o valor STEL não devem atingir 15 minutos nem se repetir por mais de 4 vezes durante o dia.

d. Outras entidades

Na sequência, outras duas entidades encarregadas da qualidade do ar e da saúde em ambientes de trabalho usadas na Rússia e na Alemanha.

Tabela 21. Outras entidades que expõem limites de exposição para compostos contaminantes do ar.

Entidade	País	Valores Limites de exposição à substâncias químicas perigosas
Instituto de pesquisa sindical da segurança no trabalho, na indústria química e o instituto de pesquisa de higiene industrial e doenças profissionais.	Rússia	Concentrações máximas permissíveis no ar, na zona de trabalho. Níveis de exposição seguros de substâncias nocivas presentes no ar dos postos de trabalho.
A Sociedade Alemanha Para Pesquisa, "Deutsche Forschungsgemeinschaft" (DFG).	Alemanha	"Máximale Arbeitsplatzkonzentrationen" (MAK).

e. Leis Brasileiras

Norma NR-15 Norma Regulamentadora: “Atividades e Operações Insalubres. Anexo XI – Agentes químicos cuja Insalubridade é caracterizada por Limite de Tolerância Inspeção no local de trabalho”. Baseada nos limites de exposição da ACHIG não foi modificada nos valores dos limites de exposição desde 1994, só fez algumas

modificações para ser mais rígida com o benzeno, mas não modificou o valor dos outros compostos. A recomendação é que estes limites sejam atualizados.

Tabela 22. Limites de exposição para compostos contaminantes do ar.

COMPOSTOS (COVs)	Até 48 horas/semana	
	Ppm	mg/m ³
Acetona	780	1870
Benzeno	1	3,19
n- Butil-acetato	-----	-----
Etilbenzeno	78	340
Formaldehído	1,6	2,3
Hexano	-----	-----
o-diclorobenzeno	39	235
Tolueno	78	290
Trimetilbenzeno	-----	-----
Xileno	78	340

Fonte: NR-15 Norma Regulamentadora “Atividades e Operações Insalubres”

A atualização anual dos limites de exposição deve ser rígida, pois as pesquisas científicas atuais têm descoberto limites cada vez mais baixos de exposição para estes compostos com o propósito de garantir a plena segurança da saúde dos trabalhadores. Fazenda (2009) argumenta que o uso do benzeno foi eliminado da composição da tinta devido a sua toxicidade e o uso de tolueno está sendo discutido pelo mesmo motivo.

A Tabela 23 apresenta um resumo dos valores das normas vistas anteriormente, almejando fazer uma comparação com a norma brasileira NR-15, nota-se que alguns valores da tabela dos organismos internacionais são muito diferentes da norma nacional, tomado o cuidado de comparar as colunas que possuem as mesmas unidades de medida.

Tabela 23. Limites de exposição para compostos contaminantes do ar – tabela comparativa.

Composto	Concentração ambiental média OMS (2004)	Concentração média ponderada OSHA (2006)	Média ponderada do tempo TWA – TLV AGCIH (2009)	Até 48 horas/semana NR – 15 Norma Reguladora Brasil (1994)	
	[µg/m ³]	[mg/m ³]	[ppm]	[ppm]	[mg/m ³]
Tolueno	5 – 150	200 ppm	20	78	290
Estireno	1,0 - 20,0	-----	20	78	-
Xilenos	1 – 100	435	100	78	340
Etilbenzeno	1 – 100	435	100	78	340
Formaldehído	(1 - 20) 10-3	-----	0,016	1,6	2,3
Acetona	0,5 – 125	2400	-----	780	1870

Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos

Benzeno	5,0 - 20,0 Cancerígeno	10 ppm	0,5	1	3,19
Cloreto de vinilo	0,1 - 10,0 Cancerígeno	-----	1	156	398
n-Butil-acetato	-----	710	150	-----	-----
p-diclorobenzeno	-----	450	10	39	235

Fonte: Adaptação OMS (2004) ;OSHA (2006); AGCIH (2009); NR-15(2012)

A coluna sombreada mostra a norma AGCIH na qual foi baseada a norma brasileira NR-15. Na predominância dos casos a norma AGCIH é bem menor nos seus valores de exposição limite que a NR-15, apontando para a importância de se atualizar esses valores com urgência.

f. Outras leis no Brasil

Segue abaixo uma série de normas paralelas com a norma reguladora NR-15 na qual o Brasil tenta controlar as emissões atmosféricas de COVs em tintas:

- Lei 9605\98 (lei de crimes ambientais) em seu artigo 54 considera crime ambiental a emissão de poluentes atmosféricos em concentrações superiores aos limites estabelecidos. (não mencionam o valor dos limites)
- A NBR 10.004 classifica os resíduos no Brasil como perigosos e não perigosos, sendo que a periculosidade de um resíduo é definida pela sua inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
- A resolução 307 de CONAMA (2002a) classifica como resíduos perigosos, materiais de construção oriundos do processo de construção como tinta, solventes, óleos e outros.
- A lei Quadro da Qualidade do Ar (decreto de lei No. 276/99, de 23 de julho) fala que os seguintes poluentes atmosféricos devem ser tomados em consideração no âmbito da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiental: dióxido de enxofre, dióxido de azoto, partículas finas (tais como fumos negros), partículas em suspensão, chumbo, ozônio, benzeno, monóxido de carbono, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, cádmio, arsênico, níquel e mercúrio.

4.2. Ambientes internos de edificações habitacionais, escritório e comércio.

O ambiente interno das casas e escritórios, lugares onde o ser humano passa uma grande porcentagem de seu tempo (Salasar, 2006), deve ser ambientalmente limpo de

compostos nocivos tanto químicos como biológicos. Mas é isso o que acontece? As casas e prédios são de alguma forma limpos de agentes contaminantes? Atualmente o ser humano está exposto a vários contaminantes químicos entre eles os COVs emitidos por materiais de construção que se instalam no interior das casas e prédios, e podem perdurar por até anos dentro do ambiente interno, (Chuck et al., 1998; Sahlberg et al., 2009). O arquiteto fica a cargo da escolha dos materiais no momento do desenho e planejamento do projeto-edifício e por tanto é o encarregado de proporcionar um ambiente saudável para os usuários, o que significa entre outras coisas, livre de COVs.

4.2.1. Medidas para a melhoria do ar em ambientes internos em construção e construídos.

O melhoramento na qualidade do ar interno pode ser alcançado segundo Norback et al. (1995a) valorizando uma boa seleção de materiais e métodos construtivos para o controle das emissões de compostos dentro do edifício. Chuck et al. (1998) falam que o “controle de emissões de COVs pode ser incrementado iniciando uma importante consideração no desenho e manufatura de materiais poliméricos usados em construções”. Halios et al. (2010) falam que “o controle da poluição do ar em ambientes internos é de alta importância devido ao impacto na saúde da população”.

Figura 16. Qualidade do ar.
Fonte: Adaptação Martinez e Callejo (2006)

A qualidade de ambientes internos é afetada em forma constante por três fatores: físicos, químicos e biológicos, Figura 16.

Vale lembrar do capítulo 3.2 que a umidade e a temperatura influem na emissão de COVs nas tintas imobiliárias modificando a qualidade do ar interno. Assim como bembém influem na presença de agentes biológicos no ambiente interno WHO (2009).

Para Turiel et al. (1983) aumento nas taxas de ventilação diminui a concentração de poluentes no ar, assim como baixas taxas de fluxo de ar aumentam a concentração deles. Segundo Brickus e Neto (1999) a avaliação da qualidade de ambientes internos “requerem um entendimento das fontes de emissão, de ventilação do prédio, das salas e dos processos que afetam o transporte e o destino dos contaminantes”.

Sabendo que o ideal seria que os materiais de construção não emitissem COVs ou que a sua emissão fosse baixa e como foi dito resumidamente acima, existem alguns procedimentos de controle da qualidade do ar interno para edificações:

- a) Controle da temperatura;
- b) Controle da umidade;
- c) Controle da ventilação;
- d) Análises e prevenção das fontes de emissão;
- e) Conhecimento dos compostos tóxicos emitidos pelas fontes de emissão e
- f) Transporte e destino dos contaminantes na geometria das salas internas, entre outros.

Exemplos de alguns sistemas para a melhoria do ar interno em casas e prédios:

a) Controle de temperatura

A temperatura pode ser controlada de forma passiva (arquitetura bioclimática: elementos de sombreamento, uso de carta solar) e de forma ativa (com equipamentos mecânicos). Em forma passiva, segundo a norma técnica ABTN “NBR 15220” o controle da temperatura ou conforto térmico depende de vários fatores como, por exemplo: localização do empreendimento, zoneamento bioclimático brasileiro, escolha de materiais com resistência térmica adequada para cumprir os requerimentos da temperatura do lugar e diretrizes construtivas para habitações, entre outras. Nas diretrizes construtivas existem alguns parâmetros: carta solar, carta bioclimática, elementos de sombreamento, energias alternativas, etc. Os mecanismos de controle de temperatura interna de forma ativa estão relacionados aos sistemas de calefação mecânica.

b) Controle da umidade e ventilação

A ventilação ajuda entre outras coisas para diminuir a umidade. A umidade em ambientes internos pode aparecer por diferentes fatores: por condensação, por chuva, proveniente do solo, por erros de construção ou umidade acidental (Castro, 2012). Portanto o controle da umidade depende das condições climáticas do lugar, das fissuras das paredes, da localização dos encanamentos de água que circulam pela construção, da vegetação nas paredes externas, da ventilação etc.

Os métodos de prevenção da umidade, segundo Castro (2012) são: - controle da umidade relativa do ambiente interior, - controle de temperatura da envolvente; tanto superficial como ao interior do elemento e - evitar o aumento da umidade relativa interior como resultado de aparelhos de calefação de chama aberta.

Os procedimentos para evitar condições que gerem umidade nas paredes podem ser, por exemplo, instalação adequada da drenagem de água de chuva, impermeabilização de paredes em condições de umidade constante, controle da vegetação (poda), ventilação, etc. Segundo Batista (2008) “ambientes que utilizam a ventilação natural apresentam menores problemas relacionados à poluição *indoor*”. Existem varias soluções arquitetônicas para a projeção de ventilação natural em prédios, duas delas se apresentam na figura 17.

Figura 17. Ventilação natural: 1) cruzada e 2) ventilação por efeito chaminé por pressão natural orientada.

Fonte: adaptação Santamouris e Wouters, 2006.

Em ambientes que utilizam sistemas de ventilação mecânica, Batista (2008) assegura que “qualquer ambiente interno que faz uso de ventilação artificial está propício a um maior acúmulo de poluentes e micro-organismo”. Batista (2008) diz que as soluções para evitar contaminantes de ar dentro das edificações com ambientes de ventilação artificial são simples, como a troca de aparelhos antigos por novos, eficiência nas taxas

de troca de ar dos aparelhos de ar condicionado e limpeza e manutenção dos aparelhos periodicamente.

c) Análises e prevenção das fontes de emissão e conhecimento dos compostos tóxicos emitidos por elas (antes da ocupação).

A primeira ação para controlar as fontes de emissão de COVs em ambientes internos é a identificação e prevenção de uso de materiais emissores de COVs em cada um dos ambientes da edificação. Lembrando que Niu e Burnett (2001) falaram dos seguintes materiais construtivos como emissores de COVs: tintas, adesivos, selantes, aglomerados, compensados, carpetes, revestimentos de parede, isolamentos, forros acústicos, etc. Para Brickus e Neto (1999) as fontes típicas de poluição do ar em ambientes internos de residências são “fumo, fogão a gás, fogão a lenha, materiais de construção e mobiliário, superfícies e materiais úmidos, atividades de limpeza”. No caso de escritórios mencionam “fumo, materiais de construção e mobiliário, ar condicionado, fotocopiadoras e impressoras e atividades de limpeza”.

Muitos autores tem como referência o valor de COVs que Mohalve (1991) estabeleceu para definir o estado de desconforto em ambientes internos, ele fala que níveis de COVs acima de 3mg/m^3 (3×10^{-6} g/L) apresentam desconforto no ar dos ambientes internos. Neste caso são compostos orgânicos voláteis totais (COVTs).

Para ter uma ideia da quantidade de voláteis que uma tinta pode emitir, existem no mundo tabelas normativas para os fabricantes de tintas que proíbem a emissão de COVs até um limite estabelecido, um exemplo disso é o regulamento da EUA *Environmental Protection Agency* (EPA) sobre o teor máximo de COV de tintas e vernizes da linha decorativa/arquitetura, Tabela 24. É importante saber que os compostos orgânicos voláteis medidos pela EPA são totais, cuja sigla é COVTs.

Tabela 24. Limites de emissão de COVTs para tintas e vernizes, linha decorativa/arquitetura.

Tipo de produto	Limites COVTs (g/L)	mg/m^3
Revestimentos antigrafito	600	6×10^8
Revestimentos betuminosos	500	5×10^8
Revestimentos de proteção de concreto	400	4×10^8
Revestimentos de elevada durabilidade	800	8×10^8
Revestimentos lisos, interior e exterior	250	$2,5 \times 10^8$

Revestimentos para pisos	400	4×10^8
Revestimentos para sinalização	500	5×10^8
Revestimentos para manutenção industrial	450	$4,5 \times 10^8$
Revestimentos multicoloridos	580	$5,8 \times 10^8$
Revestimento de proteção para substratos metálicos não ferrosos	870	$8,7 \times 10^8$
Revestimentos com textura, interior e exterior	380	$3,8 \times 10^8$
Fundo pré-tratamento ("wash-primers")	780	$7,8 \times 10^8$
Fundo preparador e anticorrosivos ("primers")	350	$3,5 \times 10^8$
Revestimentos termoplásticos para reparo e manutenção	650	$6,5 \times 10^8$
Revestimentos para coberturas	250	$2,5 \times 10^8$
Revestimentos para prevenção de ferrugem	400	4×10^8
"Stain", transparentes e semitransparentes	550	$5,5 \times 10^8$
"Stain", opacos	350	$3,5 \times 10^8$
"Stain", baixo teor de sólidos	120	$1,2 \times 10^8$
Revestimentos para piscina	600	6×10^8
Revestimentos para marcação viária	150	$1,5 \times 10^8$
Vernizes	450	$4,5 \times 10^8$
Seladores e tratamentos impermeabilizantes	600	6×10^8

Fonte: Adaptação EPA, 2002.

Na tabela 24 o limite de emissão de COVs em uma tinta de uso interno não pode ser maior do que 250 g/L. Pode se ver que o valor limite de emissão de COVs do produto é bem diferente do valor limite de desconforto do ambiente interno que segundo Monhalve (1991) é de 3×10^{-6} g/L.

A qualidade do ar em ambientes internos construídos na etapa de projeto depende da escolha de materiais no projeto, sempre adotar no projeto materiais de baixa emissão de COVs ou evitar utilizá-los. Exemplos desses estudos é o Método de Escolha Ambiental europeo "MEA" (ver Anexo B) que não está associado a nenhuma certificação, este método apresenta varias alternativas desde a melhor até o não recomendável para a escolha de materiais usados na construção civil. No anexo B estão às indicações do método MEA para a escolha de tintas sobre madeira e parede de tijolo, desde as emissões de COVs.

A maior parte das soluções concorda com a eliminação das fontes de contaminação como os produtos que emitem COVs ou pelo menos uma garantia dos fabricantes dos produtos atestando a qualidade da tinta e apresentar numericamente a taxa de emissão de COVs de cada tinta para ser comparada como o limite tolerável segundo as normas. É de grande importância saber que as tintas no Brasil não proporcionam informações

detalhadas dos COVs na composição das tintas, desta forma usuários, construtores, arquitetos e engenheiros não dispõem de muitos recursos para avaliar as tintas desde os COVs. Algumas tintas mencionam os COVs, mas não escrevem dados específicos sobre a sua emissão e mesmo assim fazem propagandas comerciais que podem confundir os usuários. Por exemplo: algumas tintas falam de baixas emissões de COVs, palavra ambígua, pois baixas emissões de COVs pode ter para o fabricante um significado diferente do que é para o usuário, além da impotência dos usuários (consumidores) de não possuírem geralmente mecanismos para quantificar os mesmos; outro exemplo são os selos comerciais onde alguns deles são emitidos pelos mesmos fabricantes, os quais certificam seu próprio produto, e utilizam nomes como sustentáveis, verdes, ecológicos, etc, sem nenhum órgão controlador externo. Há uma análise mais profunda deste tema no capítulo 5.

4.2.2. Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos de casas e prédios.

Na América do Sul e especificamente para o Brasil não existem registros de qualidade do ar, especialmente nos ambientes pós-ocupados como casas, apartamentos e prédios de escritório. Em outros países com a aparição de doenças relacionadas com produtos químicos comumente usados dentro de casas, entre eles a tinta, começaram a se preocupar pela qualidade do ambiente interno de casas e prédios de escritórios, e por meio de normas ambientais e certificações mundialmente reconhecidas resolveram dar soluções práticas para o melhoramento do ar interno. Assim os profissionais da construção civil tentam controlar as emissões de compostos contaminantes dentro das edificações. Equipamentos têm sido desenvolvidos para tomar medidas de COVs dentro de ambientes internos. Segundo o grau de contaminação as soluções para cada projeto deverão ser diferentes porque as condições ambientais, geometria do projeto, soluções térmicas passivas e ativas, entre outras são diferentes para cada empreendimento.

4.3. Certificações ambientais: preocupações com a qualidade do ar interno

Sem dúvida as certificações ambientais para edifícios estão sendo cada vez mais populares, contudo não é a maioria dos empreendimentos imobiliários que as usam. Há alguns sistemas de certificação vigentes no Brasil, sua relação com a escolha dos

materiais de construção e sua preocupação com a qualidade do ar interno podem ser observadas em seguida em duas certificações: LEED, *Leadership in Environment and Energy Design*, dos Estados Unidos, promovido pelo WGBC, *World Green Building Council* (Conselho Mundial de Edificação Verde); e AQUA, Alta Qualidade Ambiental, primeiro referencial técnico de certificação da construção sustentável no Brasil, lançada pela Fundação Vanzolini. Cabe ressaltar que não são a maioria das edificações que estão sendo construídas abaixo destes parâmetros, na realidade são bem poucas ainda.

1. LEED *Leadership in Energy & Environmental Design*

O LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) avalia várias categorias de empreendimentos: novas construções e grandes projetos de renovação, projetos de envoltória e parte central do edifício, projetos de interiores e edifícios comerciais, operação e manutenção de edifícios existentes, escolas, bairros, unidades de saúde, lojas de varejo, residências, loteamentos e condomínios. As dimensões avaliadas pelo LEED são: Localização, uso racional da água, eficiência energética, qualidade ambiental interna, materiais e recursos, inovação e processo, e créditos regionais.

Na Tabela 25, apresentam-se os itens exigidos pela LEED, para atingir os requisitos de qualidade do ar no projeto de construção e pré-uso do edifício.

Tabela 25. Pré-requisitos e créditos exigidos pela LEED, para atingir os pontos de qualidade do ar

Qualidade do ambiente interno (itens LEED)	
Pré-requisito 1	Desempenho mínimo da qualidade do ar interno
Pré-requisito 2	Controle de fumo
Crédito 1	Monitoramento de ar externo
Crédito 2	Aumento da ventilação
Crédito 3.1	Plano de qualidade do ar durante a construção.
Crédito 3.2	Plano de qualidade do ar antes da ocupação.
Crédito 4.1	Materiais de baixa emissão, adesivos e selantes.
Crédito 4.2	Materiais de baixa emissão, tintas e vernizes.
Crédito 4.3	Materiais de baixa emissão e sistemas de piso.
Crédito 4.4	Materiais de baixa emissão, madeiras compostas e agro fibras.
Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos.
Crédito 6.1	Controle de sistemas e iluminação.
Crédito 6.2	Controle de sistemas e conforto térmico.
Crédito 7.1	Conforto térmico e projeto.
Crédito 7.2	Conforto térmico e verificação.
Crédito 8.1	Iluminação natural e paisagem para 75% dos espaços.
Crédito 8.2	Iluminação natural e paisagem para 90% dos espaços.

Fonte: GBCB (2013)

Dentro do grupo da qualidade do ambiente interno, para obter um ponto no crédito 4.2: “materiais com baixa emissão, tintas e vernizes” onde o objetivo do crédito é reduzir a quantidade de contaminantes do ar interior que possuam odor potencialmente irritante, forte ou que possam causar lesão, desconforto ou mal estar aos usuários, instaladores e operários da construção; o LEED recomenda que as tintas usadas devam atender as limitações e restrições estabelecidas pelo selo ambiental “*Green Seal Padrão GS-11, Paints*”. Esse selo exige que a tinta deve ter máximo 0,5% do peso de seu peso em COVs, mas para a realidade brasileira este ponto não é atingido pois nenhuma tinta no Brasil possui aquele selo. No entanto, o LEED aceita tintas que cumpram com requisitos da norma ISO 14001, o qual é diferente, uma vez que a ISO 14001 não propõe limites de emissão de COVs. Uma explicação mais detalhada é encontrado no capítulo 3.5.

2. AQUA: alta qualidade do ar

A certificação ambiental de origem Francesa e adaptada no Brasil pela fundação Vazolini chamando-a de “AQUA”, tem origem no ano 2007 com a uma metodologia baseada na *Haute Qualité Environnementale* (HQE). É a única certificação ambiental adaptada no contexto brasileiro, pois para a sua aceitação foram modificadas premissas de regionalidade do HQE, Tabela 26.

A metodologia da certificação engloba a eco-construção e a eco-gestão com o gerenciamento dos impactos decorrentes da relação do edifício com seu entorno, a escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos, canteiros de obras de baixo impacto, além da gestão da energia, da água, dos resíduos e da manutenção (permanência do desempenho ambiental) do edifício em uso. Pode ainda atuar avaliando o conforto acústico, higrotérmico, visual e olfativo da habitação e promover a qualidade do ar, da água e dos ambientes do empreendimento habitacional (Fundação Vanzolini, 2007).

Tabela 26. Organização das categorias do método AQUA

CATEGORIAS DO METODO AQUA
GERENCIAR OS IMPACTOS SOBRE O AMBIENTE EXTERIOR
<i>Eco-Construção</i>
1. Relação do edifício com seu entorno
2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
3. Canteiro de obras com baixo impacto ambiental

<i>Eco-Gestão</i>
4. Gestão da energia
5. Gestão da água
6. Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
7. Manutenção - permanência do desempenho ambiental
<i>CRIAR UM ESPAÇO INTERIOR SADIO E CONFORTÁVEL</i>
<i>Conforto</i>
8. Conforto higrotérmico
9. Conforto acústico
10. Conforto visual
11. Conforto olfativo
<i>SAÚDE</i>
12. Qualidade sanitária dos ambientes
13. Qualidade sanitária do ar
14. Qualidade Sanitária da água

Fonte: Fundação Vanzolini, (2007).

Na tabela 27, apresentam-se as condições da certificação AQUA para atingir os requisitos na parte de saúde de qualidade sanitária do ar.

Tabela 27. Requisitos exigidos pela AQUA, para atingir os pontos de qualidade sanitária do ar.

Categoria 13 – Qualidade sanitária do ar

13.1. Garantia de uma ventilação eficaz

13.1.1. Assegurar vazões de ar adequadas à atividade dos ambientes

13.1.2. Assegurar o controle da vazão de ar

No caso de ambientes condicionados, estes dois itens, na versão brasileira, devem seguir as recomendações da NBR 6401 – Instalações de ar condicionado para conforto, para taxas de renovação de ar externo

13.2. Controle das fontes de poluição

13.2.2. Reduzir os efeitos das fontes de poluição.

13.2.3. Limitar as fontes de poluição.

Fonte: Vazolini (2007)

Na versão francesa para o requisito 13.2.3., há necessidade de atingir os conceitos SUPERIOR e EXCELENTE. Segundo Hilgenberg (2010),

na França, é exigido o conhecimento de uma porcentagem determinada de COVs e formaldeídos em tintas. No Brasil, há somente a possibilidade de SUPERIOR, com exigências totalmente reformuladas. As tintas brasileiras, conforme testes realizados, ficam com os padrões de emissões de COV dentro do limite permitido da normalização que entra em vigor em 2010 na Comunidade Européia. Na versão brasileira é necessário que se tenha a certificação coating care, que tem exigências semelhantes às da NBR ISO 14000.

Segundo estudo realizado sobre as tintas brasileiras, Uemoto et al. (2006), detectou a presença de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) mesmo em tintas à base de água. As tintas à base de água apresentaram emissões totais de voláteis (COVTs) sempre inferiores a 20g/l, que é o limite máximo de emissão especificado pela Comunidade Europeia para 2010. O fato demonstra que as tintas nacionais atendem requisitos internacionais ligados à proteção da saúde humana, mesmo tendo em seus ingredientes compostos de risco em concentrações baixas.

4.3.1. Análises das certificações LEED e AQUA, valores de COVs

As análises das exigências para o controle de compostos contaminantes do ar no Brasil pelas certificações ambientais das construções (LEED e AQUA) não só são diferentes às aplicações das mesmas certificações em seus respectivos países (EUA e França) como são insuficientes. Por exemplo:

LEED: As tintas no Brasil não possuem o selo ambiental exigido pelo LEED “Green Seal”, o que representou que fosse mais fácil mudar as normas do LEED internacional para o Brasil do que certificar todas as tintas, o LEED então para o Brasil aceitou aquelas tintas nas que o processo de fabricação cumpria com os requisitos da norma ISO 14001, nela não especificam limites de emissão de COVs para as tintas vistas como “produto”.

AQUA: Similar à certificação LEED, o AQUA aprova as tintas que cumpram com requisitos do processo de certificação industrial Coating Care que tem exigências similares às da norma ISO 14000. AQUA não possui limites de emissão de COVs para o produto “tinta”.

É importante para o Brasil a criação com urgência de um selo ambiental confiável que garanta a baixa concentração de emissão de COVs nas tintas como produto, mediante valores quantificáveis. Se similar ao selo “Green Seal”, o selo daria não só uma forma de controle sobre a emissão de COVs nos prédios senão confiabilidade e garantia. O selo será um parâmetro de exigência nas certificações ambientais para confirmar as baixas emissões de COVs nos materiais das edificações sustentáveis, que até agora são inexistentes, ver capítulo 5.

5. Revisão Bibliografia Capítulo 5. TINTA COMO MATERIAL SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo é apresentado um panorama geral da avaliação da sustentabilidade em construção civil de empreendimentos, logo é aprofundado o tema da sustentabilidade dos materiais de construção civil analisando no final a sustentabilidade do produto “tinta” que é o material alvo deste trabalho.

5.1. Sustentabilidade na construção civil

Para John e Oliveira (2006)

Uma construção mais sustentável depende, portanto, da seleção correta de materiais e componentes, que pode ser definida como a seleção de produtos que, combinada com o correto detalhamento de projetos, resulta em impactos ambientais menores e em maior benefício social, dentro dos limites da viabilidade econômica, para uma dada situação.

A Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento feito pela Organização das Nações Unidas em 1992 reafirmando a Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, afirma que o direito ao desenvolvimento deve ser realizado de modo a atender equitativamente necessidades de desenvolvimento e ambientais das gerações presentes e futuras. Por outro lado a cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável na Declaração de 2002 realizada em Johannesburg estabeleceu que “o desenvolvimento sustentável é construído sobre três pilares interdependentes e mutuamente sustentadores: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental”, isso nos âmbitos: local, nacional, regional e global. Figura 18.

As definições encontradas nas pesquisas científicas pelo mundo sobre o tema de sustentabilidade na construção civil são extremamente variadas, existem diversas teorias, esquemas, pensamentos e formas de abordar projetos sustentáveis de arquitetura e engenharia civil. As discrepâncias vão desde o lugar do empreendimento como, por exemplo, países desenvolvidos ou em desenvolvimento até processos energéticos, materiais alternativos, práticas tecnológicas, ciclo de vida etc.

Figura 18. Pilares da sustentabilidade.

Uma premissa importante que argumentam John e Oliveira (2006) é que para os países em desenvolvimento a sustentabilidade é um desafio, pois, não deve esquecer-se que, um país em desenvolvimento tem que aprimorar as faces sociais e econômicas antes que as facetas unicamente ambientais, diferente a países em maior grau de desenvolvimento, onde os aspectos sociais e econômicos em grande parte já foram solucionados.

Pereira (2013) concorda dizendo que existem diferenças das necessidades para países em desenvolvimento e países desenvolvidos e elas são importantes para determinar o desenvolvimento sustentável em cada caso. Por exemplo, Pereira (2013) continua dizendo que os países desenvolvidos têm uma população estável e boa infraestrutura social, porém devido “ao seu estilo de vida consomem excessivamente os recursos naturais”, já os países em desenvolvimento apresentam “grande crescimento populacional e é característica a falta de tecnologia para a exploração eficiente de recursos naturais”, assim como a falta de educação ambiental, déficit em habitação de interesse social, em trabalho formal e problemas sociais associados com desigualdade.

Para Vanegas (2003) a sustentabilidade na construção civil pode ser alcançada a partir dos três pilares ou contextos de sustentabilidade (Figura 18) e a sua interação e relação com uma série de componentes, Tabela 28. As interações entre contextos, elementos e escalas que envolvem a sustentabilidade são diversas e complexas, para o caso de uma análise mais profunda do tema é recomendável ler “*Road Map and Principles for Built Environment Sustainability*” (Vanegas, 2003). Na ação para atingir a sustentabilidade

na construção de um projeto estão inseridos implicitamente os procedimentos de seleção de materiais, que fazem parte também das interações entre os componentes expostos na Tabela 28 abaixo.

Tabela 28. Elementos, contextos e escalas da sustentabilidade.

Contextos	-Sistemas ecológicos e ambientais. -Sistemas econômicos e financeiros. -Sistemas sociais, políticos e de regulamentação.
Elementos	- Pessoas: Corpo, mente, coração e alma (famílias, comunidades, indivíduos, organizações). - Base industrial (sistemas de produção de bens de consumo, sistemas de produção de serviços e sistemas de produção de produtos). - Base de recursos (ambiente construído, base industrial, Capital social, Capital natural, ambiente construído). - Meio ambiente natural: ar, água, biota e terra (global e local). - Ambiente construído (Facilidades residenciais, sistemas de infraestrutura, facilidades industriais, facilidades não residenciais)
Escalas	-Escala temporal. -Escala espacial.

Fonte: Adaptado de Vanegas (2003).

Por outro lado existem alguns consensos internacionais sobre a sustentabilidade, como por exemplo, as normas ISO com ações voltadas ao desenvolvimento sustentável na construção civil, temos aqui algumas delas:

- **ISO 21929-1:2011** *Sustainability in building construction -- Sustainability indicators - Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings.* / Sustentabilidade em construção – Indicadores de sustentabilidade – Parte 1: Quadro para o desenvolvimento de indicadores e conjunto básico de indicadores para a construção.
- **ISO/DIS 21929-2.** *Sustainability in buildings and civil engineering works - Sustainability indicators -- Part 2: Framework for the development of indicators for civil engineering works* / Sustentabilidade em edifícios e obras de engenharia civil - Indicadores de sustentabilidade - Parte 2: Estrutura para o desenvolvimento de indicadores para obras de engenharia civil.
- **ISO 21930:2007** - *Sustainability in building construction -- Environmental declaration of building products* / Sustentabilidade na construção civil - Declaração ambiental de produtos de construção.

- **ISO 15392:2008** - *Sustainability in building construction -- General principles* / Sustentabilidade na construção civil - Princípios gerais.

5.2. Sustentabilidade dos materiais de construção

Neste subitem são abordados os três princípios da sustentabilidade: social, econômica e ambiental, voltados para materiais e componentes da construção civil. John e Oliveira (2006) fazem uma lista das dificuldades envolvidas para atingir a sustentabilidade nos materiais de construção, comprometendo vários autores, Tabela 29.

Tabela 29. Dificuldades envolvidas na avaliação de produtos da construção

Peculiaridades de produtos de construção.	Kotaji et al., 2003; <i>Organisation for Economic Co-Operation and Development - OECD</i> , 2003.
Complexidade dos processos e variáveis ao longo do ciclo de vida destes produtos.	John e Oliveira, 2006.
Complexidade dos processos e das cadeias produtivas dos materiais e componentes.	Horvath, 2004.
Complexidade das questões ambientais, sociais e econômicas envolvidas a serem consideradas de forma integrada.	Russell e Moffatt, 2001 e John e Oliveira, 2006.

Fonte: Adaptação John e Oliveira (2006)

5.2.1. Sustentabilidade dos aspectos sociais relacionados a materiais e componentes da construção civil

Segundo John e Oliveira (2006), na seleção de materiais sustentáveis é essencial a integração e balanceamento dos fatores sociais, econômicos e ambientais. Como foi dito anteriormente o fator social é altamente diferenciado entre países em desenvolvimento e países desenvolvidos. Nos países desenvolvidos, por exemplo, as exigências são maiores para o cumprimento das normativas, os fabricantes nesses países devem respeitar as normas, mas muitos desses fabricantes quando se estabelecem em países em desenvolvimento diminuem a qualidade dos produtos pela informalidade do setor da construção em ditos países, dando como resultado o mesmo produto e do mesmo fabricante só que com diferentes especificações, nestes casos cabe fazer uma análise de ética profissional para estes fabricantes internacionais. Existe então uma discrepância entre as partes (econômica, social, ambiental e funcional), pois é de

preferência para o fabricante o ganho econômico ao invés dos outros fatores, mesmo no caso de fabricar o seu produto partindo de especificações de alta qualidade.

Figura 19. Consequências sociais da informalidade no setor da construção no Brasil.

Fonte: John e Oliveira (2006)

A informalidade na indústria da construção causa uma série de inconvenientes para o desenvolvimento da sustentabilidade social. Algumas consequências e problemáticas sociais a partir informalidade no Brasil são apresentadas na figura 19 acima.

Alguns materiais da construção são extraídos muitas vezes no Brasil de forma informal, as consequências sociais são altas e prejudicam os direitos dos trabalhadores e a saúde dos mesmos, assim como afetam indiretamente a sociedade com a evasão fiscal (Figura 19). A formalização do setor da construção permite o controle e seguimento do produto desde a extração da matéria prima até o fim da sua vida útil, ajudando na tomada de decisões sustentáveis.

Os benefícios sociais de projetos de construção sustentável repercutem diretamente, na melhora da qualidade de vida da comunidade, em questões como, por exemplo: ambientes internos construídos limpos e saudáveis, produtividade laboral, uso de energia renovável, redução do consumo de água, uso de materiais reciclados, etc. Segundo o CCCS (2011) alguns benefícios avaliados na sustentabilidade dos ambientes internos construídos são: “em escolas 20% de melhora no desempenho dos estudantes, em hospitais 2 ½ dias de alta antecipada, em fábricas incremento na produção e em escritórios de 2% a 16% em incremento de produtividade”. A agenda 21 (1992) estabelece que a “sustentabilidade social requer atividades de construção e design de assentamentos que permitam a continuidade cultural, inclusão social e temas sobre qualidade de vida”. Alguns materiais usados atualmente na construção civil no Brasil

geralmente não levam em conta a qualidade de vida da sociedade, são feitos exclusivamente com o intuito de ganho econômico do fabricante. Ainda existem casos que operários de fábricas não têm condições dignas de trabalho.

5.2.2. Sustentabilidade dos aspectos econômicos relacionados a materiais e componentes da construção civil

Segundo John e Oliveira (2006) duas abordagens devem ser consideradas para avaliar a sustentabilidade econômica na seleção de materiais: “a) Custos no ciclo de vida dos produtos e b) Contexto econômico das empresas e seus desdobramentos externos para a economia local, regional e nacional”.

Para Kotaji et al., (2003) uma forma de estabelecer os custos dos componentes de uma edificação é a ferramenta LCC (*Life-Cycle Costing*) pode ser relacionada com o ACV (análise de ciclo de vida), embora o “LCC não lida explicitamente com os impactos ambientais muitas vezes pode ser usado para dar suporte a soluções ambientais de construção, especialmente onde os custos de operação e manutenção são significativos”. Para Kotaji et al. (2003) o “LCC e o AVC tem características em comum como avaliar os impactos sobre toda a vida de um prédio e apresentar informação que suportam os processos de tomada de decisão”.

Reich (2005) estabelece uma relação entre o LCC e AVC para materiais de construção civil, utiliza a ferramenta de LCC para dar um valor ponderado para emissões na avaliação ambiental.

5.2.3. Sustentabilidade dos aspectos ambientais relacionados a materiais e componentes da construção civil

Em seguida são mostrados dois tipos de sistemas de avaliação ambiental em construção civil, uma recopilación muito completa sobre estes sistemas de avaliação ambiental pode ser encontrado no documento de John e Oliveira (2006).

1. Sistemas de avaliação ambiental baseados na ACV.

A análise do ciclo de vida (ACV) segundo Klees e Coccato (2005) “é um processo que permite avaliar as cargas ambientais associadas a um produto, processo ou atividade identificando e quantificando o uso de matéria, energia e os resíduos que gera”, desde o processo de fabricação (matéria prima) até o fim da sua vida útil (reciclagem ou reuso).

A análise de ciclo de vida foi padronizada para produtos em geral por uma série de normas internacionais ISO, algumas delas são as seguintes:

- ISO 14040: Princípios e Estrutura
- ISO 14044: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações
- ISO TR 14047: Exemplos para a aplicação da ISO 14042
- ISO TS14048: Formato da apresentação de dados
- ISO TR 14049: Exemplos de aplicação da ISO 14041 para definição de objetivos, escopo e análise de inventário

John e Oliveira (2006), além de outros autores, afirmam que o tratamento do ciclo de vida para um produto em geral sofre alterações quando é avaliado para o produto “edifício”, pois o edifício acolhe uma quantidade grande de “componentes”, informações e “materiais inter-relacionados”, virando um processo muito mais complexo. Portanto é diferente avaliar o ACV do material de construção isolado e o ACV do produto “edifício”.

O projetista não possui informações suficientes nem inventários confiáveis para tomar decisões em prol de ações sustentáveis, em especial na escolha de materiais de construção quando existe no mercado uma ampla gama de produtos similares com propaganda pouco confiável e confusa. Surge então a preocupação dos projetistas e usuários pela inexistência de inventários e de informações próprias do análises do ciclo de vida dos diversos materiais de construção, neste sentido é importante aprimorar bases de dados de fácil leitura.

Para John e Oliveira (2006) o ciclo de vida do edifício ou de qualquer empreendimento imobiliário, está composto por etapas e junto com elas estão os efeitos da fabricação do produto “edifício”, vease Tabela 30.

Tabela 30. Etapas gerais do ciclo de vida de uma construção e efeitos.

ETAPAS DO CICLO DE VIDA	EFEITOS
– Extração de recursos	
Quantidade extraída	Depleção de recursos.
– Manufatura	
Entradas e saídas (massa)	Cargas ambientais da manufatura.
– Transporte	
Origem do produto	Consumo de combustíveis fósseis. Emissões decorrentes do transporte.
– Construção	

Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos

Especificação dos materiais Quantidades dos materiais residuais Horas de Trabalho.	Consumo de materiais. Geração de resíduos.
– Uso (operação) Consumo de energia Consumo de água Conforto térmico.	Emissões vinculadas a energia de operação Consumo de água. Conforto no ambiente interno.
– Uso (manutenção) Facilidade de manutenção. Periodicidade. Produtos utilizados.	Recursos utilizados para a manutenção. Emissões tóxicas dos produtos.
– Uso (reposição) Durabilidade de componentes Tempo de vida da edificação como um todo.	Consumo de materiais e seus impactos correlatos (depleção e geração de resíduos)
– Fim do ciclo de vida (demolição / técnicas de desconstrução)	Emissões durante a demolição Resíduos gerados % de materiais para reciclagem
– Fim do ciclo de vida (reciclagem) Potencial de reciclagem do material. Tecnologias disponíveis. Percentual reciclável.	Impactos do processo de reciclagem
– Fim do ciclo de vida (aterro)/ fim do ciclo de vida (percentual aterrado) Distância transportada.	Consumo de combustíveis fósseis. Emissões decorrentes do transporte. Emissões do material aterrado (lixiviação e emissões aéreas) Imobilização de recursos.

Fonte: John e Oliveira (2006).

A Tabela 31 mostra que varias das etapas da análise do ciclo de vida tem relação com a escolha de materiais usados no empreendimento, assim como os resíduos dos mesmos.

2. Sistemas de avaliação ambiental de edificações baseados em múltiplos critérios

Os sistemas de avaliação atualmente usados para medir a sustentabilidade em produtos de construção no Brasil abrangem múltiplos critérios e tentam dar um valor ponderado a cada variável do sistema para logo converter a um único indicador e assim determinar a sustentabilidade do edifício. Segundo John e Oliveira (2006) estes sistemas são uma solução em lugares onde não existem bases de dados confiáveis e abrangentes de ACV para todos os materiais usados na construção.

Neste sentido é muito possível errar na escolha de alguns materiais o que significa escolher materiais com grandes impactos ambientais e mesmo assim receber a certificação ambiental. Por exemplo, atualmente no Brasil a certificação ambiental para edifícios LEED exige que para a escolha das tintas imobiliárias elas devem possuir o

selo *Green Seal Padrão*, esse selo garante que a tinta contém baixo conteúdo de COVs mas para tintas no Brasil esse selo não é encontrado, pois é um selo nacional de outro país, portanto são usadas tintas que cumprem as normas de qualidade ISO 14000 e que expõem na embalagem propaganda “verde” sem controle por parte de nenhuma entidade. As tintas terminam emitindo COVs nos ambientes internos sem restrição, pois é apenas propaganda, que possivelmente não está alinhada com a realidade na maioria dos casos.

5.3. Sustentabilidade em tintas imobiliárias

O crescimento da população faz pensar que a demanda da moradia pode ficar insustentável em algum ponto, pois existe um excesso de impactos ambientais, produto da exploração da matéria prima dos materiais de construção. A figura 20 abaixo mostra o gráfico de crescimento populacional, consequentemente é perfeitamente plausível e razoável tentar imaginar que o gráfico de consumo de materiais de construção x tempo, assim como gráfico de resíduos da indústria da construção x tempo, devem ter uma tendência bem parecida com o gráfico da figura 20.

Figura 20. Tempo de aumento em bilhões da população mundial: 1800 – 2050.

Fonte: United Nations - U.S. Census Bureau. (1995)

De igual modo que o estudo da sustentabilidade na construção civil para o produto “edifício” requer a avaliação do parâmetro social, ambiental e econômico; os produtos ou materiais usados na construção também requerem uma avaliação com os mesmos parâmetros. Segundo Edwards e Bennett (2003) “o desafio está em como melhor medir e gerenciar o impacto dos produtos de construção e, ao contrario do que muitos podem pensar: a solução para uma construção sustentável não está apenas em construir com

produtos “verdes”. A agenda 21 fala a respeito que: “a importância da sustentabilidade na construção civil é devida aos impactos que os materiais e procedimentos envolvidos na construção civil têm na sociedade, meio ambiente e a economia”.

Uma forma de facilitar a seleção de materiais sustentáveis são os sistemas de avaliação ambiental posto que eles estabelecem parâmetros e emitem juízos de classificação, o que promove um critério de escolha.

Os produtos devem atingir critérios de funcionalidade, sem prescindir dos critérios ambientais e sociais como, por exemplo, a não emissão de compostos tóxicos de materiais como asbesto, e compostos orgânicos voláteis (John e Oliveira, 2006) tóxicos em tintas, carpetes e outros materiais de construção de uso interno.

Mas quais são as exigências concretas que os fabricantes dos materiais de construção devem abordar especificamente para criar um material sustentável? É necessário estabelecer exigências técnicas e específicas dos materiais a ser comprados e usados nas construções, a exigência dos compradores vira um objetivo para os fabricantes, gerando uma mudança no seu processo de produto.

As estratégias para estabelecer um material sustentável dependem do procedimento de avaliação, as ferramentas para isso devem ser proporcionadas pelo fabricante de forma clara e precisa de tal maneira que qualquer usuário tenha acesso aos critérios referenciados na informação, a fim de facilitar a tomada de decisões. Para John e Oliveira (2006) os itens descritos abaixo são ferramentas que ajudam aos projetistas e usuários a escolher materiais mais sustentáveis:

- a) Gestão do processo de desenvolvimento do produto;
- b) Avaliação ambiental de produtos com base na abordagem do ciclo de vida;
- c) Avaliação de custos no ciclo de vida dos produtos;
- d) Critérios de avaliação de adequação social.

Importante saber que os projetistas e usuários devem ter acesso a essa informação proporcionada pelo fabricante, pois ele é quem possui 90% desses dados, portanto o fabricante deve expor essa informação na embalagem ou torná-la acessível. O usuário e o projetista devem exigir essa informação como parte da sua seleção isso promoveria o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis.

Outra pesquisa que demarca critérios para a avaliação de materiais sustentáveis é, por exemplo, a realizada pelo o departamento de ambiente e patrimônio do governo australiano (DEH, 2006). Eles estabelecem de forma concreta princípios, critérios e objetivos para atingir a sustentabilidade de materiais de construção. Ver tabela 31.

Na Tabela 31 pode-se observar que as exigências para que um material de construção alcance a sustentabilidade são altas, por exemplo, se o material em questão for a tinta imobiliária, ela não poderia usar na sua composição nenhuma substância tóxica.

Tabela 31. Ações de sustentabilidade para materiais de construção.

Ações	Objetivo
Desmaterializar e aumentar a produtividade dos recursos (exemplo: reduzir uso de materiais e massa; bem como volumes líquidos)	Zero resíduos e emissões.
Estabelecer e minimizar os impactos adversos da sustentabilidade: uso (devolução, melhora, reutilização) reciclagem e programas para materiais e produtos.	Ciclo do uso do material fechado
Substituir e finalmente eliminar o uso de tóxicos persistentes e entradas e materiais bioacumulativos (por exemplo, agentes mutagênicos, teratogênicos, cancerígenos, as endorfinas, e desreguladores endócrinos).	Zero tóxicos persistentes e entradas bioacumulativas.
Minimizar a energia incorporada (por meio de materiais e processos de seleção). Converter para fontes de energia renováveis e sustentáveis.	100% energia renovável e sustentável.
Otimizar critérios de análises de ciclo de vida (incluindo o potencial de aquecimento global, acidificação, esgotamento do ozônio, eutrofização, oxidantes fotoquímicos (poluição), aquático eco-toxicidade, toxicidade humana, terrestre eco-toxicidade e assim por diante).	Zero em todos as frentes.
Redesenho de produtos e processos de:	
1. Refletir abordagens de biomimetismo*.	100% para todas as medidas.
2. Utilizar insumos gerados de forma sustentável dentro de processos e sistemas de transporte sustentáveis.	
3. Pivot em um modelo de negocio de servicios.	
4. Reabastecer sistemas naturais e sociais.	

Fonte: Adaptado de DEH (Department of Environment and Heritage) 2006.

***Biomimetismo:** área da ciência que tem por objetivo o estudo das estruturas biológicas e das suas funções, procurando aprender com a natureza suas estratégias e soluções e utilizar esse conhecimento em diferentes domínios da ciência.

Pivot: é uma correção da estrutura do processo do produto, para testar uma nova hipótese fundamental sobre o produto, modelo de negocio e motor de crescimento.

Para avaliar uns dos critérios de sustentabilidade em tintas como a qualidade do ar do ambiente interno ou dito em outras palavras a não emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs). No documento de John e Oliveira (2006) é apresentado um sistema de estágios ou diagrama de fluxo criado por Guo et.al. (2003) para a escolha adequada de uma tinta (entre otros materiais) que garantissem a qualidade do ar e a saúde do trabalhador. Figura 21.

O diagrama dá um panorama para atuar no caso de classificação de diferentes tintas e qualquer material de construção que emita COVs. Em caso de adotar o processo de estágios para avaliar a emissão de COVs, espera-se então que os materiais escolhidos atendam com as normativas internacionais de composição e emissão de COVs.

Figura 21. Processo para a escolha de tintas visando na qualidade do ambiente interno.

Fonte: Adaptação Guo et al. (2003).

5.4. Existe uma tinta sustentável?

Sabendo que é muito fácil ter acesso à tinta, pois é um produto fortemente comercializado é necessário um aviso de alerta ou atenção ao uso e inalação dessa substância química que dependendo a concentração pode chegar a causar diversas doenças para pessoas expostas permanentemente e usuarios. Sem dar a importância que merece quanto a proteção da saúde e o meio ambiente, é necessário começar um processo de conscientização dos usuários sobre os riscos potenciais desta substância. Pois há forte indício de que nem os usuários e tampouco os pintores e trabalhadores produtores das tintas contam atualmente com informação suficiente para se proteger, pois a criatividade dos fabricantes ao falar de seus produtos não tem limites e começam a surgir termos que confundem o usuário (propaganda confusa), ao ponto de converter uma substância química suspeita de ser perigosa como são as tintas imobiliárias em substâncias até mesmo saudáveis que não representam nenhum perigo à saúde. Pensando nos fatores da sustentabilidade social e ambientais das tintas imobiliárias, foi considerado que os seguintes temas são prioritários para determinar que o produto tinta é sustentável:

- a) Por ser a tinta um produto químico, o processo de fabricação deve cumprir os 12 princípios da química verde.
- b) Análises de ciclo de vida do produto “tinta”.
- c) Deve possuir selo ambiental dado por um instituto reconhecido e confiável, que verifique o baixo ou nulo conteúdo de COVs.
- d) Possuir informação clara dos programas de reciclagem ou reuso do produto e embalagem, por parte do fabricante.

São procedimentos que na sua maioria dependem de ações diretas no processo de fabricação das tintas. Em outras palavras são de responsabilidade direta do fabricante. Estas ações podem levá-lo a pensar como reestruturar o seu processo de fabricação para conseguir levar ao mercado tintas realmente sustentáveis. Consequentemente, poderia se pensar num sistema de selos reconhecidos pelo governo que abranja cada um dos fatores listados acima. Desta forma, para o projetista ou usuário final fica mais fácil fazer a escolha do produto que será aplicado, da mesma maneira os trabalhadores de tintas e pintores ficam devidamente informados do produto com o qual eles têm contato direto quase todos os dias.

Na sequência encontra-se uma breve explicação dos fatores listados anteriormente referentes a sustentabilidade em tintas imobiliárias:

a) Princípios da química verde

A química verde pode ser definida como a utilização de técnicas químicas e metodológicas que reduzem ou eliminam o uso de solventes, reagentes ou a geração de produtos e subprodutos que são nocivos à saúde humana ou ao meio ambiente. Foi introduzida nos EUA pela EPA (Environmental Protection Agency) em parceria com a American Chemical Society (ACS) e o Green Chemistry Institute. Ela rege doze princípios:

1. Prevenção: é melhor prevenir os efluentes que tratá-los ou limpá-los depois que eles foram criados.
2. Economia atômica: métodos sintéticos deveriam ser desenhados para maximizar a incorporação de todos os materiais usados no processo ao produto final, visando à diminuição de subprodutos.
3. Reações químicas menos perigosas: quando possível, os métodos sintéticos deveriam ser desenhados para usar e gerar substâncias que possuam baixas ou nenhuma toxicidade para a saúde humana e para o ambiente.
4. Produtos mais seguros: os produtos químicos sintetizados deveriam ser desenvolvidos visando o melhor desempenho na sua função, com a menor toxicidade possível.
5. Solventes e auxiliares mais seguros.
6. Processos com maior eficiência energética.
7. Uso de matérias primas renováveis.
8. Redução de derivados
9. Catálise.
10. Auto degradação.
11. Análise em tempo real para prevenção de poluição.
12. Química mais segura para prevenção de acidentes.

A química verde é a solução mais coerente, já que o objetivo é reinventar os produtos, criá-los pensando em sustentabilidade e prevenção, o qual seria a solução desde a origem do problema. Avaliando o sétimo princípio da química verde e sabendo que os solventes atuais usados nas tintas imobiliárias são derivados de produtos de petróleo e consequentemente não renováveis, existem soluções como é a substituição de solventes orgânicos. Segundo Meirelles (2007), solventes alternativos para as tintas podem ser: “água, isoparafina e delimoneno (subproduto da laranja). Têm ainda ingredientes menos nocivos para a fabricação das tintas, vernizes e resinas, como: óleos vegetais, cera de carnaúba, caseína, argila, entre outros”. Uma das ações para obter uma tinta sustentável é então substituindo da sua composição química os solventes tóxicos por solventes de menos impacto e renováveis, isso evita ao mesmo tempo a emissão de COVs nos ambientes internos construídos. Para Woolley et al. (2005) “as tintas com solventes de origem vegetal tem processos industriais menos prejudiciais para o meio ambiente que a

produção de produtos petroquímicos, porém, solventes de origem vegetal contém também COVs”.

b) Análises do ciclo de vida - ACV

Como foi discorrido anteriormente, para Klees e Coccato (2005) o ACV “é um processo que permite avaliar as cargas ambientais associadas a um produto, processo ou atividade identificando e quantificando o uso de matéria, energia e os resíduos que geram” desde o processo de fabricação até o fim da sua vida útil.

A análise de ciclo de vida está composta por diversas fases, Figura 22.

Figura 22. Análise de Ciclo de vida de um material e fases do AVC.

Fonte: Barreto et al. (2007).

Uma parte da discussão da sustentabilidade é sobre a diminuição ou erradicação dos resíduos e emissões aéreas (nos processos de fabricação e uso do produto) que possam gerar algum tipo de impacto ambiental.

A figura 23 mostra os processos da fabricação de tintas e as saídas ou os resíduos de cada um, quase todos os processos apresentam saídas/resíduos descartados na fabricação de tintas imobiliárias. A Figura 23 representa então apenas uma parte da análise de ciclo de vida dos fatores de manufatura e embalagem.

Figura 23. Entradas e saídas do processo de fabricação de tinta.

Fonte: Adaptação (Giudice e Pereyra, 2009)

A geração de resíduos contaminantes nas fábricas de tintas imobiliárias não só poderiam ser mais perigosos que o produto “tinta”, também muitas vezes não tem o tratamento adequado.

Dentro da avaliação de ciclo de vida de tintas imobiliárias, deve se dar especial importância aos seguintes fatores:

- Mínimo consumo de energia,
- Mínimas emissões atmosféricas e contribuições ao aquecimento global,
- Baixo consumo de água,
- Zero emissões de COVs,
- Baixo desperdício de resíduos sólidos.

A continuação vai-se comparar alguns componentes importantes do ciclo de vida para tintas e vernizes usados em madeira, as duas primeiras atendem os mesmos critérios das tintas usadas comumente no Brasil (tintas comerciais), as tintas de origem

vegetal geralmente são mais caras. A opção menos sustentável são as tintas sintéticas de base solvente, pois geram maior impacto ambiental quando comparada com as outras, Tabela 32.

Tabela 32. Comparação de fatores do ACV para diferentes tintas e vernizes.

TINTAS E VERNIZES PARA MARCENARIA	Produção						Uso	
	Uso de energia	Esgotamento de recursos	Tóxicos	Chuva ácida	Oxidantes fotoquímicos	Outros	Reciclagem/reutilização/eliminação	Saúde
Sintético a base solvente	●	●	●	●	●	●	●	●
Sintético a base água	●	●	●	●	●	●	●	●
Origem vegetal a base solvente	•		●		●			●
Origem vegetal a base água	•		●					

Fonte: Adaptação Woolley et al. (2005).

Segundo Fazenda (2009) “a avaliação do ciclo de vida servirá de subsídio para a rotulagem ambiental e para a identificação dos aspectos ambientais relacionados ao produto produzido e não somente ao processo”

c) Selo ambiental ou selo verde

A rotulagem ambiental serve para atestar a qualidade ambiental de um produto ou serviço, colocando uma marca na embalagem. Determina que o produto tenha menor impacto ambiental em relação a outros produtos com especificações parecidas no mercado.

Abrindo um pouco o panorama, na Tabela 33 está registrada a cronologia do selo verde no mundo, a ideia de rotulagem surgiu em 1984.

Tabela 33. História do selo ambiental

1894	EUA, criação de empresa que testava a veracidade das informações afirmadas pelos fabricantes em seus rótulos.
1940	Surgimento dos primeiros rótulos de caráter obrigatório que obedeciam a legislações específicas que advertem sobre os efeitos do produto sobre a saúde humana e o meio ambiente. Aplicados à agrotóxicos e raticidas com recomendações claras de cuidados, manuseio e armazenagem.
1960-1970	Todos os países da OCDE (organização para cooperação e desenvolvimento econômico) aprovaram legislações referentes a proteção atmosférica e controle da poluição de águas.
1970	A rotulagem ambiental se estende a todos os produtos que contivessem produtos tóxicos controlados. Surgimento dos rótulos voluntários para produtos organicamente cultivados, ou seja, sem uso de agrotóxicos, os quais eram conferidos por entidades ambientais ou pelo próprio produtor.
1977	Nasce na Alemanha o programa oficial de rotulagem ambiental Blau-Engel. O selo do governo alemão representava uma inovação no mercado, por analisar o impacto do produto de forma mais abrangente, independente e, portanto, de maior credibilidade.
1970 1980	- Discussões para os impactos transfronteiriços como: redução da biodiversidade, redução da camada de ozônio, mudanças climáticas, chuva ácida, entre outros.
1992	Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento no Rio de Janeiro (Rio-92), onde foram firmados protocolos (de intenções) sobre o clima, a biodiversidade e as florestas, além de uma declaração e a agenda 21.
2013	Na situação atual, o Brasil não conta atualmente com um selo verde para as tintas imobiliárias, o selo da ABNT está em processo e sem previsão de conclusão.

Fonte: Adaptação Godoy e Biazin (2013)

-O guia técnico ambiental de tintas e vernizes **SÉRIE P + L** é um guia técnico de produção mais limpa, com o objetivo de levar maior segurança, menor desperdício de insumos e práticas de gestão ambientais mais atualizadas. Ele dá algumas recomendações para otimizar o sistema de produção de tintas, tais como: gradação de cores e fórmulas compatíveis, lavagem a alta pressão de tachos de tintas aquosas, uso de tachos de aço inox, reutilização de água de lavagem após ETE (Estação de tratamento de efluentes), substituição de compostos perigosos, uso de embalagens de matérias-primas, evitar secagem da tinta em tachos, tubulações e dispersores, controle de emissões fugitivas.

Os produtos químicos de uso massivo e comercial como a tinta devem ser regularizados por um órgão ambiental independente e externo aos próprios fabricantes de tintas. Os produtores industriais devem proporcionar um manual de uso, proteção pessoal e primeiros socorros, assim como expor na embalagem os COVs e os riscos que estão expostas as pessoas que entram em contato com a tinta, tudo isso para tomar medidas preventivas e adequadas em relação aos acidentes de trabalho. Essa informação é

Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos

atualmente encontrada em fichas técnicas de segurança de produtos químicos. O apropriado é que as tintas sejam sustentáveis e que os componentes não representem nenhum tipo de risco para a saúde humana ou para o meio ambiente, ainda que não exista uma tinta totalmente sustentável, os usuários e construtores precisam de ferramentas para se informarem sobre qual é a segurança e proteção para manejar os produtos de forma correta.

A avaliação do produto “tinta” quando usada na construção civil vai garantir a segurança do trabalhador do produto das numerosas propriedades químicas que podem causar impactos negativos, tanto na saúde como no meio ambiente e/ou na estabilidade do produto. Fazenda (2009) fala que “a estabilidade química dos solventes devem ser avaliadas quando se desenvolvem as Fórmulações ou sistemas de solventes”.

Os usuários e construtores começaram a se preocupar pelo meio ambiente na década de 80, segundo Santos (1997), quando surgiram os programas de qualidade. Isso levou a proliferação de programas de rotulagem ambiental que, expedidos pelos mesmos programas de qualidade, se converteram também em estratégia comercial.

Fazenda (2009) assegura que algumas empresas

após mudarem suas matérias-primas para substâncias menos tóxicas e/ou menos agressivas ao meio ambiente, passaram a classificar seus produtos como “ambientalmente amigáveis”, “ecologicamente corretos” ou “verdes”. Entretanto, ainda não existe uma definição de tinta “verde” ou um solvente “ecologicamente correto”.

É importante ressaltar que mudar uma das matérias primas para uma “menos” agressiva, não significa que o conjunto produto “tinta” se tornará sustentável, por outro lado os produtores tentam posicionar suas marcas no mercado, e para isso, usam propagandas nos produtos com significados ambíguos e facilmente confundíveis, segundo Fazenda (2009),

O uso e a produção de bens de consumo, bem como os conceitos de toxicidade, poluição e descarte das matérias primas utilizadas tem sido amplamente discutidos na sociedade e na indústria de tintas e recobrimentos.

Fazer uma seleção adequada de adesivos, tintas, seladores e acabamentos pode dar um melhor resultado na qualidade do ar interior. Mas, como escolher a melhor tinta? Uma opção é escolher uma tinta certificada por um órgão regulador reconhecido (selos

ambientais). Em seguida são apresentados selos ambientais internacionais de vários países, entre eles o Brasil.

Tabela 34. Selos ambientalmente corretos para produtos de uso corrente, em diferentes países.

1	Environmental Choice Program - Canadá
2	Blaue Engel - Alemanha
3	Ecolabel Award Écheme – União Europeia
4	Green Seal – Estados Unidos
5	Eco – Mark - Japão
6	Rótulo ABNT qualidade ambiental Brasil

Fonte: GS-11. (2010)

No caso do Brasil, especificamente para o produto tinta a situação atual é que o selo ainda não é aplicado para tintas, mas está dentro das pretensões, como o nome do selo evidencia, é avaliado pela ABNT que é baseada por sua vez na NBR ISO 14020.

Encontram-se três tipos de rotulagem ambiental: Tipo I, Tipo II e Tipo III.

Tabela 35. Tipos de rotulagem ambiental.

Tipo I	Programa de certificação ambiental multicriteriosa (vários atributos do produtos são julgados), voluntariado, concedido por organismo independente (ou por terceiros). Dentro desta categoria tem os seguintes rótulos: Blue Angel, Green Seal, European Ecolabel, Qualidade Ambiental ABNT.
---------------	--

Tipo II	Reinvidicação ambiental informativa autodeclarada. São os que partem dos fabricantes.
Tipo III	Rótulo de informação quantificada de produto, baseada em verificação independente, utilizando índices prefixados. Por exemplo, o cartão de relatório ambiental.

Fonte: Godoy e Biazin (2013)

A rotulagem ambiental tipo II é bem polêmica porque é dada pelo próprio fabricante, criando insegurança entre os usuários e também confusão, pois geralmente tem interesses comerciais. Este tipo de rotulagem precisa de padronização. Segundo Trindade, a rotulagem ambiental é o reconhecimento para o setor empresarial já que as preocupações ambientais podem ser traduzidas em vantagens de mercado para certos produtos ou serviços. Alguns sistemas de certificação ambiental para edifícios como o LEED combinam o seu processo com os selos ambientais dos materiais de construção reforçando o processo.

O selo ambiental de tintas mundialmente reconhecido e associado a certificação LEED é o Green Seal (número 4 da Tabela 34). O selo ambiental *Green Seal – Padrão for Paints and Coatings*, expõe que as tintas não devem conter mais de 0,5% do peso da soma total de compostos aromáticos voláteis e a concentração de COV na composição não deve exceder os limites estabelecidos pela ASTM D 6886-03, que para revestimento refletivo de parede é 50 g/L.

O GS-11 (2010) especifica que a tinta não deve ter na sua composição os seguintes ingredientes: 1,2- diclorobenzeno, alkylphenoethoxylate (APEs), formaldeído-doadores, metais pesados incluindo chumbo, cádmio, mercúrio, cromo hexa-valente e antimônio na forma elementar do composto. Ftalatos, latas de trifenil (TPT) e latas de tributilo (TBT).

6. Capítulo 6. Revisão Bibliográfica: CROMATOGRAFIA GASOSA

Este item tenta explicar a teoria do experimento de cromatografia gasosa utilizado na metodologia deste trabalho. Espera-se que este capítulo esclareça um pouco o funcionamento do cromatógrafo e suas partes, assim como ajudar na aprendizagem dos novos conceitos próprios deste experimento, visando a melhor compreensão possível da metodologia.

Definições e siglas

Cromatógrafo gasoso (GC): Equipamento de separação de substâncias químicas.

Espectrometria de massas (MS): Equipamento de detecção de compostos.

Micro extração em fase sólida (SPME): Equipamento de extração.

Headspace (HS): Espaço de cabeça ou espaço de ar no frasco de amostragem.

Analitos : Compostos alvos do experimento.

Segundo a ECA (1997) “em muitos casos os dados de emissão de COVs obtidos por equipamentos de leitura direta são insuficientes pela falta de detalhes dos compostos orgânicos voláteis individuais. Para suprir esta necessidade a mistura química é separada em seus constituintes”.

Para os diferentes tipos de revestimentos arquitetônicos têm sido desenvolvidos limites de exposição máxima de COVs, assim métodos como a cromatografia gasosa foram criados com o objetivo de medir com precisão o conteúdo ou teor de COVs. Segundo Jones e Wills (2009), esses métodos chegaram para solucionar a situação passada, onde os métodos eram insuficientes para determinar os níveis de COVs dos revestimentos e, portanto não se tinham informações satisfatórias para saber se as tintas estavam cumprindo ou não com as normas quanto aos valores limites de emissão de COVs.

Os equipamentos para a medição de compostos orgânicos voláteis nesta pesquisa consistem de um sistema de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC/MS). Antes de injetar os analitos no cromatógrafo gasoso é necessário extrair os analitos do frasco da amostra com uma fibra adsorvente acoplada no sistema de extração SPME (*Solid-phase microextraction*). O sistema de extração SPME pode ser aplicado no Headspace (HS) dos frascos das amostras de tintas. Logo depois a injeção da fibra do SPME ao sistema de cromatografia gasosa é analisada pelo espectrômetro de massas. Espera-se como resultado cromatogramas (gráficos) do tempo em minutos em função da intensidade absoluta para cada amostra de tinta (ver figura 24).

No entanto, cada pico dos cromatogramas será identificado por meio da biblioteca interna do programa no cromatógrafo. O método que será usado para a determinação dos COVs em superfícies pintadas é o método descrito na metodologia deste trabalho.

Figura 24. Exemplo de um cromatograma emitido por uma resina de tinta.
Fonte: Grande, 2012.

6.1. Cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas (GC-MS)

Souza et al. (2010) explicam de que maneira a cromatografia gasosa é um método analítico para separação de misturas passando-as através de duas fases: a móvel e a estacionária. A fase móvel está constituída pelo gás de arraste e a fase estacionária está localizada dentro da coluna cromatográfica. Quando o gás de arraste passa pela coluna cromatográfica ou quando a fase móvel move-se sobre a fase estacionária, as interações intermoleculares atraem moléculas para a fase estacionária, provocando a separação de partículas. Souza et al. (2010) argumentam que a estrutura química do composto, a fase estacionária e a temperatura da coluna são os fatores que afetam a separação.

Segundo Stashenko et al. (2011) “o equipamento é um instrumento que mistura duas poderosas técnicas: a de separação (GC) e a espectrometria de massas (MS)”. Salasar (2006) fala que “a cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, se mostra a mais eficiente técnica de separação, detecção e caracterização de componentes de misturas orgânicas complexas quando comparado com outras técnicas.”

Segundo Souza (2010):

a espectrometria de massa é um método para identificar os diferentes átomos que compõem uma substância. O espectrômetro bombardeia uma substância com elétrons para produzir íons. Os íons atravessam um campo magnético que “força” trajetórias de modos diferentes para os íons, dependendo de suas massas e separa os íons em um padrão chamado Campo de Massa. A massa e a carga dos íons podem ser medidas pela sua posição no espectro que ajuda à identificação dos isótopos presentes na amostra analisada.

Stashenco et al (2011) falam que :

que a água, os sais orgânicos e inorgânicos, as substâncias termolábeis ou de grande peso molecular (proteínas, sacarídeos, glicerídeos, glucosídeos, ceras) compostos muito polares (açúcares, polifenóis, aminoácidos, etc) não são aptos para as análises de GC-MS, pois se estes ingressam no equipamento afetam a resolução e a sensibilidade, também impossibilitam a identificação dos compostos. A qualidade da análise pode comprometer e irreversivelmente estragar o equipamento.

Segundo Souza et al. (2010) os fatores que interferem na análise de cromatografia gasosa são: “sangramento da coluna, ruído, limites de temperatura, instabilidade térmica e baixa resolução do cromatograma devido ao tempo de retenção, de valores próximos, para vários compostos”.

Figura 25. Esquema de cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometria de massas.

Fonte: (GRANDE, 2012).

- 1) Reservatório de gás e controles de vazão / pressão.
- 2) Injetor (vaporizador) da amostra.
- 3) Coluna cromatográfica e forno da coluna.
- 4) Detector.
- 5) Eletrônica de Tratamento (Amplificação) de Sinal.
- 6) Registro de Sinal (Registrador ou Computador)

No laboratório deve-se ter muito cuidado com o tempo de retenção da amostra (tempo que o composto permanece em interação, retido na fase estacionária). Souza et al. (2010) diz que “o tempo de retenção da amostra depende da temperatura da coluna, do material da coluna, da pressão do gás de arraste, pressão de vapor do composto e estrutura química do composto”.

As partes mais importantes do cromatógrafo gasoso usadas no laboratório (Figura 25), são explicadas a continuação (Figura 25).

a) Gás de arraste:

É parte da fase móvel (movimentação gasosa) do cromatógrafo gasoso, é necessário resaltar que o gás não deve interagir com a amostra, só a carrega através da coluna, por isso o seu nome. Segundo Grande (2012) os requisitos do gás de arraste são: “ser inerte, não reagir com a amostra na fase estacionária ou com a superfície do instrumento. Deve ser puro, sem impurezas que possam degradar a fase estacionária”. Souza et al. (2010) recomendam que o fluxo e a pressão sejam controlados.

b) Injetores

É a parte do cromatógrafo gasoso onde a amostra é introduzida, ela é encarregada de vaporizar a amostra, misturar o vapor com a fase móvel (gás de arraste) e transferir o vapor para dentro da coluna. Segundo Grande (2012) as qualidades desejáveis para o injetor do cromatógrafo gasoso são: “injetar a amostra para dentro da fase móvel sem dispersão da amostra, vaporizar todos os solutos instantaneamente sem decomposição térmica, evitar a difusão de componentes da amostra na fase móvel, evitar a contaminação e consequente perda da amostra”.

c) Coluna

Algumas recomendações devem se levar em conta sobre a coluna cromatográfica: polaridade e composição certa em relação à amostra, não podem reagir quimicamente com a amostra, não deve interagir com o gás de arraste e a interação com a amostra deve ser só de retenção (física) por um tempo curto, logo em seguida a amostra deve ser liberada da coluna.

Existem dois tipos de coluna: empacotada e capilar. Ao fazer uma comparação entre os dois tipos de colunas, as empacotadas têm maior capacidade de carga e maior quantidade de amostras, Grande (2012) explica que colunas empacotadas: “têm menor eficiência e análises mais lentas, também fala que se o material de enchimento não for colocado na coluna de forma compacta e uniforme, os espaços vazios resultantes funcionarão como câmaras de diluição da amostra.”

Segundo Grande (2012) as colunas capilares “possuem maior comprimento e eficiência, a análise é mais rápida e tem maior separação de misturas complexas, mas também tem desvantagens como capacidade de processamento inferior, além de saturar rapidamente”.

d) Detectores

Segundo Grande (2012) os detectores “são dispositivos que geram um sinal elétrico proporcional à quantidade diluída de um composto”, existem quatro detectores que respondem pela maior parte das aplicações: DCT Detector por Condutividade Térmica, FID Detector por Ionização em Chama, DCE Detector por Captura de Elétrons e EM Detector Espectrométrico de massas. Este último será o detector utilizado para este laboratório.

6.2. Headspace (HS)

Segundo a definição de Grande (2012) a preparação de amostras em Headspace (HD) é a extração de compostos orgânicos voláteis e semivoláteis presentes no ar de elementos com matriz líquida ou sólida, por ex. COVs em solventes residuais no material de embalagem, fragrâncias em alimentos, etc.

Segundo CSIC (2012) a técnica de Headspace é aplicável às análises diretas de contaminantes voláteis em amostras sólidas ou líquidas. “O fundamento desta técnica consiste em analisar uma alíquota da atmosfera que está em contato com a amostra, com o propósito de determinar a fração vaporizada dos componentes que ficam em equilíbrio com a amostra sólida ou líquida”. O Conselho Superior de Investigação Científica da Espanha CSIC (2012) continua falando em sua apostila sobre cromatografia de gases, que “o equipamento do Headspace está conformado por um sistema de extração, este

último deve ser capaz de injetar ao cromatógrafo a alíquota do vapor gerado pela amostra dentro do recipiente, para este laboratório o sistema de extração usado será o SPME.”

6.3. Microextração de fase sólida (SPME)

Segundo Koziel e Pawliszyn (2001) “o método SPME apresenta muitas vantagens sobre os métodos analíticos convencionais através da combinação da amostragem, pré-concentração e transferência direta dos analitos dentro do cromatógrafo de gás”. O SPME é basicamente uma seringa com a capacidade de extrair os COVs de diferentes amostras, guardá-las de forma adequada e injetar no cromatógrafo gasoso. Nas duas seguintes figuras se apresenta um diagrama do uso do SPME para amostras de tinta líquida e sólida sobre um substrato.

Figura 26. Procedimento de extração de COVs em amostras com SPME.

Fonte: Adaptação ORMSY (2005)

Na figura 26 pode-se observar como é o procedimento de extração de analitos voláteis das amostras de tintas testadas. No passo A o SPME é injetado dentro do frasco, no passo B a fibra do SPME é exposta dentro do headspace da amostra, deve-se ver que a fibra nunca toca a amostra de tinta diretamente, apenas é exposta no ar do frasco de vidro. E o passo C é a retirada do SPME do frasco de amostragem para logo injetar no Cromatógrafo gasoso (GC).

6.4. Metodologia geral do laboratório GC-MS/HS-SPME

O laboratório de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas requer um sistema prévio de preparação da amostra para garantir o ingresso de partículas compatíveis com o equipamento GC/MS. Segundo Stashenco e Martinez (2011) na prática este fato é muitas vezes esquecido, causando problemas analíticos nos resultados do laboratório, como “falsos negativos (não detecta compostos, não teve concentração prévia nem limpeza do estrato) ou falsos positivos (ruídos e picos demais, presença de contaminantes)”.

As amostras de tinta serão testadas pelo método de HS-SPME para conseguir garantir que o gás que será absorvido pelo cromatógrafo passe o mais limpo possível, evitando ou prevenindo o mau funcionamento do equipamento, além disso evitar ruídos no cromatograma. Quando os analitos, produto do processo de extração SPME-HS, passam imediatamente pelo cromatógrafo gasoso e depois finalizado no espectrômetro de massas, o resultado será um cromatograma que será comparado com bases de dados (bibliotecas) para Identificação dos compostos orgânicos voláteis presentes nas amostras de tinta.

7. Capítulo 7. METODOLOGIA

A metodologia utilizada ampara-se na premissa de uma sequência de ações previamente definidas, tendo nos testes realizados no laboratório o seu maior percentual. O resultado final desta série de ações consiste, dentre outras coisas, em determinar se nas emissões voláteis das tintas imobiliárias de uso frequente existem compostos de alto risco para a saúde humana como: acetona, benzeno, butil-acetato, estireno, etilbenzeno, hexano, diclorobenzeno, tolueno, trimetilbenzeno e xileno. Assim como tentar qualificar o maior número possível de compostos orgânicos voláteis que emitem as tintas mais utilizadas na cidade de São Carlos. Uma base de dados será definida classificando quais substâncias voláteis emitem as tintas imobiliárias mais utilizadas pela população da cidade de São Carlos-SP, assessorando desta forma os especialistas de controle da qualidade do ar quanto à definição da fonte de emissão dos COVs encontrados em ambientes internos na cidade.

Consequentemente a metodologia deste trabalho está dividida em cinco partes:

1. Questionário (escolha e observação das amostras),
2. Experimento de laboratório A: Perda de massa em placas de alumínio,
3. Experimento de laboratório B: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector FID com SPME-HS,
4. Experimento de laboratório C: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector espectrômetro de massas com SPME-HS e
5. Critérios de avaliação e classificação dos resultados encontrados no passo 4.

Na sequência temos as cinco etapas da metodologia.

7.1. QUESTIONÁRIO, ESCOLHA E OBSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

7.1.1. Alcance

A intenção do questionário é averiguar quais tintas, vernizes e esmaltes são frequentemente utilizados no município de São Carlos, bem como a noção sobre os COVs e as doenças relacionadas com as tintas. Porém também foi aproveitado para tirar outras informações dos pintores, selos ambientais entre outros. Os questionários realizados nas lojas foram todos de caráter presencial, no caso dos pintores na grande maioria das vezes o questionário foi realizado pelo telefone, em virtude da informalidade da profissão eles podem se encontrar em qualquer ponto da cidade, sem horário fixo. O formato do questionário é apresentado no Anexo C.

7.1.2. Procedimento

Passo 1. Aplicação do questionário à população relacionada com as tintas imobiliárias como pintores e vendedores de lojas de tintas. Neste caso o questionário foi elaborado para 40 pessoas entre eles 21 vendedores de lojas de tintas e 19 pintores, ambos da cidade de São Carlos. Antes das perguntas oficiais foi pedida informação adicional, como por exemplo, nome, endereço, telefone, etc. Estes dados podem ser encontradas no Anexo D, foram resgatadas algumas informações como a idade dos pintores e o tempo de serviço deles; estes dados são apresentados no Item 5.1.1.

Passo 2. Para serem testadas nos procedimentos subsequentes desta metodologia, a escolha de 6 marcas de tintas de uso interno, 2 de vernizes e 1 de esmalte foi feita mediante uma análise estatística, ver 4.1.3.

7.1.3. Cálculos

Foram escolhidas as seis primeiras marcas de tintas com recorrência superior à média, onde a recorrência é o número de vezes que é mencionada uma tinta,

consequentemente superior ao número de entrevistados, pois cada pintor e loja assegurou usar e vender respectivamente mais de uma marca de forma frequente.

Como foi dito anteriormente para a escolha das amostras de tinta, foi feita uma análise estatística onde foram elegidas as marcas que registraram recorrência superior à média aritmética, sendo a equação da média a seguinte:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{Equação 5})$$

Onde,

$\bar{x}$ = média aritmética

x_i = recorrência de cada tinta

n = número de marcas de tintas ditas pelos entrevistados.

Ver o resultado no item 5.1.2.

Também foi necessário escolher um verniz e dois esmaltes. Para a escolha do verniz foi selecionado o segundo de maior recorrência, pois não queria se repetir a mesma marca das tintas para o verniz, em quanto que para os esmaltes foram escolhidos os dois de maior recorrência de uso, analisado à partir das respostas do questionário.

7.1.4. Resultados

Os resultados de cada pergunta devem ser registrados no item correspondente em resultados e discussões assim como as análises estatísticas, ver item 5.1.

7.2. EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO A: PERDA DE MASSA EM PLACAS DE ALUMÍNIO.

7.2.1. Alcance

Este laboratório tem como objetivo saber o tempo de secagem e a porcentagem de voláteis que emitem as tintas em relação à massa aplicada sobre uma superfície de alumínio, a tinta deve ter uma camada de espessura padrão de 400um, pois, a placa de alumínio tem um espessura de 2 mm, o laboratório consiste em colocar aproximadamente de 0,500g a 0,900g de tinta por meio de uma espátula metálica na borda da placa de alumínio e em seguida espalhar a tinta com o extensor, colocando na balança previamente calibrada por três horas, tomando medidas a cada 5 minutos durante a primeira meia hora, logo depois a cada 10 minutos até completarem-se duas horas e finalmente a cada vinte minutos até alcançar 3 leituras iguais consecutivas. A sala do experimento deve ter temperatura e umidade controlada. Neste caso a temperatura e a umidade média foram de 24°C e 74% respectivamente.

7.2.2. Termos e definições

Compostos Orgânicos Voláteis (COVs): São compostos ou substâncias que contêm carbono, eles são capazes de formar enlaces de carbono-hidrogênio e carbono – carbono. Evaporam facilmente quando entram em contato com a atmosfera. Ver Item 3.2.1.

Conteúdo de Voláteis: Conteúdo de voláteis para este experimento será a medida de massa de tinta que uma placa de alumínio perde durante o processo de secagem. Os voláteis podem ser compostos orgânicos voláteis e/ou água, acreditasse que a maior parte de voláteis dentro do processo de secagem de uma capa de tinta sobre lâminas de alumínio seja água.

Tempo de equilíbrio: Tempo no qual a massa de tinta entra em equilíbrio entre os seus estados líquido, sólido e gasoso ou em outras palavras, tempo no qual a massa de tinta para de evaporar ou perder massa. Neste experimento vai se chamar tempo de equilíbrio a aquele primeiro tempo em que logo depois de três medidas de peso os valores sejam idênticos.

7.2.3. Normas de referência

Para a manipulação e observação das amostras foram seguidas estritamente as seguintes normas ISO:

- ISO 1513 – 2010 Tintas e Vernizes – Exame e preparação de amostras, Anexo E.
- ISO 15528 - 2000 Tintas, vernizes e matérias-primas para tintas e vernizes – Amostragem.

7.2.4. Elementos e materiais:

Figura 27. Extensor marca OMICRON, modelo 161-05 – tipo Bird 4” (100 mm) de largura útil com 1 passagem. Espessura da abertura 600µm.

Figura 28. Placas de alumínio quadradas.
Dimensões: 10 cm x 10 cm. Espessura: 2 milímetros

Figura 29. Espátula – colher metálica.

Figura 30. Balança precisão 0,001 g.

- Luvas descartáveis e as amostras de tintas.

7.2.5. Procedimento

Em uma sala com umidade e temperatura controlada, analisar a perda de massa (g) em uma camada de tinta (espessura 600 μ m) aplicada sobre placas de alumínio. Figura 31.

Figura 31. Experimento: Perda de massa de tinta aplicada sobre placas de alumínio.

Devem ser feitas duas amostras por tinta, cada amostra deverá registrar todos os dados numa tabela como a da Tabela 36, está será preenchida de acordo com os passos deste procedimento, as informações da tabela como nome, marca e número da amostra, podem ser preenchidas antes de iniciar os passos. Os dados de umidade e temperatura devem ser registrados em outra tabela, Tabela 37, onde três medidas de temperaturas e umidades serão tomadas durante o tempo de amostragem do laboratório. Ver uma explicação mais detalhada no Item 5.2.

Tabela 36. Formato Laboratório A: perda de massa em placas de alumínio.

Nome da tinta	xxx						
Fábrica	xxx						
Amostra	#						
Peso placa alumínio	P1 0,000	P2 0,000	P3 0,000				
Média do peso	Média aritmética dos três dados do peso da placa limpa						
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Data	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa de tinta	% massa de tinta emitida	Tempo (h)
dd/mm/aa	0	0	Primeira leitura deve ser tomado com maior rapidez	= Coluna 4 – Média do peso (fila 5) massa (gr)	100%		0,00
dd/mm/aa	0	5	0,000	= massa (gr) – média do peso	%	0,08	
dd/mm/aa	n	n	n	= massa (gr) – média do peso	%	n	
dd/mm/aa	n	40	n	= massa (gr) – média do peso	%	0,67	
dd/mm/aa	0	0	0,000	= massa (gr) – média do peso	%	n	
			Tempo final: ultima leitura				

Tabela 37. Formato Laboratório A: Temperatura e umidade média.

		Temperatura (°C)	Umidade (%)
Dia 1 dd/mm/AA	Medida 1		
	Medida 2		
	Medida 3		
Dia 2 dd/mm/AA	Medida 1		
	Medida 2		
	Medida 3		
Dia 3 dd/mm/AA	Medida 1		
	Medida 2		
	Medida 3		
Valor médio			

Os seguintes passos ajudarão no preenchimento de algumas colunas da Tabela 36. Para o preenchimento das demais colunas, ver Item 7.2.6.

Passo 1

Limpar as placas de alumínio de qualquer poeira que possa ter com papel branco e tomar 3 medidas de peso para cada placa, registrar em gramas as três medidas de peso no formato apresentado na Tabela 36, com precisão de 0,001 g. Entre cada medida de peso zerar a balança e finalmente colocar a placa de alumínio sobre a balança e zerar-lha novamente.

Passo 2

Misturar a tinta antes de abrir a lata de forma manual virando a lata 5 vezes, logo, abrir a lata e misturar em forma circular com a espátula/colher até que a tinta fique homogeneizada, coletar massa de tinta do meio da lata e coloca-la na borda da placa de alumínio que se encontra sobre a balança aproximadamente entre, 0,500 gramas a 0,900 gramas, tirar a placa da balança o mais rápido possível e a zerar novamente.

Passo 3

Num lugar próximo à balança distribuir a tinta com o extensor de 600 μm , colocar a placa de novo na balança previamente zerada e tomar registro do peso e hora com a maior rapidez possível (coluna 1,2,3 e 4 da Tabela 36). Os passos 2 e 3 deveram ser feitos rapidamente para tentar registrar com maior precisão a perda total de massa emitida ou evaporada.

Figura 32. Placas de alumínio com tinta distribuída.

Passo 4

Deixar a placa na balança até alcançar três medidas seguidas de peso iguais, as medidas de peso serão registradas da seguinte maneira: a cada 5 minutos até meia hora, logo depois a cada 10 minutos até 2 horas, logo em seguida a cada 20 minutos até alcançar três medidas de peso idênticas. Tomar uma medida a cada dia até completar 30 dias e depois tomar uma medida em meses intercalados, a duração do laboratório foi de 5 meses consequentemente foram tomadas medidas no mês 1,3 e 5.

7.2.6. Cálculos

Voltando na tabela 36:

- O valor da média dos pesos da placa de alumínio é simplesmente a média aritmética das três medidas de peso que foram tomadas da placa de alumínio sem tinta:

$$\text{Média do pesos da placa de alumínio} = \frac{P1+P2+P3}{3} \quad (\text{Equação 6})$$

- A coluna 5 da Tabela 36 deve ser preenchida da seguinte forma (todos os dados são tirados da Tabela 36):

$$M_T (\text{coluna 5}) = M_n (\text{coluna 4}) - M_{\text{placa de alumínio}} \quad (\text{Equação 7})$$

M_T (coluna 5 Tabela 36) : Peso da tinta em gramas

M_n (coluna 4 Tabela 36) : Leitura de peso em gramas da placa com tinta (coluna 4) no tempo n.

$M_{\text{placa de alumínio}}$: Média do peso em gramas da placa de alumínio (linha 5 Tabela 36).

Com este cálculo procura-se saber a massa em gramas da camada de tinta aplicada sobre a placa de alumínio.

- A coluna 6 é simplesmente a porcentagem de massa que fica na placa de alumínio, consequentemente a primeira leitura será o 100% da massa de tinta, o último dado da coluna será a porcentagem de massa que fica “colada” na placa.

- A coluna 7 (Tabela 36) é a porcentagem de massa de tinta emitida ao ambiente, que é inversamente proporcional a coluna 6 (Tabela 36):

$$\text{Coluna } (7) = 100\% - \text{Coluna } (6) \quad (\text{Equação 8})$$

7.2.7. Divulgação dos resultados

O resultado final desta experiência de laboratório é um gráfico percentual da massa emitida Coluna (7) x Coluna (8) (Tabela 36). Este gráfico permite ver o comportamento dos voláteis em cada tinta através das primeiras horas de secagem, acompanhado de uma tabela com os dados do percentual de massa e os dados do tempo em horas. Figura 33.

Figura 33. Modelo de Gráfica de % de massa emitida x tempo (hr) .

7.3. EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO B: CROMATÓGRAFO GASOSO ACOPLADO A DETECTOR FID, EXTRAÇÃO DE SPME - *HEADSPACE*.

7.3.1. Alcance

Os objetivos deste experimento são dois: avaliação preliminar para determinar a existência de COVs nas amostras de tintas, pois na emissão das tintas poderia ocorrer só água na avaliação, e o segundo objetivo no caso de se perceber a existência de COVs é tentar estabelecer as condições cromatográficas representativas para as amostras de tinta em base água escolhidas para esta pesquisa, as condições cromatográficas definitivas são aquelas nas quais o cromatograma apresenta picos definidos e diferenciados. A intenção de encontrar as condições cromatográficas é a sua utilização no laboratório C.

Normas de referência:

- ISO 11890-2:2006 - Pinturas e Vernizes – Determinação do teor de compostos orgânicos voláteis.

7.3.2. Termos e definições

Compostos Orgânicos Voláteis: líquidos que evaporam espontaneamente a temperatura e pressão ambiente, ver item 3.2.1.

Corrida cromatográfica: Momento a partir do qual é depositada a amostra no Cromatógrafo gasoso, o procedimento dentro dele é automático, a corrida cromatográfica termina segundo instruções dadas pelo usuário na programação.

FID: *Flame Ionization Detector* ou detector de ionização de chama, outro tipo de detector que pode ser acoplado ao Cromatógrafo gasoso. Ver 3.6.1.

SPME: Solid Phase Micro Extration ou Microextração de fase sólida, ver item 3.6.

Headspace (HS): É o espaço de ar que fica dentro do frasco da amostra, dito de outra forma é o espaço que não é ocupado pela amostra sólida.

Amostra úmida: É a amostra de tinta fresca, colocada dentro do frasco e tampada na hora, ver 4.3.4.

Amostra seca: É a amostra de tinta que não foi tampada na hora, para este tipo de amostra foi necessário esperar o tempo de secagem definido no laboratório A “perda de massa”, ver 4.3.4.

Modo SIM: *Selected Ion Monitoring* é a corrida cromatográfica feita para a procura de compostos específicos conhecendo seus valores de massa, os demais compostos não aparecem pois tem valores de massa diferentes, além do que, poderiam se sobrepor outros compostos.

7.3.3. Elementos e Materiais

Figura 34. Cromatógrafo Gasoso marca Shimadzu GC-17A acoplado a FID
Fonte: Instituto de Química de São Carlos IQSC grupo de pesquisa CAQI

Figura 35. SPME Equipamento de Microextração de Fase Sólida

Figura 36. Fibra do SPME de polydimethylsiloxane (PDMS)

Figura 37. Frascos de amostragem 10 ml com tampa de septo
Marca: LA-PHA-PACK.

Figura 38. Mini espátula metálica

Figura 39. Suporte metálico

- Balança de 4 dígitos de precisão e

- Amostras de Tintas.

7.3.4. Procedimento

Este laboratório teve uma etapa de preparação bibliográfica, pois antes de iniciar os experimentos no laboratório foi necessário pesquisar quais seriam as possíveis condições cromatográficas para as amostras das tintas escolhidas, como primeira medida foi estabelecido usar as amostras a base água e no final testar as amostras com base solvente, porém depois dos resultados dos cromatogramas das amostras em base água foi descartada a amostragem dos produtos a base solvente, isso será esclarecido no capítulo 5. O procedimento deste laboratório, entretanto, é um processo iterativo em busca das condições que possibilitem a análise adequada dos cromatogramas. Essas iterações consistem em variar o valor de dois dos dados de entrada do laboratório, seguindo uma matriz previamente estabelecida, consequentemente o procedimento é condicionado por quatro passos:

- 1-Definição das condições cromatográficas;
- 2- Preparação das amostras;
- 3- Corrida Cromatográfica;
- 4-Avaliação.

Passo 1. Definição das condições cromatográficas

Como primeira medida as condições cromatográficas que serão fixas no experimento do laboratório B são as seguintes:

Tipo de fibra SPME: Polydimethylsiloxano (PDMS)

Gás de arraste do cromatógrafo: Hélio

Tipo de coluna DB5, longitude 25 metros, diâmetro inner 0,25 mm, film thickness 0,25 µm.

Programação da rampa de aquecimento da coluna cromatográfica:

Temperatura inicial: 35°C manter a temperatura por 5 minutos.

Taxa de aquecimento: 10°C/min.

Temperatura final: 260°C.

Tempo de corrida: 27,5 min.

Splitless

Tempo de injeção: 10 minutos.

Os dados de entrada escolhidos que serão variáveis neste experimento são: 1. A massa em microgramas da amostra de tinta e 2. O tempo de exposição em minutos da fibra de SPME dentro do *headspace* do frasco de amostragem. Para tentar definir qual seria o valor destes dois dados para cada amostra (2 amostras por tinta: úmida e seca) foi criada uma matriz de condições para ser seguida segundo indicam as setas da Tabela 38.

Tabela 38. Matriz de procura de condições cromatográficas das amostras de tinta.

	Amostra úmida Massa 10 mg	Amostra úmida Massa 50 mg	Amostra seca Massa 10 mg	Amostra seca Massa 50 mg
Tempo (min)	1	1	1	1
Tempo (min)	5	5	5	5
Tempo (min)	10	10	10	10
Tempo (min)	15	15	15	15

Esta matriz apresenta valores de massa das amostras de tinta (mg) e tempos de exposição da fibra no *headspace* do frasco de amostragem. De acordo com isso a primeira amostra a ser testada será então a amostra úmida de massa 10 mg e o tempo de exposição da fibra será de 1 minuto junto com as demais condições cromatográficas dadas no início deste passo. Desta forma o procedimento é iterativo até encontrar condições favoráveis para a identificação de compostos no próximo laboratório.

Passo 2. Elaboração das amostras.

Uma vez definidas as condições, as amostras serão elaboradas colocando com a pequena espátula metálica a quantidade em mg de tinta dada pela matriz de condições (10 ou 50 mg) dentro dos frascos de amostragem, pesando com a balança de 0,0000 dígitos de aproximação. A quantidade de tinta é de aproximadamente uma gota. Figura 40.

Figura 40. Frasco de amostragem com tinta.

Para cada tinta devem ser feitas duas amostras que serão chamadas de: amostra seca e amostra úmida, elas devem ser devidamente marcadas.

As amostras úmidas são tampadas imediatamente depois da aplicação da tinta dentro do frasco, ou seja, não é permitida a secagem das tintas pois a tampa do frasco é de

septo e não permite a saída nem entrada de ar dentro do frasco. As tintas secas são tampadas depois de atingir o tempo de equilíbrio determinado no experimento de laboratório A. Estas duas amostras representam a emissão de voláteis das tintas frescas e emissão de voláteis das tintas depois do tempo de secagem, este último é considerado o tempo no qual as tintas ficam em equilíbrio de emissão de voláteis ou equilíbrio entre o estado gasoso e sólido nas condições do laboratório.

As amostras secas então devem ser elaboradas com antecipação tendo em conta o tempo de equilíbrio estabelecido no laboratório A, deixar as amostras numa sala com temperatura e umidade controladas até atingir o tempo de equilíbrio, em seguida fechar os frascos. O tempo de equilíbrio é simplesmente o tempo em que a tinta deixa de perder massa.

Passo 3. Corrida Cromatográfica

Figura 41. SPME, injeção no Cromatógrafo.

Adequar o cromatógrafo com as condições estabelecidas no passo 1, uma vez feitas as amostras o procedimento consiste em colocar o frasco de vidro e o SPME no suporte metálico (graduar o SPME para deixar a fibra exposta 1 centímetro), em seguida extrair com a fibra do SPME os analíticos ou compostos voláteis expondo a fibra no *headspace* do frasco de amostragem, ou seja, sem tocar a tinta. Deixar a fibra exposta o tempo que a matriz de condições proponha, como exemplo, o caso da primeira amostra será de 1 minuto de exposição. Condicionado o Cromatógrafo como foi dito no passo 1, injetar a fibra do SPME no Cromatógrafo e iniciar a corrida cromatográfica.

Ao introduzir o SPME no cromatógrafo a fibra deve ficar exposta 2 centímetros dentro do injetor, o tempo de injeção é de 10 minutos como foi especificado no passo 1.

Passo 4 Avaliação

A avaliação corresponde a um especialista em cromatografia gasosa, que determinará se o resultado da corrida cromatográfica ou cromatograma é hábil para qualificar os compostos. Em caso de ser aprovado devem ser registradas as condições e continuar com a seguinte amostra de tinta, em caso de não ser aprovado deve-se voltar ao passo 1 e mudar as condições conforme a ordem da matriz de condições.

7.3.5. Divulgação dos resultados

Os resultados das condições adequadas para cada tinta devem ser reportados numa tabela como a seguinte, Tabela 39.

Tabela 39. Exemplo de Tabela de resultados das condições cromatográficas para cada amostra de tinta.

Tinta	Massa (mg)	Tempo (minutos)
n Úmida		
n Seca		
...		
n Úmida		
n Seca		
n Úmida		
n Seca		
n Úmida		
n Seca		

7.4. EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO C: CROMATÓGRAFO GASOSO ACOPLADO A DETECTOR DE ESPECTRÔMETRO DE MASSAS, EXTRAÇÃO SPME E HEADSPACE.

7.4.1. Alcance

O equipamento usado para este experimento foi o cromatógrafo gasoso (CG) Shimadzu acoplado ao Espectrômetro de Massas e absorção com Microextração de Fase Sólida (SPME) utilizando *Headspace*. Estes equipamentos ajudam a estabelecer a composição química de uma substância, uma vez que permite caracterizar e em alguns casos quantificar os COVs dentro das tintas, ver item 3.6. Os ensaios foram realizados no laboratório de química da Universidade de São Paulo - São Carlos USP-SC, no grupo de cromatografia do Instituto de Química de São Carlos – IQSC. Este laboratório é parte essencial da presente pesquisa, pois ela vai expor a situação atual dos COVs nas tintas de uso construtivo para ambientes internos no município de São Carlos. Finalmente os objetivos deste experimento são dois: A procura de 9 compostos orgânicos voláteis na emissão das tintas (Tabela 40) escolhidos por representar risco para saúde em determinadas concentrações e tempos de exposição e a identificação do resto de voláteis evidenciados nos cromatogramas.

Tabela 40. Lista dos 9 compostos alvos desta pesquisa.

Compostos	Número Cas.	Fórmula empírica	Massa molar (g mol ⁻¹)	Ponto de Ebulição (°C)	Pressão de vapor a 25°C (mm Hg)	Densidade (g/mL)
Acetona	67-64-1	CH ₃ COCH ₃	58,08	56	266	0,7991
Benzeno	71-43-2	C ₆ H ₆	78,11	80,1	95,2	0,879
Butil-Acetato	123-86-4	C ₆ H ₁₂ O ₂	116,15	126	10	
Estireno	100-42-5	C ₈ H ₈	104,15	145,2	6,1	0,906
Etilbenzeno	100-41-4	C ₈ H ₁₀	106,17	136,2	9,6	0,862
1,4-Diclorobenzeno	106-46-7	C ₆ H ₄ Cl ₂	147	173,7	1,7	1,01
Tolueno	108-88-3	C ₇ H ₈	92,14	110,6	28,4	0,867
Trimetilbenzeno	95-63-6	C ₉ H ₁₂	120,2	169		1,01
Xileno	1330-20-7	C ₈ H ₁₀ ortho	106,17	144,4	6,7	0,880
		meta		139,1	8,4	0,864
		para		138,4	8,8	0,861

Os demais compostos serão qualificados por meio da biblioteca interna NISH do programa do cromatógrafo gasoso/espectrômetro de massas CG/MS. É importante

esclarecer que estes compostos foram escolhidos por serem substâncias de alto risco, , ver Tabela 15 do capítulo 3.

7.4.2. Normas de referência

- MÉTODO HAP - Método de teste padrão para determinação dos poluentes perigosos comuns atmosféricos (haps) no ar de revestimentos de solventes secos por cromatografia gasosa.
- ISO 11890-2 Determinação do teor de compostos orgânicos voláteis em tintas e vernizes.

7.4.3. Termos e definições

GC/MS-SPME/HS: Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas utilizando microextração em fase sólida em *headspace*.

SPME: ver item 4.3.2.

Headspace: ver item 4.3.2.

Compostos Orgânicos Voláteis: líquidos que evaporam espontaneamente a temperatura e pressão ambiente, ver Item 3.2.1.

Solventes: Substância que permite a dispersão de outra, ver item 3.1.3.2.

Espectrômetro de massas (MS): equipamento para identificar os diferentes átomos que compõem uma substância, ver item 3.6.

Tempo de dessorção: Tempo que a fibra do SPME fica dentro do cromatograma, deixando os analitos dentro do equipamento.

Tempo de pré-equilíbrio: O tempo necessário onde não existe mais transferência de massa entre o estado sólido e gasoso da amostra de tinta dentro do frasco de amostragem.

Modo SIM: ver 7.3.2.

7.4.4. Elementos e materiais

- SPME Equipamento de Microextração de Fase Sólida, Figura 35.
- Fibra do SPME de *polydimethylsiloxane* (PDMS), Figura 36.
- Frascos *Frasco de amostragem Headspace* 10 ml com tampa de septo Marca LA-PHA-PACK, Figura 37.
- Mini espátula metálica, Figura 29.
- Suporte metálico, Figura 39.

- Balança de 4 dígitos de precisão.
- Tintas.
- Solventes com 99% de pureza: Estireno, Acetona, Diclorobenzeno, Benzeno, Trimetilbenzeno, Tolueno, Acetato de Butila, Etil benzeno e Xileno.

Figura 42. Cromatógrafo Gasoso e espectrômetro de massas marca Shimadzu referência GCMS-QP5050A cromatógrafo gasoso do Instituto de Química de São Carlos IQSC grupo de pesquisa CROMA.

Condições cromatográficas

São as condições estabelecidas no laboratório B:

Tipo de fibra SPME: Polydimethylsiloxano (PDMS)

Gás de arraste do cromatógrafo: Hélio

Tipo de coluna DB5, longitude 25 metros, diâmetro inner 0,25 mm, film thickness 0,25 μ m.

Programação da rampa de aquecimento da coluna cromatográfica:

Temperatura inicial: 35°C manter a temperatura por 5 minutos.

Taxa de aquecimento: 10°C/min.

Temperatura final: 260°C.

Tempo de corrida: 27,5 min.

Splittless

Tempo de injeção: 10 minutos.

Os valores de tempo de extração e de massa para cada tinta deverão ser tomados da tabela de resultados, Tabela 39 do laboratório B.

7.4.5. Procedimento

O procedimento está dividido em 3 passos, como segue explicado:

Passo 1 Em primeiro lugar deve ser feita uma corrida cromatográfica GC/MS – SPME/HS de cada solvente em uma solução de metanol, baixo as condições cromatográficas escritas acima mudando valores de concentração, quantidade da

amostra, tempo de exposição e de dessorção através de uma matriz de condições cromatográficas, procedimento similar ao experimento do Laboratório B, ver item 4.3. O objetivo é chegar em cromatogramas que permitam estabelecer o tempo onde os picos de cada solvente seriam encontrados individualmente, o resultado dessa matriz teve como resultado a seguinte Tabela 41.

Tabela 41. Condições cromatográficas para cada solvente.

Compostos	Condições cromatográficas			
	Quantidade	Concentração em metanol	Tempo de exposição da fibra	Tempo de dessorção
	(ml)		Minutos	Minutos
Estireno	1	1000 vezes	0,17	0,5
Acetona	0,1	1000 vezes	30	10
Etilbenzeno	0,5 µl	200 ppm (µg/l)	Injeção direta splitt 1:10	
Xileno	1 µl	10 ppm (µg/l)	Injeção direta splitt 1:10	
Acetato de butila	1 µl	2 ppm (µg/l)	Injeção direta splitt 1:10	
Trimetilbenzeno	1 µl	90 ppm (µg/l)	Injeção direta splitt 1:10	
Benzeno	1 µl	90 ppm (µg/l)	Injeção direta splitt 1:10	
Tolueno	1 µl	90 ppm (µg/l)	Injeção direta splitt 1:10	
Diclorobenzeno	1 µl	1,5 ppm (µg/l)	Injeção direta splitt 1:10	

Para este experimento é necessário esclarecer que os cromatogramas dos solventes não são propriamente perfeitos, mas com eles consegue-se obter claramente o intervalo do tempo de monitoramento em que os solventes aparecem com as condições dadas. Deve-se registrar os tempos de monitoramento e massas em um formato adequado, ver Item 5.4.

Passo 2. Com as condições cromatográficas determinadas para este experimento é feita uma corrida cromatográfica em modo (SIM), para cada amostra de tinta, onde o tempo de monitoramento e as massas de cada composto foram definidos no passo 1 deste laboratório. Após a corrida para cada amostra é necessário definir a detecção dos 9 compostos procuras nos cromatogramas e registrá-los numa tabela.

Passo 3. Fazer uma corrida cromatográfica para cada amostra de tinta em modo SCAN com as condições estabelecidas para este laboratório, ver 5.3; com a intenção de qualificar o maior número de compostos encontrados nas amostras de tintas.

Passo 4. Procurar na biblioteca do programa computacional do cromatograma o composto pertencente a cada pico e registrar como mínimo a porcentagem de coincidência, número CAS, nome, massa e Fórmula molecular. Ver 5.4.

7.4.6. Divulgação dos resultados

Registrar os cromatogramas e listar os compostos achados, em cada pico encontrado do cromatograma é recomendável pôr o número respectivo da lista de compostos encontrados em amostras úmidas e secas.

7.5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS NO LABORATÓRIO C.

Para todos os compostos verificar o limite máximo permissível de exposição laboral e o grau de toxicidade, tomando em primeira instância o juízo crítico e valores da ACGIH “*Guide to Occupational Exposure Values - 2009*”, como segunda estância e reconhecendo que, não para todas as substâncias químicas, existe um critério de toxicidade. Verificar as demais substâncias validando os resultados achados com literatura que respalde a existência dos compostos encontrados em tintas, como por exemplo, banco de dados para substâncias perigosas (HSDB, 2013), ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ), artigos científicos, etc. Ver 5.5.

Com o intuito de dar validade à informação procurar na literatura estudos e pesquisas relacionadas com atividades de construção civil ou materiais de construção que incluam em seus resultados os mesmos compostos achados nesta pesquisa.

Reportar os compostos mais tóxicos achados nas amostras de tintas e seus efeitos na saúde.

8. Capítulo 8. RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Da mesma forma como está organizada a metodologia, encontra-se então dividido este capítulo nas mesmas cinco partes:

1. **Questionário, escolha e observação das amostras:** São apresentadas as informações preliminares dos entrevistados, as respostas ao questionário, a análise estatística para a escolha das tintas e vernizes e por último a forma de manipulação e observação das amostras.
2. **Experimento de laboratório A: Perda de massa em placas de alumínio:** são mostrados os gráficos de perda de massa de cada tinta durante as primeiras horas de secagem.
3. **Experimento de laboratório B: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector FID/SPME:** Nesta parte serão apresentadas as condições finais para o posterior teste em GC/MS.
4. **Experimento de laboratório C: Cromatógrafo gasoso acoplado a detector FID / SPME-HS:** São mostrados todos os compostos orgânicos voláteis encontrados em modos SIM e modo SCAN para cada amostra.
5. **Crerérios de avaliação e classificação dos resultados encontrados no passo 4:** Nesta parte é apresentada a toxicidade para cada tinta assim como referências bibliográficas de estudos anteriores que relacionam cada composto com tintas imobiliárias ou emissões encontradas em ambientes internos. Também se pode encontrar um pequeno estudo sobre a sustentabilidade das tintas analisando as emissões de cada uma.

8.1. QUESTIONÁRIO, ESCOLHA E OBSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

8.1.1. Informação preliminar do questionário

Foi considerado importante saber a idade só do grupo dos pintores, assim também como o tempo de serviço. Pode-se ler está informação nos dois gráficos seguintes:

Figura 43. Percentual de idade dos pintores entrevistados na cidade de São Carlos. Número total de amostras 19.

Com o gráfico anterior é possível concluir que a maior parte dos pintores tem uma idade entre 31 e 40 anos.

Figura 44. Tempo de serviço dos pintores entrevistados na cidade de São Carlos. Número total de amostras 19.

A Figura 44 mostra como a maior parte dos pintores apresentam um tempo de serviço superior a 8 anos, isso indica que o contato com o produto tinta tem sido constante por

vários anos, embora também seja possível que alguns pintores queiram manipular o tempo de experiência na sua profissão em virtude do status perante seus clientes.

Por outro lado, na Figura 45 é possível ver a localização das lojas da cidade de São Carlos, onde foi feito este questionário:

Figura 45. Localização das lojas de tintas entrevistadas em São Carlos Outubro 2012.

Fonte: Google maps.

Os endereços podem ser verificados com detalhe no Anexo D.

8.1.2. Perguntas do questionário

A pergunta 1 é apenas para as lojas de tintas, as perguntas 2 a 5 serão direcionadas dependendo as condições dos entrevistados, se for vendedor será usada a palavra “vendidas” e se é pintor será usada a palavra “usadas”.

Pergunta 1. É você fabricante de tintas?

Das 21 lojas de tintas só uma delas vende tintas da sua própria fabricação, sendo que a localização da fábrica não está localizada na cidade de São Carlos.

Pergunta 2. Quais tipos e marcas de tintas são os mais vendidos ou usados para pintar ambientes internos (parede de tijolo)?

Foram registrados 33 nomes de tintas frequentemente usadas para pintar ambientes internos na cidade de São Carlos.

Estes 33 nomes por sua vez estão agrupados em 13 marcas, pois as marcas de tinta atingem diferentes linhas de qualidade e consequentemente são chamadas com diferentes nomes, as linhas são geralmente três: Premium, Padrão e Econômica. Na Figura 46 são apresentados os 13 grupos de marcas de tinta faladas pelos entrevistados.

Figura 46. Tintas frequentemente utilizadas na cidade de São Carlos

Com os resultados desta pergunta, vemos como as três marcas que lideram as vendas de tintas na cidade de São Carlos são: Sherwin Williams, Suvinil e Real. Agora, analisando individualmente cada tinta, como foi dito anteriormente as tintas possuem diferentes nomes dependendo a linha de qualidade. Partindo desse ponto de vista, os três nomes das tintas mais usadas por pintores e vendidas por lojas de tintas na cidade de São Carlos, segundo o questionário feito nesta pesquisa foram: Suvinil Premium, Sherwin Williams Metalatex Premium e Lukscolor Premium. Isso pode ser comprovado na Tabela 42 a seguir.

Tabela 42. Tintas de uso frequente na cidade de São Carlos

Tintas de uso frequente na cidade de São Carlos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1	X			X	X																												
2						X	X			X	X																						
3								X																									
4						X	X		X																						X	X	X
5	X					X			X																						X	X	X
6	X					X												X	X	X													
7							X					X	X			X																	
8						X																									X	X	X
9	X														X	X																	
10	X																																
11	X																																
12		X						X																									
13	X														X	X																	
14				X	X								X	X																			
15	X					X			X																								
16	X					X																											
17	X																																
18	X																																
19	X					X																											
20	X																																
21							X													X													
22	X					X			X																								
23							X			X	X																						
24						X			X																								
25						X																									X	X	X
26	X					X																											
27						X				X	X																						
28																												X	X	X			
29	X					X	X																										
30							X																										
31																							X	X	X								
32						X	X	X	X																						X	X	X
33	X					X									X	X																	
34								X																									
35	X					X			X																								
36	X	X	X			X	X			X	X			X	X	X								X	X	X							
37	X					X			X				X	X	X	X																	
38	X					X			X					X																			
39	X					X			X																								
40	X					X																											
TOTAL	23	2	1	2	2	22	3	8	11	4	4	1	2	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5

1	1ª Linha	Premium	Suvinil	Suvinil
2	2ª Linha	Padrão	Glasurit	
3	3ª Linha	Econômica	Glasurit	
4	1ª linha	Premium	Eco Pintura	Hydronorth
5	1ª linha	Premium	Graffiato	
6	1ª linha	Premium	Metalatex	Sherwin Williams
7	2ª linha	Padrão	Novacor	
8	3ª linha	Econômica	Kem Tone	
9	1ª linha	Premium	Lukscolor Premium	Lukscolor
10	1ª Linha	Premium	Dacar	Dacar
11	2ª Linha	Standar	Dacar	

12	1ª Linha	Premium	Eucatex	Eucatex
13	2ª Linha	Padrão	Eucatex	
14	3ª Linha	Econômica	Peg e Pint	
15	1ª linha	Premium	Coral	Aksonobel
16	2ª Linha	Padrão	Coral	
17	3ª Linha	Econômica	Coral Coral	
18	1ª Linha	Premium	Delanil Decorama	Iquine
19	2ª Linha	Standar	Diacryl Delanil	
20	3ª Linha	Econômica	Diatex	
21	1ª Linha	Premium	Maza	Maza

22	1ª Linha	Premium	Acrilar	Brasilux
23	2ª Linha	Standar	Brasilar	
24	3ª Linha	Economica	Brasinil	
25	1ª Linha	Premium	Anjo	Anjo
26	2ª Linha	Standar	Anjo	
27	3ª Linha	Economica	Anjo	
28	1ª Linha	Premium	Renove	MDS tintas
29	2ª Linha	Standar	Renove	
30	3ª Linha	Profissional	Renove	
31	1ª Linha	Premium	Real	Real
32	2ª Linha	Standar	Real	
33	3ª Linha	Economica	Real	

Pergunta 3. Qual é a massa corrida mais vendida ou usada para paredes internas?

O questionário foi aproveitado também para registrar as marcas de massa corrida mais usadas ou vendidas na cidade, embora não seja objetivo desta pesquisa foram registradas 17 marcas de massa corrida, ver Anexo F.

Pergunta 4. Qual é o verniz mais vendido ou usado para madeira de uso interno?

Foram registrados 21 nomes diferentes de vernizes agrupados em 12 marcas diferentes. Figura 47, as marcas frequentemente usadas e vendidas na cidade de São Carlos são apresentadas na seguinte Tabela 43 abaixo.

Figura 47. Marcas de vernizes frequentemente utilizados em São Carlos

Tabela 43. Vernizes de uso frequente na cidade de São Carlos

		Vernizes de uso frequente na cidade de São Carlos																				
Entrevistados		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	1	x																				
	2			x						x										x		
	3										x											
	4			x					x													
	5	x		x					x													
	6	x										x										
	7				x								x									
	8				x																	
	9	x																				
	10		x																			
	11	x											x									
	12			x					x													
	13		x																			
	14								x				x									
	15	x							x													
	16												x									
	17								x					x								
	18	x																				
	19	x																				
	20	x																x				
	21	x																				
	22	x											x									
	23												x									
	24								x													
	25			x																		
	26	x																				
	27					x				x												
	28																			x		
	29			x																		
	30									x						x						
	31																x					
	32					x			x													
	33	x		x									x	x					x			
	34																				x	
	35	x																				
	36												x					x				
	37	x												x								
	38												x									
	39												x									
	40																	x	x			
	TOTAL	15	2	7	1	1	2	1	7	3	1	1	10	1	2	1	1	3	2	1	1	1

Nome	Marca
1. Suvinil	Suvinil
2. Marítimo Suvinil	
3. Sherwin Williams	Sherwin Williams
4. Copal Sherwin Williams	
5. Marítimo Sherwin Williams	
6. Metalatex Sherwin Williams	
7. Marítimo Lukscolor	Lukscolor
8. Lukscolor	
9. Dacar	Dacar
10. Real	Real
11. Iquine	Iquine

Nome	Marca
12. Sparlack Duplo filtro solar	Akzonobel
13. Akzonobel Coral	
14. Akzonobel Cetol	
15. Sato	Sato
16. Brasilux	Brasilux
17. Montana Osmocolor stain	Montana
18. Montana	
19. Montana stell	
20. Machado	Machado
21. Natrielli	Natrielli

Os três vernizes mais usados e vendidos por pintores e vendedores de lojas na cidade de São Carlos são: Suvinil, Sparlack Duplo filtro solar Akzonobel e Sherwin Williams.

Pergunta 5. Qual é o esmalte mais vendido ou usado para proteger superfícies internas de madeiras e metais?

Foram registrados 15 nomes de esmaltes agrupados em 14 marcas frequentemente usadas em ambientes internos, Figura 48 e Tabela 44.

Figura 48. Marcas de esmalte frequentemente utilizados em São Carlos

Tabela 44. Esmaltes de uso frequente em São Carlos

		Esmaltes de uso frequente na cidade de São Carlos														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Entrevistados	1	x	x													
	2	x		x												
	3				x											
	4					x	x	x	x	x						
	5	x				x	x	x								
	6	x									x					
	7												x			
	8							x								
	9	x		x												

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	x														
11						x									
12	x														
13											x				
14												x			
15							x				x				
16	x										x				
17	x										x				
18						x									
19	x					x									
20	x														
21						x									
22						x									
23	x					x									
24						x									
25				x											
26	x														
27			x		x										
28									x						
29				x	x										
30			x										x		
31														x	
32						x	x								
33	x														
34		x													
35	x	x													
36						x					x				
37	x														x
38			x		x	x									
39	x					x									
40											x				
Total	17	3	5	3	5	13	5	1	1	2	7	1	1	1	1

1. Suvinil	Suvinil	9. Farben	Farben
2. Hydronorth	Hydronorth	10. Dissoltex	Dissoltex
3. Dacar	Dacar	11. Coralit	Akzonobel
4. Nova Cor	Sherwim Williams	12. Anjo	Anjo
5. Sherwim Williams		13. Sato	Sato
6. Lukscolor	Lukscolor	14. Brasilux	Brasilux
7. Real	Real	15. Techpaint	Techpaint
8. Dupont	Dupont		

Os três esmaltes frequentemente usados e vendidos na cidade de São Carlos são: Suvinil, Lukscolor e Coralit da Azonobel.

Pergunta 6. Quais são os selos ambientais mais usados pelos fabricantes de tintas?

Nesta pergunta as respostas foram diversas, algumas delas não correspondem a selos ambientais e sim a normas de qualidade do produto ou palavras referentes ao meio ambiente, a percepção das respostas sugere que palavras como bio, ambiental, Green etc, acentuam a confiança do comprador e promovem um bem-estar imaginário, propositalmente causado pelo fabricante, com fins apenas econômicos.

Segue abaixo a lista das respostas, as quais foram discriminadas para vendedores de lojas e para pintores, Tabela 45.

Tabela 45. Respostas e complemento da pergunta 6 do questionário.

Respostas / siglas Dadas pelos entrevistados	Nome Tirado da literatura	Recorrências	
		Pintor	Lojas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária	0	1
Bio-Pruf™	Proteção contra micro-organismos	0	1
ABNT	Associação brasileira de normas técnicas	0	1
NBR 13321	NBR13321 membrana acrílica para impermeabilização	0	1
INTERNACIONAIS		0	1
ASTM E 1980	Prática padrão para o cálculo de índice de refletância solar em superfícies opacas horizontais e de baixa inclinação	0	1
PREMIUM	Linha de qualidade em tintas.	0	1
ECO		0	2
Green Building Council	Conselho de Construção Verde	0	2
Coating Care	Programa de conscientização e compromisso em prol da saúde e segurança e da não agressão ao meio ambiente.	0	2
ABRAFATI	Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas	1	3
Sistema Integrado de Gestão		0	1
Ecologico		0	3
P.B.Q.P.	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade	0	1
Ambientais		1	0
ISO 9002	Família de normas técnicas de EAU que representam um sistema de gestão de qualidade para produtos de qualquer índole.	0	3
ISO 9000		1	0
ISO 9001		2	2
ISO 14000	Família de normas técnicas de EAU que representam um sistema de gestão ambiental nos processos internos das empresas.	1	0
ISO 14001		1	0
OSHAS 18001	Família de normas britânicas que representam um modelo de gestão, segurança e saúde ocupacionais.	0	1
Tinta sem cheiro		0	1
Aço Reciclável		0	1
Base Água		5	2
Não conhece		10	6

Importante saber que no caso das lojas e alguns pintores, os entrevistados consultaram no rotulo da embalagem das tintas, pois a maior parte desconhecia a resposta para esta pergunta. Mesmo assim 53% dos pintores desconhecem os selos ambientais e 26% dos pintores acham que o fato da tinta ser em base água garante um status ambiental.

Pergunta 7. Você conhece por parte de algum fabricante técnicas de reciclagem da embalagem de tinta após seu uso? (por exemplo: devolver a embalagem para o fabricante)

A resposta a está pergunta foi negativa para todos os entrevistados nenhum deles conhece processos de reciclagem de embalagens de tintas após uso, nem reciclagem do residuo de tinta que sobra após o uso, alguns mencionaram o catador e jogar na caçamba como atividades de reciclagem. Embora exista um ponto no bairro “Santa Felicia” da cidade de São Carlos que recolhe as latas de tinta, as lavam e as levam para a reciclagem na cidade de São Paulo.

Pergunta 8. Você conhece alguma doença relacionada com a inalação de compostos emitidos pelas tintas?

Figura. 49. Conhecimento de doenças relacionadas com a emissão de voláteis das tintas.

68 % dos pintores e 48% dos vendedores de lojas afirmaram ter conhecimento de doenças causadas pela inalação de compostos emitidos pelas tintas. Na seguinte Figura são apresentadas as doenças ditas pelos entrevistados, o eixo “y” representa o percentual

de recorrência para cada doença, ou seja, porcentagem do número de repetições ditas por diferentes entrevistados.

As doenças ou impactos na saúde mais comuns manifestados pelos entrevistados são: intoxicação por ambiente fechado, alergia na pele, infecção pulmonar e dor de cabeça. São doenças relacionadas com as emissões de compostos pelas tintas e também pelo contato com a pele. Estas doenças coincidem com os sintomas produzidos por COVs como pode ser verificado no item 5.5.

Figura 50. Doenças declaradas no questionário.

Pergunta 9. Você conhece algum acidente relacionado com tintas (explosões, queimaduras, etc)?

A resposta a esta pergunta mostrou que 77% dos entrevistados afirmam não conhecer acidentes relacionados com as tintas, Figura 51.

Figura 51. Accidentes com tintas

Pergunta 10. Você acha que os selos ambientais são uma estratégia comercial?

Você acha que as propagandas ambientais são uma estratégia comercial?

Figura 52. Resposta à pergunta 10.

Alguns comentários dos entrevistados sobre esta pergunta:

- Baixo odor relacionado ao consumo
- Meio ambiente precisa ser cuidado urgente para garantir nossa vida
- Pois hoje existem exclusivamente esmalte sintético de base água, não contêm cheiro, e tintas em spray livre de tolueno (clorofluor carbono)
- Meio ambiente deve ser protegido
- Existem tintas ecologicamente corretas como as tintas que usam garrafa pet na sua composição, como as tintas Suvinil Max
- Tudo o que é ambiental é bom

- Acho que deveria ser mais claro para o pintor, a maioria dos pintores querem ajudar ao meio ambiente e cuidar da sua saúde, é claro.
- Eles querem mostrar que são amigos do meio ambiente, mas não é assim na realidade.
- Acha que não são todos os fabricantes, mas alguns possuem estratégia comercial.
- Os selos são fundamentais para aprovar o produto e portanto passa a confiar nas tintas, ABRAFATI protege ao consumidor.
- Alerta
- É para vender mais
- Está longe da realidade
- É para vender um pouco
- Confia no fabricante e tudo o que fala a embalagem.
- Não é muito evidente em tinta, não.
- Acrédito plenamente na informação do fabricante
- Acrédito na embalagem

8.1.3. Análises estatísticas para escolha de amostras

Como relatado na metodologia, foi aplicada a Equação 5 para ajudar na escolha das amostras de tinta, onde:

Tabela 46. Recorrência das marcas de tinta do questionário.

Número (n)	Marca de tinta	Recorrência (xi)
1	Suvinil Premium	23
2	Glasurit Padrão	2
3	Glasurit Econômica	1
4	Hydronorth Eco Pintura Premium	2
5	Hydronorth Graffiato Premium	2
6	Metalatex Premium	22
7	Novacor Padrão	3
8	Kem Tone Econômica	8
9	Lukscolor Premium	11
10	Dacar Premium	4
11	Dacar Padrão	4
12	Eucatex Premium	1
13	Eucatex Padrão	2
14	Peg e Pint Econômica	5
15	Coral Premium	5
16	Coral Padrão	1
17	Coral Coralar Econômica	5
18	Delanil Decorama Premium	1
19	Diacryl Delanil Standar	1
20	Diatex Econômica	1
21	Maza Premium	1
22	Acrilar Premium	1
23	Brasilar Standar	1
24	Brasinil Econômica	1
25	Anjo Premium	1
26	Anjo Standar	1
27	Anjo Econômica	1
28	Renove Premium	1
29	Renove Estándar	1

30	Renove Profissional	1
31	Real Premium	5
32	Real Standar	5
33	Real Econômica	5
TOTAL		184

A média aritmética dos dados é 5,58 só 4 nomes de tintas apresentam recorrência superior à média aritmética sendo duas delas do mesmo fabricante, porém ficou decidido escolher uma tinta por marca e também escolher as tintas com recorrência mais próxima à média aritmética, a escolha dois esmaltes e as tintas foi feita seguindo as recomendações da metodologia e a escolha do verniz foi feito pensando em não repetir nenhuma marca que já tenha sido escolhida, as tintas, o verniz e esmaltes escolhidos são apresentados na Tabela 47 abaixo.

Tabela 47. Tintas escolhidas para ser testadas nesta pesquisa.

N ^o .	Nome das tintas
Tinta 1	Tinta Acrílica Real Cril
Tinta 2	Tinta Acrílica Peg & Pinte
Tinta 3	Tinta Acrílica Coral Coralar Interior Econômica
Tinta 4	Tinta Lukscolor Acrílico Premium Plus
Tinta 5	Tinta Sherwin Williams Metalatex Super Acrílica Premium Sem Cheiro
Tinta 6	Tinta Suvinil Látex Premium Max
Tinta 7	Esmalte sintético Premium Plus Lukscolor
Tinta 8	Esmalte Suvinil Base água
Tinta 9	Verniz Coral Coramar

Importante saber que não necessariamente as tintas vão ficar nessa ordem quando forem realizadas as análises de laboratório.

8.1.4. Manipulação e observação das amostras

A. Preparação de amostras Norma ISO 1513

Neste item tem-se o reconhecimento e análise preliminar das amostras a serem testadas, seguindo as recomendações da norma ISO 1513, expondo informações exigidas pela norma.

1. Recipientes de amostras

Todos os recipientes das tintas foram encontrados em ótimas condições, garantindo que os conteúdos não foram afetados. Não foram observadas protuberâncias na tampa nem foi perturbado o conteúdo quando aberto o recipiente.

2. Procedimento preliminar para produtos líquidos

A Tabela seguinte apresenta informações sobre as amostras das tintas, que refletem o estado encontrado nas mesmas antes da amostragem.

Tabela 48. Exame visual das amostras de tintas.

Tinta	Superfície de pele	Consistência	Separação em camadas	Impurezas visíveis	Clareza e Cor	Sedimento
1	Não apresenta	Tixotrópica* muito espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco Neve	Mole
2	Não apresenta	Tixotrópica* espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco	Não apresenta
3	Não apresenta	Tixotrópica* não espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco	Não apresenta
4	Não apresenta	Tixotrópica* espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco	Não apresenta
5	Não apresenta	Tixotrópica* espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco	Não apresenta
6	Não Apresenta	Tixotrópica* muito espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco	Não apresenta
7	Não Apresenta	Tixotrópica* muito espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco	Não apresenta
8	Não Apresenta	Tixotrópica* não espessa	Não apresenta	Não apresenta	Branco	Não apresenta
9	Não Apresenta	Tixotrópica* não espessa	Não apresenta	Não apresenta	Transparente	Não apresenta

***tixotrópica**: consistência tixotrópica é a diminuição da viscosidade aparente de um líquido sob tensão de cisalhamento seguido por uma recuperação gradual quando a tensão é removida. O efeito é dependente do tempo, a consistência de um material tixotrópico é marcadamente reduzida mexendo ou agitando.

3. Homogeneização

Todas as amostras foram agitadas antes de usar, as amostras que apresentaram consistência tixotrópica foram misturadas antes da amostragem recuperando a consistência normal do produto.

Todas as operações foram feitas com cuidado, o mais rápido possível para garantir a perda mínima de solvente.

4. Informações das amostras

O local de amostragem foi o laboratório de arquitetura da universidade de São Carlos – São Paulo, nas datas de 5 abril, 25 de junho, 10 de julho e 1 de agosto, esta sala de laboratório possui temperatura e umidade controlada sendo os valores médios

durante toda a amostragem de 23°C e 70% respectivamente (condições do laboratório). O dispositivo de amostragem foi uma espátula-colher, ver item 4.2.

A continuação informação preliminar das amostras de tintas encontradas nas latas de tintas.

Tabela 49. Informação preliminar das tintas.

Tinta	Fábrica	Data de fabricação	Tamanho	Número de lote
1	Tintas Real	-----	3,6 L	01118122
2	Tintas Eucatex	-----	3,6 L	813954092
3	Akzo Nobel	-----	3,6 L	11104100101
4	Lukscolor	09/05/2012	3,6 L	160904
5	Sherwin Williams	-----	3,6 L	66976744
6	Suvinil	-----	900 mL	A123362452
7	Lukscolor	13/12/12	900 mL	166459
8	Suvinil	-----	900 mL	F123703721
9	Coral	-----	3,6 L	7582.414

Outras informações

Como informação adicional foi feita uma segunda análise visual das tintas para estabelecer os procedimentos de qualidade e normativas usadas pelos fabricantes, impressas so na embalagem da tinta.

Este análise tem como objetivo ver os procedimentos de qualidade das tintas e as normas empregadas para sua fabricação assim como políticas de sustentabilidade de cada fabricante, tendo como única informação a embalagem.

Tabela 50. Informação das latas de tinta.

Nome	Real Cril	Peg & Pinte	Coal Coralar	Lukscolor Premium Plus
Tipo	Tinta Acrílica	Tinta Acrílica	Tinta Acrílica	Tinta Acrílica
Fabricante	Real	Eucatex	Akzo nobel	Lukscolor
Conteúdo	3,6 L	3,6 L	3,6 L	3,6 L
Validade	01/2015	09/2014	12/2013	05/2014
Propaganda	<ul style="list-style-type: none"> - Ótima resistência - Baixo Odor - Antimofo - fácil limpeza - Rende até 64 m²/demão. - Dilui até 40% - Concentrado 	<ul style="list-style-type: none"> - Ação antimoho - Rendimento superior. - Rende de 40 a 50 m²/demão. - Indústria brasileira. 	<ul style="list-style-type: none"> - Economia com qualidade. - Baixa emissão de CO₂. - Ótima resistência antimoho. - Construindo um futuro sustentável. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta durabilidade. - Superior cobertura e rendimento. - Baixíssimo respingo, menos sujeira. - Resistência superior. - Conforto, possui suave perfume. - Com menos tinta você pinta muito mais. - Cobre mais com menos demãos. - Rende 80 m²/demão. - Premium plus porque supera as normas da categoria. - Alta tecnologia e performance: a pintura dura muito mais.
Composição básica da tinta	Resina a base de dispersão aquosa de copolímeros acrílicos modificados, pigmentos inorgânicos e orgânicos, cargas minerais, aditivos específicos, glicóis, agentes espessantes, microbiocidas, hidrocarbonetos alifáticos e água.	Resina a base de dispersão aquosa de copolímeros estireno acrílico, pigmentos insetos de metais pesados, cargas minerais inertes, glicóis e tenso ativos.	Resina acrílica modificada, pigmentos ativos e inertes, coalescentes, espessantes, microbicidas não metálicos, outros aditivos e água.	Dispersão aquosa de polímero acrílico modificado, pigmentos orgânicos e inorgânicos, cargas inertes, aditivos específicos, água, coalescentes e fragrância antialérgica. Não contém pigmentos e aditivos à base de metais pesados.
Normas que menciona a embalagem	<ul style="list-style-type: none"> - ABNT NBR 13245 - NBR 11702 da ABNT Tipo 4.5.3. - NBR 15079. 	<ul style="list-style-type: none"> - ABNT NBR 13245 junho de 2011. - NBR 11702 da ABNT Tipo 4.5.3. - NBR 15079 	<ul style="list-style-type: none"> - ABNT NBR 11702 de 07/2010 tipo 4.5.1. - NBR 15079 	<ul style="list-style-type: none"> NBR 11702 Julho/2010 da ABNT tipo 4.5.1. NBR 15079 de Maio/2011 NBR 13245 de Fev/1995
Selos de qualidade e ambientais na embalagem	<p>-Aço reciclável</p> <p><i>Mencionam COVs como hidrocarbonetos alifáticos e glicóis.</i></p> <p><i>Não apresenta informação sobre processos de qualidade.</i></p>	<p>-Aço reciclável</p> <p>-ISO 9001 2008</p> <p><i>Fala COVs como estireno acrílico.</i></p>	<p>-Aço reciclável.</p> <p>- ISO 9001</p> <p><i>Não fala de COVs.</i></p>	<p>-Aço reciclável.</p> <p><i>Não fala de COVs, mas apresenta na embalagem boa informação sobre precauções e recomendações, uma dessas recomendações tem a ver com emissões de vapores: durante a preparação, aplicação e secagem, mantenha o ambiente bem ventilado para evitar a inalação de vapores. Recomendamos o uso de máscaras protetoras, óculos de segurança e luvas.</i></p>

Nome	Metalatex	Suvinil Max	Plus Lukscolor	Suvinil	Coral Coramar
Tipo	Tinta Acrílica	Tinta Latex	Esmalte	Esmalte	Verniz
Marca	Sherwin Williams	Suvinil	Lukscolor	Suvinil	Coral
Conteúdo	3,6 L	900 mL	900 mL	900 mL	3.6 L
Validade	01/2016	05/2015	05/2015	06/2015	12/2013
Propaganda	<ul style="list-style-type: none"> - Cores mais fiéis. - Sem cheiro. - Exterior e interior. 	<ul style="list-style-type: none"> - 2X mais resistente que a Fórmula anterior. - 40% mais rendimento. - Finíssimo acabamento - Exterior interior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia e durabilidade. - Máxima proteção. - Não descasca. - Alta performance a pintura dura mais. - Possui baixo odor. - Cobre mais com menos demãos. - Com menos tinta você pinta muito mais. - Ultrarendimento. - Premium plus por que supera as normas da categoria. - Produto de baixa toxicidade isento de metais pesados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Secagem rápida. - Baixo odor. - Resistência a fungos. - Não amarela. 	<ul style="list-style-type: none"> - Economia com qualidade. - Fino acabamento. - Fácil aplicação. - Ótimo nivelamento. - Interiores. - Sem adição de chumbo.
Composição básica da tinta	Água, bactericidas e fungicidas (isotiazolinonas), carbonato de cálcio, silicato de alumínio, dióxido de titânio, éteres glicólicos, hidrocarboneto alifático (faixa de destilação 140 °C – 200 °C), pigmentos orgânicos e inorgânicos (teores e tipos diferentes em função da cor do produto, isentos de chumbo e cromatos) e polímero acrílico modificado.	Resina a base de dispersão aquosa de polímeros acrílicos e vinílicos, pigmentos insetos de metais pesados, cargas inertes, glicóis e tenso-ativos etoxilados e carboxilados, bactericida e fungicida a base de isotiazolonas.	Produto a base de resina alquídica pigmentos orgânicos e inorgânicos, cargas inertes aditivos específicos, hidrocarbonetos alifáticos e pequena fração de aromáticos. Não contem pigmentos e aditivos a base de metais pesados, não contem benzeno.	Resina acrílica modificada, pigmentos ativos e inertes, coalescentes, espessantes microbicidas não metálicos e água.	Resina alquídica, secantes, aditivos, solventes alifáticos com pequena fração de aromáticos. Contém benzeno na concentração máxima de 0,25% em volume.
Normas que menciona a embalagem	ABNT NBR 13.245 NBR 11.702 da ABNT tipo 4.5.1. NBR 15.079 da ABNT	ABNT NBR 13.245 NBR 11.702 da ABNT tipo 4.5.1. NBR 15.079 da ABNT NBR 14.940 de abril de 2003.	ABNT NBR 13.245 NBR 11.702 da ABNT tipo 4.2.1.1. NBR 15.494 da ABNT tipo 4.2.1.6	ABNT NBR 13.245 NBR 11.702 da ABNT tipo 4.2.2.1.	NBR 11.702 da ABNT tipo 4.4.2.
Selos de qualidade e ambientais na embalagem	-Aço reciclável.- ISO 9001 - ISO 14001 - OHSAS 18001 Mencionam COVs como hidrocarbonetos alifáticos e glicóis.	-Aço reciclável. Fala COVs como glicóis.	-Aço reciclável. -Líquido inflamável. Fala COVs como hidrocarbonetos alifáticos e pequena fração de aromáticos	-Aço reciclável. Não fala de COVs.	-Aço reciclável. -ISO 9001-2000 -Líquido inflamável 3. Fala COVs como hidrocarbonetos alifáticos e pequena fração de aromáticos

8.2. RESULTADOS EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO A: PERDA DE MASSA EM PLACAS DE ALUMÍNIO

Os seguintes gráficos são resultado do experimento realizado no laboratório de construção civil do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – São Carlos em Abril, Maio e Junho de 2013, segundo as condições e equipamentos estabelecidos na metodologia (ver Item 4.2.). Pode-se observar a mudança da massa total aplicada sobre a placa de alumínio durante as primeiras horas de secagem, nestes gráficos fica estabelecido que aproximadamente, dentro das três primeiras horas todas as tintas deixam de perder massa dentro da escala de medição adotada. Ver dados completos no Anexo G.

As seguir são apresentados os gráficos de perda de massa em função do tempo para todas as tintas, Figura 53.

Na tabela e no gráfico abaixo estão representados os dados com o percentual de massa na placa de alumínio e a perda percentual de massa das amostras de tinta.

Tabela 51. Dados de emissão de voláteis das amostras de tintas.

Tinta	Amostra 1	Amostra 2	Média	% massa	% Emissão	Desvio padrão
Tinta 1	47	47	47	47	53	0
Tinta 2	47	45	46	46	54	1
Tinta 3	42	38	40	40	60	3
Tinta 4	51	52	52	52	48	1
Tinta 5	52	52	52	52	48	0
Tinta 6	52	55	54	54	46	2
Esmalte 1	74	73	74	74	26	1
Esmalte 2	55	55	55	55	45	0
Verniz 1	51	47	49	49	51	3

Os dados completos podem ser observados no Anexo G.

Figura 53. Gráficos da perda de massa para as tintas 1,2,3 e 4.

Todas as tintas apresentam uma tendência similar na perda de massa, todas as tintas apresentam a maior perda de massa nas primeiras duas horas após aplicação da tinta sobre as placas de alumínio. Figura 53 e Figura 54.

Figura 54. Gráficos da perda de massa para as tintas 5,6,7, esmalte 1, esmalte 2 e verniz 1.

Em algumas tintas observa-se a perda de mais de 50% da massa, ou seja, 50% da tinta aplicada foi emitida ao ambiente, a maior parte da massa perda pode ser considerada como água, é importante frisar que está análise é feita puramente com a tinta que vem de dentro da embalagem, sem a adição de água ou solvente.

A amostra de Esmalte 1 experimentou menor perda de massa e a tinta 3 a maior perda de massa

As medidas de umidade e temperatura são necessárias para cada dia, pois em nosso laboratório foi observada mudanças menores na temperatura e umidade do ambiente interno do laboratório por causa de variações da temperatura e umidade no ambiente externo.

Figura 55. % de emissão de COVs em tintas imobiliárias.

8.3. RESSULTADOS EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO B: CROMATÓGRAFO GASOSO ACOPLADO A DETECTOR FID / SPME

Foram analisadas as tintas a base água, no total 7 tintas. Em seus cromatogramas foram encontrados excessivos compostos, ocasionando o receio de testar as tintas a base solvente, pois as fibras do SPME poderiam se danificar (quando há excesso de compostos na amostra é possível que a fibra do SPME absorva excessivos compostos e provoque na fibra um enchimento que quando ela se contrai pode se quebrar). Como as amostras de base água tinham muitos compostos ficou decidido descartar as duas tintas a base solvente deste experimento e do próximo. O resultado dessa experiência está registrada na tabela abaixo, a qual define condições cromatográficas aceitáveis para cada tipo de tinta, esta tabela (Tabela 52) serve como base para qualificar os compostos do próximo experimento de laboratório.

Tabela 52. Condições cromatográficas finais para cada tinta.

Tinta	Amostra	Massa (mg)	Tempo (minutos)
1 Úmida	1	10	1
1 Seca	2	10	10
2 Úmida	3	50	1
2 Seca	4	50	10
3 Úmida	5	10	15
3 Seca	6	10	15
4 Úmida	7	50	10
4 Seca	8	50	5
5 Úmida	9	50	5
5 Seca	10	50	10
6 Úmida	11	10	1
6 Seca	12	10	5
7 Úmida	13	10	10
7 Seca	14	10	10

No total foram feitas 63 corridas cromatográficas para se chegar às condições mais apropriadas. As demais condições cromatográficas estão expressas na metodologia do item correspondente a esta experiência (Item 4.3).

8.4. RESSULTADOS EXPERIMENTO DE LABORATÓRIO C: CROMATÓGRAFO GASOSO ACOPLADO AO DETECTOR DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS / SPME

Este experimento está dividido em duas etapas: 1. Experimento em modo SIM (monitorização seletiva de íons caraterísticos dos compostos presentes na amostra) e 2. Modo Scan (análise entre duas massas para obter a informação total do conteúdo da amostra a ser analisada). Na sequência o resultado dos dois experimentos.

8.4.1. Experimento da corrida cromatográfica modo SIM

Em modo SIM o espectrômetro de massa é um detector muito sensível e muito seletivo, este modo é empregado para a análise de traços de compostos conhecidos. O modo SIM consiste num monitorimento selectivo de íons caraterísticos dos compostos presentes na amostra, para este experimento foi realizada uma procura específica de 9 tipos de COVs nas amostras de tintas. Neste caso foram monitorados os compostos listados na Tabela 53. Para ajudar numa melhor compreensão deste procedimento, o mesmo ficou abarcado entre o passo 1 e o passo 2 da metodologia detalhada no Item 7.4.5. Os resultados deste modo permitem estabelecer com certeza a presença dos compostos monitorados.

Resultado do Passo 1 da Metodologia:

Os nove compostos procurados foram dissolvidos em metanol e corridos no cromatógrafo em modo SCAN baixo as condições cromatográficas descritas na metodologia do Item 4.4 deste trabalho. Como resultado da corrida cromatográfica anterior os tempos de monitoramento e os íons característicos de cada composto são listados na Tabela 53, abaixo.

Tabela 53. Tempo de monitoramento de massas de 9 COVs específicos.

Compostos	Resultado cromatograma solventes individuais.	
	Tempo de monitoramento em minutos	Massas (m/z)
Estireno	9,3 - 10	104
Acetona	1,8 - 1,9	43, 58
Etilbenzeno	8,49 - 8,6	106, 91
Xileno	8,76 - 8,6 e 9,3 - 9,5	106, 91
Acetato de butila	7,4 - 7,6	56, 61, 73, 116
Trimetilbenzeno	11,4 - 11,8	120, 105
Benzeno	2,9 - 3,2	78
Tolueno	5,5 - 5,8	91
Diclorobenzeno	12,2 - 12,3	111,113,146,148

Resultado do Passo 2 da Metodologia:

Neste passo foram corridas as amostras de tintas no cromatógrafo em modo SIM com as condições determinadas na tabela anterior (Tabela 53) isto com o intuito de procurar os COVs específicos nas emissões de cada tinta, os resultados foram os seguintes, Tabela 54.

Tabela 54. Resultados da corrida cromatográfica modo SIM

CAS #	Compostos	Tinta 1	Tinta 2	Tinta 3	Tinta 4	Tinta 5	Tinta 6	Tinta 7
67-64-1	Acetona	x	x	x	X	x	x	x
71-43-2	Benzeno	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado
108-88-3	Tolueno	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado
123-86-4	Acetato de Butila	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado	não detectado
100-41-4	Etil benzeno	x	x	x	X	x	x	x
108-38-3	Xileno	x	x	x	X	x	x	x
100-42-5	Estireno	x	x	x	X	x	x	x
526-73-8	1,2,3-Trimetil benzeno	não detectado	não detectado	não detectado	X	x	x	x
95-50-1	Diclorobenzeno	não detectado	x	x	não detectado	x	x	x

Como resultado da corrida cromatográfica em modo SIM foram detectados Acetona, Etilbenzeno, Xileno e Estireno nas emissões de todas as amostras de tintas, 1,2,3-Trimetilbenzeno nas emissões das amostras de tintas 4,5,6 e 7 e Diclorobenzeno nas emissões das amostras de tinta 2,3,5,6 e 7.

Os compostos: benzeno, tolueno e acetato de butila não foram detectados por meio deste procedimento, isso não significa que estes COVs não estejam presentes na sua composição, simplesmente o método não tem o alcance de detectá-los, é recomendável fazer outro procedimento para confirmar a presença ou não destes COVs nas amostras de tintas por meio de cromatografia gasosa.

Pode-se dizer que os compostos encontrados por meio deste modo (SIM) estão presentes nas emissões das amostras de tintas testadas com maior certeza do que o modo SCAN.

8.4.2. Experimento de corrida cromatográfica em modo SCAN

O objetivo desta parte foi detectar a maior quantidade de compostos orgânicos voláteis que fazem parte das emissões atmosféricas das amostras de tintas, para isso é utilizado o modo SCAN que consiste em fazer uma varredura entre duas massas para obter informação total do conteúdo da amostra a ser analisada. No modo SCAN é empregado uma análise qualitativa para a identificação de compostos por meio da procura na biblioteca de espectros instalada no programa do cromatógrafo, neste caso a biblioteca de espectros é da NIST “National Institute of Padrões and Technology”.

As condições cromatográficas utilizadas no modo SCAN são as descritas na metodologia (Item 4.4.) deste trabalho. Em seguida são apresentados os cromatogramas das amostras de tintas úmidas e secas com os picos enumerados dos COVs que foram detectados e a respectiva lista de 56 COVs relacionados nos cromatogramas.

É importante saber que as emissões atmosféricas de cada amostra de tinta contém demasiados COVs, por esta razão em algumas amostras a identificação dos COVs foi impossibilitada pela co-eluição de áreas de vários picos (ou compostos).

As identificações de todos os compostos tiveram um percentual de coincidência superior aos 90%.

Não é possível dizer que os compostos achados por meio deste modo (SCAN) estão presentes na composição química das emissões de tinta, para completar as análises e confirmar os resultados é necessário fazer testes que envolvam índices de retenção e espectros de massa de cada composto. Porém os compostos encontrados são bem suspeitos de estarem presentes nas emissões voláteis das tintas analisadas.

Figura 56. Cromatogramas de todas as amostras das tintas secas e umidas

Tabela 55. Lista completa dos COVs achados em cada tinta e seus respectivos tempos modo SCAN.

No.	COMPOSTO	CAS#	Fórmula molecular	Massa mol.	T.1 Seca	T.2 Seca	T.3 Seca	T.4 Seca*	T.5 Seca*	T.6 Seca	T.7 Seca	T.1 Umida	T.2 Umida	T.3 Umida	T.4 Umida	T.5 Umida	T.6 Umida	T.7 Umida
					Tempo de retenção em minutos													
Ácidos carboxílicos																		
1	Acido Acetico	64-19-7	C2H4O2	60						2,40								
Alcanos																		
2	2,6 Dimetil Heptano	1072-05-5	C9H20	128										7,6				
3	Decano	124-18-5	C10H22	142				15,20	15,10		11,9		11,90					
4	Dodecano	112-40-3	C12H25	170		15,60			21,90							15,60		
5	3 Etil 2 Metil Heptano	14676-29-0	C10H22	142									10,60	10,60				
6	2 Metil Decano	6975-98-0	C11H24	156				9,80										
7	4 - Metil decano	2847-72-5	C11H24	156				15,90	15,90									
8	2 Metil Nonano	871-83-0	C10H22	142					13,70									
9	2- Metil Octano	3221-61-2	C9H20	128					9,70			8,70	8,70	8,70				
10	3 Metil Octano	2216-33-3	C9H20	128		8,90			9,90				8,90	8,90				
11	4 Metil Octano	2216-34-4	C9H20	128									8,60		8,70			
12	Nonano	111-84-2	C9H20	128		11,20*/ 9,7		11,33	11,20			9,60	9,60	9,70				
13	Octano	111-65-9	C8H18	114		6,77			7,00			6,76		6,80		6,60		
14	n - Undecano	1120-21-4	C11H24	156				18,69	18,6		13,8		13,88		13,88			
Alcanos bicíclicos																		
15	Trans decahidro naftaleno	493-02-7	C10H18	138					17,15									
Álcoois																		
16	Butanol, n-butyl alcohol	71-36-3	C4H10O	74						3,20				3,30	3,20	3,00	3,20	3,32
17	Etanol	64-17-5	C2H6O	46	1,70		1,70			1,70		1,80	1,70	1,70			1,71	
18	2 Etil 1 Hexanol	104-76-7	C8H18O	130														
19	3 Metil 1 Butanol; Alcohol isoamilico	123-51-3	C5H12O	88									4,90					
20	2 Metil Propanol; tert-Butyl alcohol	75-65-0	C4H10O	74													2,00	2,00
21	2 Metil 1-Propanol / Isobutanol	78-83-1	C4H10O	74													2,70	
22	7-Metil 2-Metil 4-Undecanol	103-20-8	C14H30O									12,6						
Aldeídos																		
23	Hexanal; Hexaldehyde	66-25-1	C6H12O	100					7,10							6,70		
24	Pentanal / n-Valeraldehyde	110-62-3	C5H10O	86					3,70							3,60		
Amina																		
25	Metanamina	100-97-0	C6H12N4	140			16,6			16,5								

No.	COMPOSTO	CAS#	Fórmula molecular	Massa mol.	T.1 Seca	T.2 Seca	T.3 Seca	T.4 Seca*	T.5 Seca*	T.6 Seca	T.7 Seca	T.1 Umida	T.2 Umida	T.3 Umida	T.4 Umida	T.5 Umida	T.6 Umida	T.7 Umida
					Tempo de retenção em minutos													
Cetonas																		
26	Acetona	67-64-1	C3H6O	58								1,90	1,80	1,90				1,80
Cicloalcanos																		
27	n=Butilciclohexano Butane	1678-93-9	C10H20	140					16,24									
28	Etilciclohexano	1678-91-7	C8H16	112					8,3									
29	1 Etil 3 Metil Ciclo hexano	3728-55-0	C9H18	126										9,90				
30	1 Etil 4 Metil Trans Ciclohexano	4926-78-7	C9H18	126					10,6									
31	1 -Etil 4-Metil trans Ciclohexano	6236-88-0	C9H18	126		9,40		10,70	10,70				9,30			9,30		
32	(1 Metil etil) Ciclohexano	696-29-7	C9H18	126				12,52	12,30									
33	Propil Ciclo hexano	1678-92-8	C9H18	126									10,40	10,40				
34	1,1,2,3 Tetrametil Ciclohexano	6783-92-2	C10H20	140		13,4*			13,4					11,1				
35	1,1,3 Trimetil Ciclohexano	3073-66-3	C9H18	126		8,5*/7,9		8,5	8,5					7,9	7,9	7,8		
36	1,2,4 Trimetil ciclohexano	7667-60-9	C9H18	126		9,1*/8,4		9,1	9,1				8,4	8,3	8,3	8,3		
37	1,2,3, Trimetil Ciclohexano	1678-81-5	C9H18	126		9		10,17					9		9			
38	1,7,7 Trimetil Ciclo 2.2.1.0.(2,6) Heptano	508-32-7	C10H16	136		12,5*												
Esteres																		
39	Acetato de n-Butilo , n-butyl acetato	123-86-4	C6H12O2	116														7,40
40	Propanoic acid,2-methyl-, 1-(2-hydroxy-1-methylethyl)-2,2-dimethylpropyl ester; 2,2, Dimetil -1-(2 Hidroxi-1 Isopropil) propil ester del acido isobutanoico	74367-33-2	C12H24O3	216	18,0	26,4*/18,0	18,1	26,40	26,38	18,0	18,15	18,00	18,00	18,00	18,00	18,10		18,15
41	Acido propanoico, 2-metil-, 3-hidroxi-2,4,4-trimetilpentil ester	74367-34-3	C12H24O3	216	18,40	27*/18,4	18,4	27,10	27,03	18,4	18,4	18,40	18,40	18,50	18,38	18,50	18,40	18,40
Éteres																		
42	N-Butil Eter, 1,1' - oxybisbutane, dibutyl ether	142-96-1	C8H18O	130							9,2						9,20	9,20
43	Cineol, 1-4- Epoxi - P - mentano	470-67-7	C10H18O	154									12,32					
44	1-4 Dioxano	123-91-1	C4H8O2	88													4,00	4,20
Éter glicólico																		
45	2 Fenoxi etanol; 1-Hidroxi-2-fenoxietano.	122-99-6	C8H10O2	138	16,05	22*/16,0	16,0			16,1	16,1				16,00		16,00	

No.	COMPOSTO	CAS#	Fórmula molecular	Massa mol.	T. 1 Seca	T. 2 Seca	T. 3 Seca	T. 4 Seca*	T. 5 Seca*	T. 6 Seca	T. 7 Seca	T. 1 Umida	T. 2 Umida	T. 3 Umida	T. 4 Umida	T. 5 Umida	T. 6 Umida	T. 7 Umida
					Tempo em minutos													
Éteres silicos																		
46	Hexametil disiloxano (HMDS)	107-46-0	C6H18O Si2	162							3,3							
47	Octametil Ciclotetraxiloxano	556-67-2	C8H24O4 Si4	296							11,5							11,50
48	Trimetil Silanol	1066-40-6	C3H10OSi	90														2,2
Glicóis																		
49	Propileno Glicol	57-55-6	C3H8O2	76						5,70	5,7						5,50	5,70
50	2,2,4 Trimetil 1,3 Pentanodiol	144-19-4	C8H18O2	146	15,0		14,9											
Hidrocarbonetos aromaticos																		
51	Etilbenzeno	100-41-4	C8H10	106							8,5		8,5	8,5			8,50	8,60
52	4 Etil 1,2 Dimetilbenzeno	934-80-5	C10H14	134									12,50					
53	2 Metil Decano Hidro Naftaleno	2958-76-1	C11H20	152					19,60							14,30		
54	p-xileno	106-42-3	C8H10															
55	1,2,4 - Trimetilbenzeno	95-63-6	C9H12	120				14,9					11,8					
56	1,2,3 - Trimetil Benzeno	526-73-8	C9H12	120											12,43			
* Programação com as mesmas condições só que com patamar de 5 min																		

Os resultados mostram que os dois compostos da lista: 2,2,Dimetil-1-(2 Hidroxi-1 Isopropil)propil ester do ácido isobutanóico (número 40) e ácido propanóico, 2-metil-, 3-hidroxi-2,4,4-trimetilpentil ester (número 41) são suspeitos de estar presentes em todas as tintas.

Os compostos mais comuns usados pelos fabricantes de tintas e seus respectivos números na Tabela 55 são: nonano (número 12), n-undecano (número 14), butanol (número 16), etanol (número 17), 1,1,3 Trimetil Ciclohexano (número 35), 1,2,4 Trimetil ciclohexano (número 36), 2 Fenoxi etanol (número 45) e etilbenzeno (número 51).

8.5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS NO LABORATÓRIO C.

As análises apresentadas neste capítulo sobre as emissões de COVs das tintas frescas e secas podem ajudar no estudo da sustentabilidade de materiais de construção, pois usar materiais que afetam a saúde de quem trabalha com eles ou de alguém que tenha algum tipo de exposição indireta não caberiam ser considerado sustentável, como foi mostrado neste capítulo, os COVs achados nas tintas tem implicações adversas à saúde, a maior parte dos sintomas está relacionada com efeitos no sistema respiratório. As doenças mencionadas na pergunta 8 do questionário coincidem com as encontradas na literatura, reiterando as consequências na saúde.

Neste item foram analisados todos os compostos da Tabela 55, em quatro frentes:

- 1.** Limites de exposição máxima profissional dos COVs encontrados, procuras em diferentes agências internacionais. Foi encontrado que para a maior parte dos compostos não existem valores limites de exposição máxima, isto é um alerta para os pintores e pessoas que trabalham por mais de 8 horas diárias com as tintas, pois a exposição a tinta é também uma exposição de diversas substâncias químicas misturadas.
- 2.** Resultados de estudos de toxicidade, periculosidade e sintomas devido à exposição de cada composto orgânico volátil. Isso com o intuito de determinar quão nocivo à saúde podem ser os COVs encontrados em cada amostra.
- 3.** Encontra-se uma correspondência entre os COVs achados no laboratório e estudos e pesquisas que estejam correlacionados com esses COVs em atividades voltada para a construção civil.
- 4.** Comparação entre as fichas de segurança das amostras de tintas dadas pelos fabricantes quanto aos compostos nomeados que representam algum risco à saúde e os COVs encontrados nesta pesquisa. Assim como uma análise de sustentabilidade das tintas imobiliárias a partir da informação coletada nesta pesquisa.

8.5.1. Limites de exposição máxima profissional dos COVs encontrados

Nem para todos os COVs existem limites de exposição máxima, é preocupante o fato de não apresentarem informação de limites de exposição máxima, pois as consequências da exposição a esses compostos não têm como serem prevenidas, os demais compostos que possuem informação sobre limites de exposição são apresentados na Tabela 56 abaixo (a numeração da Tabela 55 foi conservada). Por outro lado os 9 COVs da Tabela 54 tem sido atenciosamente analisados na bibliografia, esses limites são apresentados na Tabela 23 do capítulo 4.

Tabela 56. Limites de exposição máxima profissional de alguns COVs

Limites de exposição Laboral Máximos Permitidos de Exposição ao Composto															
			ACGIH (R) TLVs®		OSHA PELs		NIOSH		DFG						
			TWA		STEL/CEIL ©		TWA		RELs		MAKs				
Número	Composto	CAS#	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	PEAK	Referências	
Ácidos carboxílicos															
1	Ácido Acetico	64-19-7	VALORES LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS DE EXPOSIÇÃO VLA-ED ® : 10 ppm; 25 mg/m3 VLA-EC ® : 15 ppm; 37 g/m3											MINIST. DO TRABALHO E IMIGRAÇÃO (2010)	
Alcanos															
12	Nonano	111-84-2	200	1050					200	1050					
13	Octano	111-65-9	300	1401			500	2350	75	350	500	2400	II (2)	ACGIH 2009	
Álcoois															
16	Butanol, n-butyl álcool	71-36-3	20	61			100	300			100	310	I (1)** C	ACGIH 2009	
17	Etanol	64-17-5			1000	1880	1000	1900	1000	1900	500	960	II (2)	ACGIH 2009	
18	2 Etil 1 Hexanol	104-76-7									20	110	I (1)** C	ACGIH 2009	
19	3 Metil 1 Butanol; Álcool isoamilico	123-51-3	100	361	125	452	100	360	100	360	20	73	I (4)** C	ACGIH 2009	
20	2 Metil Propanol; tert-Butyl álcool	75-65-0	100	303			100	300	100	300	20	62	II (4)** C	ACGIH 2009	
21	2 Metil 1-Propanol / Isobutanol	78-83-1	50	152			100	300	50	150	100	310	I (1)** C	ACGIH 2009	

			Limites de exposição Laboral Máximos Permitidos de Exposição ao Composto											
			ACGIH (R) TLVs®		OSHA PELs		NIOSH		DFG		ACGIH (R) TLVs®			
			TWA		STEL/CEIL ©		TWA		RELs		MAKs			
Número	Composto	CAS#	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	ppm	CAS#	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	ppm	Referências
Aldeídos														
23	Hexanal; Hexaldehyde	66-25-1	"Duas horas de exposição ao n-hexanal resulta em ligeira irritação em 10 ppm, sem adversidade aparente a 2 ppm." Ernstgard et al. (2006)						50 NIOSH, 1997	175 NIOSH, 1997				NIOSH 1997 Ernstgard et al. (2006)
24	Pentanal / n-Valeraldehyde	110-62-3	50	176					50	175				ACGIH 2009
Amina														
25	Metanamina	100-97-0											Sh	ACGIH 2009
Cetonas														
26	Acetona	67-64-1	500	1188	750	1782	1000	2400	250	590	500	1200	I (2)**	ACGIH 2009
Ésteres														
39	Acetato de n-Butilo , n-butil acetato	123-86-4	150	713	200	950	150	710	150	710	100	480	I(2)** C	ACGIH 2009
Éteres														
44	1-4 Dioxano	123-91-1	20	72			100	360			20	73	I (2)	ACGIH 2009
Éter glicólico														
45	2 Fenoxi etanol; 1-Hidroxi-2-fenoxietano.	122-99-6									20	110	I (2) ** Skin; C	ACGIH 2009
Glicóis														
49	Propileno Glicol	57-55-6	10 mg/m3 segundo AIHA WEELS											ACGIH 2009
Hidrocarbonetos aromáticos														
51	Etilbenzeno	100-41-4	(100) NIC-50	(434) NIC-217	125 BEI	543 NIC-A3	100	435	100	435				ACGIH 2009
55	1,2,4 – Trimetilbenzeno	95-63-6	25***	123***					25	125	20	100	II (2)** C	ACGIH 2009
56	1,2,3 - Trimetilbenzeno	526-73-8	25***	123***					25	125	20	100	II (2)** C	ACGIH 2009

** nestes casos, ver Tabela 57.

*** mistura de todos os isômeros CAS 25551-13-7

Tabela 57. Valores de MAK

Fatores de excursão, duração máxima de picos, número máximo por turno, e o intervalo mínimo entre picos.

Categoria	Fator de excursão	Duração	Número por turno	Intervalo ^A
I.Substâncias para as quais ocorrem efeitos irritantes locais, determinar o valor MAK, também alérgenos respiratórios.	1 ^B	15 min, valor médio. ^C	4	1 hora
II. Substâncias com efeitos sistêmicos.	2 ^B	15 min, valor médio		1 hora

A. Só para fatores de excursão > 1.

B. O valor padrão ou um valor específico da substância (máximo 8)

C. Em certos casos, um valor momentâneo (concentração que não deve ser excedido em qualquer tempo) pode também ser estabelecido.

Fonte: ACGIH, 2009

8.5.2. Toxicidade e Fonte de Exposição em Construção Civil

Em seguida são apresentadas duas tabelas: a primeira tabela (Tabela 58) expõe a toxicidade de 6 dos 9 compostos analisados em modo SIM no item 5.4, são 6 porque três dos nove não foram detectados nas amostras deste estudo. A segunda tabela (Tabela 59) mostra a toxicidade dos demais compostos encontrados nas tintas, além de estudos e pesquisas anteriores onde também foram encontrados estes compostos em materiais ou locais relacionados com a construção civil. Destá forma são abarcados as frentes 2 e 3 deste capítulo. Ver tabela 58 e Tabela 59.

Tabela 58. Toxicidade dos COVs achados em modo SIM.

Nº	Composto	CAS	Toxicidade	Presentes nas Tintas						
				1	2	3	4	5	6	7
57	Acetona	67-64-1	"Narcoses; CNS depressão; irritação dos olhos, nariz, garganta e pele." NIOSH, 1992.	x	x	x	x	x	x	x
58	Etil benzeno	100-41-4	"Irritação do sistema respiratório superior, olhos e garganta." NIOSH, 1992.	x	x	x	x	x	x	x
54*	Xileno	108-38-3	"CNS depressão, irritação respiratória e dos olhos." NIOSH, 1992.	x	x	x	x	X	x	x
59	Estireno	100-42-5	"Vertigem, sonolência, dor de cabeça, enjoo, vômito, debilidade, perda do conhecimento" INSHT, 2006.	x	x	x	x	x	x	x
60	Diclorobenzeno	95-50-1	"Potencialmente cancerígeno, causa irritação dos olhos e no sistema respiratório superior, toxicidade hepática, câncer de rim e fígado." NIOSH, 1992.		x	x		x	x	x
61	Trimetilbenzeno	526-73-8	"Irritação de pele, CNS depressão, falha respiratória" NIOSH, 1992.				x	x	x	x

*ver Tabela 59.

Tabela 59. Toxicidade dos COVs achados nas amostras de tintas em modo SCAN.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
Ácidos carboxílicos				
1	Ácido Acético	64-19-7	"É perigoso porque é inflamável e o vapor irrita o sistema respiratório, olhos e pele. Pode causar queimaduras graves nos olhos e pele. A ingestão causa irritação e lesão." Gil et al. (2007).	"É empregado na indústria química como agente acidulante e neutralizante assim como na produção de anidrido acético, ésteres de acetato, acetato de celulosa, monômero de vinil acetato e ácido cloro acético, produção de plásticos, farmacêuticos e inseticidas, químicos fotográficos, aditivos para comida, coagulantes. Impressão têxtil, aditivo dos alimentos (em forma de vinagre), coagulante de látex natural, acidificante de poços de petróleo, obtenção de nylon e fibras acrílicas." CCS, (2005) "Utilizado para a produção de acetato de vinilo (45%), acetato de celulose (20%), anidrido acético, acetato de fibras, plásticos e borracha, em curtume, na conservação de alimentos; solução gomas, resinas, óleos essenciais e de muitas outras substâncias, em várias sínteses orgânicas. Obtém-se por reação catalítica do metanol com monóxido de carbono. Por oxidação direta de hidrocarbonetos saturados. A oxidação do acetaldeído." GIL et al. (2007).
Alcanos				
2	2,6 Dimetil Heptano	1072-05-5	"A Environment agency (2011) determina que o 2,6-dimetilheptano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: " Prejuízo baixo ", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado." "Efeitos agudos: Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. Superexposição pode causar irritação cutânea e ocular. Efeitos anestésicos resultam em sonolência, tontura e dor de cabeça." Chemsampco Inc - MSDS, 2007.	"Encontrado nas emissões de tanques de uso agrícola em testes de amostras do ar " Osborne, 1995.
3	Decano	124-18-5	"A substância pode ser absorvida por inalação, ingestão ou contato com a pele. A evaporação desta substância a 20°C pode atingir de forma devagar e causar uma concentração nociva no ar. Efeitos de exposição de curta duração: A exposição à altas concentrações pode causar perda de consciência, confusão mental e sonolência. Olhos: vermelhidão e dor. Efeitos de exposição prolongada ou repetida: O líquido desengordura a pele. O composto pode causar efeitos no rim e no sangue." INSHT, 1994.	"Visto dentro do grupo dos hidrocarbonetos, usado como combustível e solvente. É encontrado em muitas casas e produtos comerciais." HSDB, 2013.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
4	Dodecano	112-40-3	Na data base HSDB de 2013 correspondente ao número CAS deste composto, a classificação é feita no grupo dos hidrocarbonetos: "os hidrocarbonetos apresentam efeitos anestésicos inalatórios, inalação pode causar asfixia simples, a exposição crônica pode levar a efeitos crônicos no sistema nervoso. Os hidrocarbonetos podem destruir bicamadas lipídicas e isso pode levar a dermatite da pele após exposição prolongada, entre outras." HSDB, 2013.	"Visto dentro do grupo dos hidrocarbonetos, usado como combustível e solvente. É encontrado em muitas casas e produtos comerciais." HSDB, 2014.
5	3 Etil 2 Metil Heptano	14676-29-0	A Environment agency (2011) determina que o 3-etil-2-metilheptano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado.	"Encontrado na composição do ar em ambiente interno de uma planta de tratamento de resíduos sólidos." Gallego et al. 2012.
6	2 Metil Decano	6975-98-0	A Environment agency (2011) determina que o 2-metildecano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	"Encontrado nas emissões de tanques de uso agrícola em testes de amostras de ar." Osborne, 1995.
7	4 - Metil decano	2847-72-5	A Environment agency (2011) determina que o 4-metildecano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	Encontrado durante a pintura de ambientes internos com tinta em base água Norback et al., 1995b.
8	2 Metil Nonano	871-83-0	A Environment agency (2011) determina que o 2-metilnonano encontre-se dentro do índice de classificação, classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	Encontrado na composição do ar do ambiente interno de uma planta de tratamento de resíduos sólidos. Gallego et al. 2012.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
9	2- Metil Octano	3221-61-2	A Environment agency (2011) determina que o 2-metiloctano encontra-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003".	"Foi encontrado na emissão de compostos orgânicos voláteis durante a compostagem de biosólidos de plantas de tratamento de águas residuais doméstica" Ramos et al. 2001.
10	3 Metil Octano	2216-33-3	A Environment agency (2011) determina que o 3-metiloctano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	Foi encontrado na emissão de compostos orgânicos voláteis durante a compostagem de biosólidos de plantas de tratamento de águas residuais doméstica Ramos et al. 2001.
11	4 Metil Octano	2216-34-4	A Environment agency (2011) determina que o 4-metiloctano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	"Encontra-se dentro de uma lista de compostos orgânicos voláteis presentes no ar interior." Airsteril © , 2013.
12	Nonano	111-84-2	"Rotas de exposição: inalação, ingestão, pele e/ou contato com os olhos. Sintomas: irritação da pele, olhos, nariz, garganta, dor de cabeça, sonolência, tonturas, confusão, náuseas, tremor, falta de coordenação; pneumonite química (líquido aspiração)" (NIOSH, 2013).	"Pintores foram expostos a concentração média atmosférica de 6,4 mg/ m ³ de n-nonano, quando foi aplicada tinta resina alky diluída com aguarrás " Van der Wal e Moerkerken, 1984.
13	Octano	111-65-9	"EPA – II " * ACGIH 2009 "Rotas de exposição: inalação, ingestão, pele e/ou contato com os olhos. Sintomas: " irritação nos olhos, nariz, sonolência, dermatites, pneumonite química (líquido aspiração); nos animais: narcose" (NIOSH, 2013).	Além da gasolina, outros materiais também emitem ao meio ambiente o octano como as tintas e vernizes. Girman et al. 1986.
14	N - Undecano	1120-21-4	"A exposição a N-Undecano durante a utilização industrial provoca irritação dos olhos e da pele. É irritante para as mucosas e para o trato respiratório superior." (BINGHAM et al. 2001).	Encontrado em estudo de monitoramento de ambientes internos de casas na Grécia em concentrações que variam de 0 - 5 ug/m ³ , as fontes de emissão foram atribuídas às tintas, adesivos de chão e ceras. (Lagoudi e Loizidou, 1996).

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
Alcanos bicíclicos				
15	Trans decahidro naftaleno	493-02-7	"Prejudicial se ingerido, inalado ou absorvido pela pele. Vapor ou névoa é irritante para os olhos, membrana mucosa, trato respiratório superior. Sintomas de exposição pode incluir sensação de queimação, tosse, respiração ofegante, laringite, falta de ar, dor de cabeça, náuseas e vômito" Chemsampco Inc, 2007.	"Encontrado nas emissões de tanques de uso agrícola em testes de amostras de ar". Osborne, 1995.
Álcoois				
16	Butanol, n-butyl álcool	71-36-3	"EPA-D" ACGIH 2009 "Butanol e amyl álcool (pentanol) são irritantes para os olhos, mucosas e pulmões. Severidade de irritação gástrica correlacionada com a solubilidade dos lipídios. Álcoois superiores são de baixo nível de toxicidade em um ambiente industrial. À medida que a cadeia de carbono aumenta a toxicidade diminui. Eles não são capazes de penetrar na pele tão prontamente como os álcoois de peso molecular mais baixo e são menos suscetíveis de serem absorvidos por inalação." HSDB (2013).	"Do grupo dos solventes oxigenados, os álcoois com maior aplicação como solventes possuem tipicamente de um a cinco átomos de carbono entre eles o butanol." Fazenda (2009) "Butanol é utilizado como solvente para muitas resinas naturais, um ingrediente de removedores de tintas e produtos de limpeza industrial, pode ser liberado ao ambiente por vários fluxos de resíduos. A exposição ocupacional pode ocorrer por inalação e contato dérmico em locais de trabalho onde o butanol é produzido e/ou usado. A população em geral está exposta ao butanol por meio da ingestão de alimentos que contém este composto e a inalação no ar " HSDB (2013).
17	Etanol	64-17-5	"MAK-5 TLV-A3" * ACGIH 2009 "Substância química hepatotóxica" Fonseca et al. (2000).	"Classificado como álcool dentro do grupo dos solventes oxigenados, um álcool com aplicação de solvente." Fazenda (2009) "Encontrado em ambientes internos de escritórios em concentrações máxima de 130 ppb" Hodgson e Levin (2003).
18	2 Etil 1 Hexanol	104-76-7	Na data base HSDB de 2013 correspondente ao número CAS deste composto, a classificação é feita no grupo dos álcoois superiores: "são álcoois que tem mais de dois carbonos" HSDB, 2013. Riscos de inalação: vertigem, dor de cabeça, tosse, dor de garganta e debilidade. Pele: vermelhidão. Olhos: vermelhidão e dor." INSHT, 2005b.	Foi encontrado também nos resultados de laboratório de GC/MS (Hansen et al., 2008) em tintas de caneta. "A exposição ocupacional pode ocorrer por via de inalação e contato dérmico. Foi encontrado em efluentes de algumas indústrias entre elas as de tintas" HSDB (2013).

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
19	3 Metil 1 Butanol; Álcool isoamílico	123-51-3	<p>"Efeitos de exposição a curta duração: Irritação dos olhos, pele e trato respiratório. A substância pode afetar o sistema nervoso central em caso de ingestão.</p> <p>Efeitos de exposição prolongada ou repetida: O líquido desengordura a pele." INSHT, 2010. Outros sintomas: tosse, tontura, cefalea, dor de garganta, sequeidão da pele, vermelhidão de olhos e dor, ingestão abdominal e inconsciência. O álcool isoamílico pode reacionar com oxidantes fortes." Stellaman, 2001.</p>	"O álcool isiamílico é um líquido incolor com forte odor similar ao álcool. É utilizado em substâncias químicas para fotografia e produtos farmacêuticos, como dissolvente, como sabor para a comida e fabricação de outras substâncias químicas. "New Jerrey Department of Health (2009).
20	2 Metil Propanol; tert-Butyl álcool	75-65-0	<p>"TLV-A4" * (ACGIH, 2009)</p> <p>"Rotas de exposição: inalação, ingestão, pele e / ou contato com os olhos.</p> <p>Sintomas: irritação da pele, olhos, nariz, garganta, sonolência, narcose" (NIOSH, 2013).</p>	"Este composto foi identificado mas não quantificado em amostras de ar de ambientes onde foram usadas tintas de impressão, tintas e vernizes e oficinas de reparação de carros." Veulemans, 1987.
21	2 Metil 1-Propanol / Isobutanol	78-83-1	<p>"Rotas de exposição: inalação, ingestão, pele e / ou contato com os olhos.</p> <p>Sintomas: olhos, irritação da pele, garganta, dor de cabeça, sonolência, rachaduras da pele, nos animais: narcose" (NIOSH, 2013).</p>	"Los principales solventes alifáticos nos residuos de pintura em seco em uma indústria de móveis são isobutanol, isopropanol. 1-butanol entre outros " Vaajasaari et al. 2004.
22	7-Metil 2-Metil 4-Undecanol	103-20-8	Não encontrado.	Não encontrado.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
Aldeídos				
23	Hexanal; Hexaldehyde	66-25-1	"Experiencia em que 20 voluntários foram expostos por 2 horas ao n-hexanal em concentrações de 0, 2 e 10 ppm. Desconforto nos olhos e nariz devido ao cheiro de solvente, dores de cabeça aumentaram significativamente com o nível de exposição. Frequência de piscar foi significativamente aumentada quando a concentração tendia a 10 ppm. Não foram detectados efeitos sobre a função pulmonar e edema nasal, exceto uma tendência não significativa para o aumento da obstrução nasal com a concentração ao redor de 10 ppm" Ernstgard et al. (2006).	"O hexanal é produzido e utilizado como aditivo alimentar, também em síntesis orgânicas: de plastificantes, de produtos químicos de borracha, de corantes, de resinas sintéticas, de insecticidas e de perfumaria. Pode resultar em sua libertação para o meio ambiente através de vários fluxos de resíduos." HSDB, 2013. "Encontrado em ambientes internos de em casas unifamiliares em concentrações máximas de 50 ppb" Hodgson e Levin (2003). "Hexanal foi encontrado em emissões de tintas em concentrações menores a 0,03 mg/g." Chang e Guo (1998).
24	Pentanal / n-Valeraldehyde	110-62-3	"Rotas de exposição: inalação, ingestão, pele e / ou contato com os olhos. Sintomas: Irritação nos olhos, pele, nariz e garganta." (NIOSH, 2013).	"Pentanal foi medido nas emissões de três tintas em concentrações de 0,26 – 0,48 mg/g de tinta" Chang e Guo (1998).
Amina				
25	Metanamina	100-97-0	"O contato prolongado pode produzir sensibilização da pele. A exposição e inalação prolongada o repetida pode originar asma." INSHT, 1994b.	Foi encontrado também nos resultados de laboratorio de GC/MS (Hansen et al., 2008) em tintas de caneta.
Cetonas				
26	Acetona	67-64-1	"TVL-A4 e EPA-I" * ACGIH 2009 "Efetos de exposição de curta duração: A substância irrita os olhos e o trato respiratório. Altas concentrações pode diminuir o estado de alerta. Efetos de exposição prolongada ou repetida: O líquido desengordura a pele. O contato repetitivo pode produzir pele seca e rachada " INSHT (2009).	"As cetonas são usadas como solventes ativos para resinas epóxi." Fazenda (2009) "A população em geral pode ser exposta ao acetato através do uso de produtos comerciais disponíveis que contém este composto como:tintas, adesivos, produtos cosméticos etc" HSDB (2013) " A concentração média de acetona no sangue em 600 pessoas não ocupacionalmente expostas nos EUA foi de 1800 ppb." ASHLEY et al. (1994).
Cicloalcanos				
27	n-butilciclohexano Butane	1678-93-9	"A Environment agency (2011) determina que o n-butilciclohexano encontra-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado.	"Encontrado durante pintura de ambientes internos com tinta em base água" Norback et al., 1995b. "Encontrado em amostras de ar de residências novas e prédios de escritórios" Lenin et al., 2006.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
28	Etilciclohexano	1678-91-7	"A Environment agency (2011) determina que o etilciclohexano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado." "Efeitos agudos: Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular. Efeitos anestésicos resultam em sonolência, tontura e dor de cabeça." Chemsampco Inc - MSDS, 2007.	Encontrado no momento de pintura de ambientes internos com tinta em base água Norback et al., 1995b.
29	1 Etil 3 Metil Ciclo hexano	3728-55-0	"A Environment agency (2011) determina que o 1-etil-3-metilciclohexano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo" este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado.	"Foi encontrado na emissão de compostos orgânicos voláteis durante a compostagem de biosólidos de plantas de tratamento de águas residuais doméstica" Ramos et al. 2001.
30	1 Etil 4 Metil Trans Ciclohexano	4926-78-7	"Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc - MSDS, 2003.	"Encontrado nas emissões de tanques de uso agrícola em testes de amostras de ar " Osborne, 1995.
31	1 -Etil 4-Metil trans Ciclohexano	6236-88-0	"Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular" Chemsampco Inc - MSDS, 2003.	"Encontrado nas emissões de tanques de uso agrícola em testes de amostras de ar " Osborne, 1995.
32	(1 Metil etil) Ciclohexano	696-29-7	A Environment agency (2011) determina que o (1-metiletil)ciclohexano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. Em superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	"Encontrado na composição do ar do ambiente interno de uma planta de tratamento de resíduos sólidos, fonte indeterminada." Gallego et al. 2012.
33	Propil Ciclo hexano	1678-92-8	A Environment agency (2011) determina que o propilciclohexano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	"Encontrado em amostras de ar em residências novas e prédios de escritórios" Lenin et al., 2006.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
34	1,1,2,3 Tetrametil Ciclohexano	6783-92-2	"Encontrado numa lista de compostos voláteis identificados por GC no ar expirado de crianças com asma alérgica e do grupo controle." Caldeira et al., 2012.	Encontrado na composição do ar do ambiente interno de uma planta de tratamento de resíduos sólidos, fonte indeterminada. Gallego et al. 2012.
35	1,1,3 Trimetil Ciclohexano	3073-66-3	A Environment agency (2011) determina que o 1,1,3 Trimetilciclohexano encontre-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo" este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado. "Pode ser nocivo por inalação, ingestão ou absorção cutânea. A superexposição pode causar irritação cutânea e ocular." Chemsampco Inc, 2003.	"Encontrado nas emissões de tanques de uso agrícola em testes de amostras de ar". Osborne, 1995.
36	1,2,4 Trimetil ciclohexano	7667-60-9	A pesquisa de Myhre e al. (2000) mostrou que o 1,2,4-Trimetil ciclohexano representa uma maior explosão respiratoria de granulócitos humanos com menos concentração quando comparado com o-nonano e o 1,2,4-trimetilbenzeno.	Também "encontrado nas emissões de compostos orgânicos voláteis desde tanques para armazenamento de resíduos radioativos" Stock e Huckaby, 2004.
37	1,2,3, Trimetil Ciclohexano	1678-81-5	"O composto foi identificado em amostras de urina de ratos testado com HS/SPME-GC onde foi definido um aumento no pico do composto do cromatograma em ratos com cancer de pulmão comparado com o grupo teste " Hanai e Baba, 2013.	Foi encontrado na emissão de compostos orgânicos voláteis durante a compostagem de biosólidos de plantas de tratamento de águas residuais doméstica. Ramos et al, 2001. "Encontrado em águas residuais da indústria química" Gartiser et al., 2008.
38	1,7,7 Trimetil Ciclo 2.2.1.0.(2,6) Heptano	508-32-7	Não encontrado.	Não encontrado.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
Ésteres				
39	Acetato de n-Butilo , n-butil acetato	123-86-4	"n-butil acetato é considerado não classificável como carcinógeno humano. Encontra-se entre o grupo de solventes associados com o aborto espontâneo em mulheres trabalhadoras empregadas em certos processos de fabricação de semicondutores. No entanto, experiências em animais falharam em demonstrar um efeito do acetato de butilo na reprodução. A exposição ao n-butil acetato pode causar secagem na pele, irritação, vermelhidão e dermatite. Absorção após contato dérmico pode produzir narcose. Exposições repetidas podem produzir alterações hematológicas em animais. Dano renal com glicosúria foi relatada em seres humanos após a exposição ao n-butil acetato. As alterações renais e edema renal moderados também têm sido observadas em animais. Irritação do trato respiratório superior, secura na garganta, tosse, dificuldade respiratória e lesão pulmonar aguda têm sido relatados após a exposição ao acetato de butila. Em experiência com animais ocorreu lesão pulmonar aguda e enfisema. N-butil acetato é depressor e narcótico em concentrações elevadas, que produzem uma vasta variedade de sintomas neurológicos. Distúrbios no ritmo cardíaco e falhas cardíacas podem ocorrer após exposição de n-butil acetato". HSDB (2013).	Devido ao seu grande poder dissolvente, o acetato de butilo, é muito utilizado nas indústrias de tintas e barnices. O Acetato de n-butilo é um solvente incolor com uma volatilidade média e um cheiro de frutas. Característico éster, possui excelentes propriedades de solvência para os polímeros, resinas, óleos, e nitrato de celulose além de ser miscível com todos os solventes orgânicos comuns (CNTQ., 2013). N-butil acetato foi detectado em ambientes internos de casas na Inglaterra, Italia, Finlândia, e Suíça, e em ambientes de trabalho relacionados com a indústria de tintas. HSDB (2013).
40	Propanoic acid,2-methyl-, 1-(2-hydroxy-1-methylethyl)-2,2-dimethylpropyl éster	74367-33-2	" O desempenho deste composto junto com o outro composto de número CAS 74367-34-3 requer uma análise mais aprofundada devido a sua correlação com os níveis moderados de propileno glicol ether e riscos demonstrados nos sintomas de asma em investigações prévias." Choi et al., 2010. e Rumchev et al., 2004.	"Foi encontrado também nos resultados de laboratorio de GC/MS de Hansen et al. em 2008 em tintas acrílicas de crianças." Hansen et al. 2008 "A análise da EPA mostrou a presença de dois compostos biológicos no drywall chinês que estão associados com as tintas acrílicas, um deles é o Propanoic acid,2-methyl-, 1-(2-hydroxy-1-methylethyl)-2,2-dimethylpropyl éster encontrado em concentrações de cerca de 58 ppm e 92 ppm." US EPA (2009)
41	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl éster	74367-34-3	"Em estudo de caso mostra como a média geometria da concentração deste composto foi consistentemente maior em casas com casos de asma, rinites e crianças diagnosticadas com eczema, em comparação com os dados das casas controle" Choi et al, 2010	"Foi encontrado também nos resultados de laboratorio de GC/MS (Hansen et al., 2008) em tintas acrílicas de crianças." Hansen et al, 2008. "A análise da EPA mostrou a presença de dois compostos biológicos no drywall chinês que estão associados com as tintas acrílicas um deles é o Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl éster encontrado em concentrações de cerca de 50 ppm e 84 ppm." US EPA (2009)

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
Éteres				
42	N-Butil Eter, 1,1' - oxybisbutane, dibutyl ether	142-96-1	"Olhos: Provoca vermelhidão e dor. Pele: causa sequeidão e vermelhidão. Ingestão: causa sensação de queimação, enjôo e dor de garganta. Inalação: tosse, sonolência, dor de garganta. "Efeitos de exposição de curta duração: A substância irrita os olhos, a pele e o trato respiratório. Pode causar efeitos no sistema nervoso central e fígado. Efeitos de exposição prolongada ou repetida: O líquido desengordura a pele". INSHT (2005a).	"Se detectou qualitativamente na atmosfera de uma câmara que contém tinta látex, sugerindo que o composto pode estar presente no ar interno dos edifícios que tem sido pintados com pintura de látex interior. É um componente de Formulações de tintas, <u>lacas</u> , vernizes e produtos variados relacionados com a tinta". TICHENOR e MASON (2013).
43	Cineol, 1-4-Epoxi - P - mentano	470-67-7	"Sintomas incluem queimação epigástrica com náuseas geralmente vômitos, vertigens, ataxia, fraqueza muscular, letargia, palidez e cianose. Algumas vezes edema e miose" Gosselin et al. 1976.	"Do grupo dos ethers, este composto sintético do gênero Eucaliptus é um analogo de fitotoxinas com atividade herbicida" Gresa, 2006 "Foi encontrado em limpadores de superfícies vinílicas de carros" Tonning et al., 2010.
44	1-4 Dioxano	123-91-1	EPA-B2 * IARC-2B * MAK-4 * NIOSH-Ca * NTP-R * TVL-A3 *	"1-4 Dioxano é utilizado como solvente para acetato de celulosa, etil celulosa, benzil celulosa, resinas, óleos, ceras, corantes, assim como muitos outros compostos organicos e inorganicos, a liberação no meio ambiente pode ser através de varios fluxos de residuos: ar, solo e água." HSDB (2013).
Éter glicolico				
45	2 Fenoxi etanol; 1-Hidroxi-2-fenoxietano.	122-99-6	" Riscos: Inalação: Tosse, dor de garganta, euforia, dor de cabeça, sonolência e discurso ininteligível. Pele: pode ser absorvido. Vermelhidão, pele seca, dormência das mãos e dedos. Olhos: vermelhidão e dor." INSHT, 2003.	Foi encontrado também nos resultados de laboratorio de GC/MS (Hansen et al., 2008) em tintas acrilicas de crianças.
Éteres sílicos				
46	Hexametil disiloxano (HMDS)	107-46-0	"Apenas alguns siloxanos estão descritos na literatura a respeito dos efeitos na saúde, entre os dados encontrados temos o Hexametil disiloxano (HMDS). A inalação subaguda e subcrônica afeta órgãos alvos como os pulmões e rins" Lassen et al. 2005.	"Siloxanos serve como: antiespumante, emoliente e antiestático. Também é usado como resinas em selantes, borrachas e tintas." Lassen et al. 2005.
47	Octametil Ciclotetrasiloxano	556-67-2	"Em experiências de exposições a curto prazo e controladas não foram encontrados efeitos imunotóxicos ou pró-inflamatória da exposição respiratória" Looney et al. 1998.	"Em um estudo desenvolvido para monitorar a exposição pessoal de compostos orgânicos voláteis, o octametilciclotetrasiloxano estava presente em seis das oito amostras de ar" Wallace et al, 1984.
48	Trimetil Silanol	1066-40-6	Não encontrado.	Não encontrado.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
Glicóis				
49	Propileno Glicol	57-55-6	"A rota mais significativa de exposição em ambientes é a dérmica e inalatória. Não é um sensibilizador da pele ou irritante da pele, e é apenas minimamente irritante para os olhos. Estudos de longo prazo mostram uma baixa preocupação com os efeitos crónicos sobre o desenvolvimento e o sistema reprodutivo" UNEP, 2001.	Foi encontrado também nos resultados de laboratório de GC/MS (Hansen et al., 2008) em tintas de caneta. "Propileno Glicol é usado em manufatura de tintas" UNEP, 2001.
50	2,2,4 Trimetil 1,3 Pentanodiol	144-19-4	"Classificado dentro do grupo de compostos irritantes: A extensão dos danos depende de uma série de factores, incluindo a concentração, mecanismo de acção, o pH, a acidez e alcalinidade livre, a molaridade e potencial de oxidação-redução. Na maioria dos casos, esses factores são mais importantes do que o volume. Além de seu efeito irritante, uma substância também pode ter algum tipo de efeito sistémico." HSDB (2013)	Foi encontrado também nos resultados de laboratório de GC/MS (Hansen et al., 2008) em tintas acrílicas de crianças. Mencionado pela NIOSH (1983) em onde fala que empreiteiros de construção em geral podem ser empregados potencialmente expostos a este composto específico em EUA. "Usado em resinas de poliéster, plastificantes, repelente de insetos, tintas de impressão, revestimentos de superfície" SAX et al. 1987.
Hidrocarbonetos aromáticos				
51	Etilbenzeno	100-41-4	EPA-D * IARC-2B * MAK-3A * TVL-A3 *	"Se detectou qualitativamente na atmosfera de uma câmara que contém tinta látex, sugerindo que o composto pode estar presente no ar interno dos edifícios que tem sido pintados com pintura de látex interior." TICHENOR e MASON (2013).
52	4 Etil 1,2 Dimetilbenzeno	934-80-5	"A Environment agency (2011) determina que o 4 etil-1,2-dimetilbenzeno encontra-se dentro do índice de classificação classe B: "Prejuízo baixo", este composto não passa nos critérios de seleção dos outros índices ou não existem dados adequados para ser classificado." "Prejudicial se ingerido, inalado ou absorvido pela pele. Vapor ou névoa é irritante aos olhos, membranas mucosas e ao trato respiratório superior. Sintomas de exposição podem incluir sensação de queimação, tosse, respiração ofegante, laringite, falta de ar, dor de cabeça, náuseas e vômito. Efeitos anestésicos resultam em sonolência, tontura e dor de cabeça." Chemsampco Inc - MSDS, 2003.	"Foi encontrado em testes de qualidade do ar interno, dentro da lista de emissão de COVs de uma tinta específica". AQS, 2012.

Nº	Composto	CAS#	Classificação e/ou Toxicidade	Materiais ou locais onde pode ser achado o composto em atividades relacionadas com a construção civil
53	2 Metil Decano Hidro Naftaleno	2958-76-1	Não encontrado.	"Encontrado nas emissões de tanques de uso agrícola em testes de amostras de ar". Osborne, 1995. "Foi encontrado na emissão de compostos orgânicos voláteis durante a compostagem de biosólidos de plantas de tratamento de águas residuais doméstica". Ramos et al, 2001.
54	p-xileno	106-42-3	"CNS depressão, irritação respiratória e de olhos". NIOSH, 1992.	
55	1,2,4 - Trimetilbenzeno	95-63-6	"Rotas de exposição: inalação, ingestão, pele e / ou contato com os olhos. Sintomas: Irritação da pele, olhos, nariz, garganta, vias respiratórias, bronquite, anemia hipocrômica, dor de cabeça, sonolência, cansaço (fraqueza, cansaço), tonturas, náuseas, falta de coordenação, vômito, confusão mental, pneumonite química (líquido aspiração)". NIOSH, 2013.	"1,2,4-Trimetilbenzeno é emitido desde tinta latex". Sheldon et al, 1986.
56	1,2,3 - Trimetil Benzeno	526-73-8	"Rotas de exposição: inalação, ingestão, pele e / ou contato com os olhos. Sintomas: Irritação da pele, olhos, nariz, garganta, vias respiratórias, bronquite, anemia hipocrômica, dor de cabeça, sonolência, cansaço (fraqueza, cansaço), tonturas, náuseas, falta de coordenação, vômito, confusão mental, pneumonite química (líquido aspiração)". NIOSH, 2013.	"1,2,3-Trimetilbenzeno é emitido a partir dos seguintes materiais: tinta latex, cabo de telefone, adesivo, espuma de poliestireno." Sheldon et al, 1986.

Todos os compostos achados em modo SCAN (Tabela 55) representam risco para a saúde e a maior parte deles foram também encontrados por outros autores em atividades relacionadas com a construção civil, importante lembrar que para confirmar os compostos listados na Tabela 55 e 59, devem ser feitos outros testes, ver as “sugestões para trabalhos futuros”.

Tabela 60. Complemento da tabela 59.

		REFERÊNCIA
* Classificação para cada entidade		
TVL-A4	Não classificável como carcinógeno humano: agentes que causam preocupação no sentido de que eles poderiam ser cancerígeno para os seres humanos mas que não podem ser avaliados de forma conclusiva devido à falta de dados. Em estudos in vitro ou animal não fornecem indicações de carcinogenicidade que sejam suficientes para classificar o agente numa das outras categorias.	ACGIH 2009
TVL-A3	Confirmado cancerígeno em animais com relevância desconhecida para os seres humanos: O agente é carcinogênico em experiências com animais numa dose relativamente alta, por via (s) de administração, em local (s), do tipo histológico (s), ou por um mecanismo (s) que podem não ser relevantes para a exposição do trabalhador. Estudos epidemiológicos disponíveis não confirmam um aumento do risco de câncer em seres humanos expostos. Dados disponíveis não sugerem que o agente é susceptível de causar câncer em seres humanos, exceto em vias ou níveis de exposição incomuns ou improváveis.	ACGIH 2009
EPA-I	Dados são insuficientes para uma avaliação do potencial carcinogênico humano - Este descritor é usado quando os dados disponíveis são julgados insuficientes para realizar uma avaliação. Isto inclui o caso em que existe falta de dados pertinentes ou úteis ou quando as provas existentes está em conflito, por exemplo, alguma evidência é sugestiva de efeitos cancerígenos, mas outros elementos igualmente pertinentes não confirmam uma preocupação.	ACGIH 2009
EPA - II	Informação inadequada para avaliar o potencial carcinogênico - Este descritor do banco de dados é apropriado quando os dados disponíveis são julgados inadequados para a aplicação de um dos outros descritores. Estudos adicionais em geral, esperam proporcionar novas perspectivas. Alguns exemplos incluem: - Pouca ou nenhuma informação pertinente; - evidência conflitante, isto é, alguns estudos de igual qualidade aplicados no mesmo sexo e tensão são negativos. Resultados diferentes, ou seja, positivo em alguns estudos e resultados negativos em um ou mais sistemas experimentais diferentes, não constituem evidências conflitantes, como o termo usado aqui. Dependendo do peso total das provas, resultados diferentes podem ser consideradas provas ou evidências sugestivas ou prováveis; - Resultados negativos que não são suficientemente robustos para o descritor "não susceptível de ser carcinogênico para os seres humanos".	ACGIH 2009
EPA-D	Não classificável como carcinógeno humano: evidência inadequada de carcinogenicidade humana e animal, não há dados disponíveis.	ACGIH 2009
EPA-B2	B-Provável carcinógeno humano: O peso da evidência de carcinogenicidade humana com base em estudos epidemiológicos é limitada; agentes de peso com evidência de carcinogenicidade com base em estudos com animais é suficiente. Sub grupo: B2: suficiente evidencia desde estudos de animais, inadequada evidencia ou não há dados desde estudos epidemiológicos.	ACGIH 2009
IARC-2B	Possível carcinogenicidade para humanos. A circunstância da exposição compreende exposições que são possivelmente cancerígenos para os seres humanos. Esta categoria é usada para agentes, misturas, circunstâncias de exposição para os quais existe evidência limitada de carcinogênese em humanos e menos do que provas suficientes de carcinogenicidade em experimentos com animais. Também pode ser usado quando há evidência inadequada de carcinogenicidade em seres humanos, mas há provas suficientes de carcinogenicidade em animais experimentais. Em alguns casos, um agente, uma mistura ou exposição circunstancial para a qual há evidência inadequada de carcinogenicidade em seres humanos, mas evidências limitadas de carcinogenicidade em experimentos com animais em conjunto com provas de outros dados relevantes podem ser colocados no grupo.	ACGIH 2009

MAK-1	Substâncias que causam câncer no homem e podem ser assumidos como uma contribuição significativa para o risco de câncer. Os estudos epidemiológicos fornecem evidências adequadas de uma correlação positiva entre a exposição dos seres humanos e da ocorrência de cancer. Dados epidemiológicos limitados podem ser fundamentada por evidência de que a substância causa câncer por um modo de ação que é relevante para o homem.	ACGIH 2009
MAK - 2	Substâncias que são consideradas cancerígenas para o homem, porque existem dados suficientes de estudos a longo prazo em animais ou evidência limitada de estudos com animais justificados por evidências de estudos epidemiológicos indicam que eles podem fazer uma contribuição significativa para o risco de câncer. Dados limitados de estudos em animais pode ser suportado por evidências de que a substância causa câncer por um modo de ação que é relevante para o homem e por resultados de ensaios in vitro em estudos a curto prazo com animais.	ACGIH 2009
MAK-3A	Substâncias que suscitam preocupações de que eles poderiam ser cancerígeno para o homem, mas não pode ser avaliada de forma conclusiva devido à falta de dados. A classificação na categoria 3 é provisória. Subcategoria 3A: substâncias para as quais são cumpridos os critérios para a classificação na categoria 4 ou 5, mas para o banco de dados é insuficiente o estabelecimento de um valor MAK.	ACGIH 2009
MAK-4	Substâncias com potencial cancerígeno para o qual a genotoxicidade não desempenha nenhum ou, quando muito, um papel menor. Não há contribuição esperada significativa para o risco de cancer humano, desde que o valor de MAK é observada. A classificação é suportada principalmente pelo aumento da evidência de que proliferação celular ou alterações na diferenciação celular são importantes no modo de ação. Na Identificação do risco de câncer são levados em consideração os múltiplos mecanismos que contribuem para a carcinogênese e suas relações dose-tempo-resposta característicos.	ACGIH 2009
MAK-5	Substâncias com efeitos carcinogênicos e genotóxicos, a potência é considerado baixa observando os valores fornecidos pela MAK e MTD, nenhuma contribuição significativa ao risco de cancer humano é de se esperar. A classificação é apoiada por informações sobre o modo de ação, dose-dependência, e os dados de toxicocinética pertinentes a comparação das espécies.	ACGIH 2009
NIOSH-Ca	Potencial carcinogênico ocupacional sem mais categorização.	ACGIH 2009
NTP-R	Razoavelmente esperado para ser um carcinógeno humano. Há evidências limitadas de carcinogenicidade o que indica que a interpretação causal é credível, mas que as explicações alternativas, como o acaso, a predisposição ou fatores de confusão, não poderiam ser adequadamente excluídos; ou existe provas suficientes de carcinogenicidade a partir de estudos em animais experimentais indicam que há um aumento da incidência de maligna e / ou uma combinação de tumores malignos e benignos: (1) em múltiplas espécies ou em múltiplos tecidos, ou (2) por várias vias de exposição, ou (3) para um grau incomum com relação à incidência, o local ou o tipo de tumor, ou idade de início; ou ocorre menos provas suficientes de carcinogenicidade em seres humanos ou animais de laboratório, no entanto, o agente, substância ou mistura pertence a uma classe bem definida, estruturalmente relacionado de substâncias cujos membros são listados em um relatório anterior sobre agentes cancerígenos, razoavelmente previsto para ser carcinógeno, como sendo carcinógeno humano ou razoavelmente previsto para ser carcinógeno humano, ou há informações convincentes relevante que o agente age por meio de mecanismos que indicam que provavelmente causam câncer nos seres humanos.	ACGIH 2009
C teto	A concentração que não deve ser excedida durante qualquer momento de exposição no trabalho.	ACGIH 2009
Skin	Perigo de absorção cutânea.	ACGIH 2009
LMPE-PPT	Limite máximo permissível de exposição média ponderada no tempo LMPE-PPT: É a concentração média ponderada em tempo de um contaminante do meio laboral para uma jornada de oito horas no dia e uma semana de trabalho de quarenta horas, à qual podem ficar expostos a maior parte dos trabalhadores sem sofrer danos a sua saúde.	PISSA-UNISON (2001)

8.5.3. Análise de sustentabilidade de tintas imobiliárias desde o ponto de vista das emissões atmosféricas nocivas

Em seguida encontram-se diferentes informações relacionadas com a sustentabilidade das tintas atualmente usadas na cidade de São Carlos interior do estado de São Paulo, como descrito abaixo:

- É exposto um resumo dos compostos suspeitos de representar risco à saúde dos trabalhadores e usuários e que são parte da composição das tintas, nesse sentido é mostrado qual tinta pode ter mais de um composto considerado de alto risco como parte da sua composição. Os compostos só representarão risco para a saúde sim sobrepassam os limites de concentração dados na Tabela 56 e Tabela 23. Importante saber que nesta pesquisa não foram encontradas as concentrações dos compostos dentro da tinta só foram identificados, conseqüentemente não é possível estabelecer o risco real das tintas por médio desta pesquisa.
- Foram comparadas as fichas de informação sobre segurança de produtos químicos de cada tinta usada como amostra nesta pesquisa em busca dos compostos alertados pelos fabricantes, a composição básica da tinta apresentada nas latas com o intuito de comparar lhos com os compostos orgânicos voláteis achados no experimento de laboratório.
- Reciclagem e contaminação de fontes de água pelos resíduos líquidos das tintas na cidade de São Carlos.

As informações anteriores são encontradas a seguir com mais detalhe. Ver item A, B e C.

A. Compostos suspeitos de ser perigosos para a saúde humana em cada tinta

Com o intuito de classificar as tintas utilizadas nesta pesquisa, foi definido emitir o rotulo de tinta “suspeita de ser não saudável” a aquelas tintas que contém algum dos compostos apresentados nas Tabelas 61 e 62.

Conseqüentemente essas tabelas apresentam os compostos suspeitos de representar maior risco à saúde, começando com os COVs encontrados relacionados com câncer, aparecimento de asma, conseqüências ao fígado, rins e pulmões. Vale a pena esclarecer

que as informações recopiladas neste item provêm dos COVs achados na composição de cada amostra de tinta e da pesquisa bibliográfica da Tabela 58 e Tabela 59.

Segue abaixo os compostos suspeitos de desenvolver câncer e quais tintas contêm estes COVs.

Tabela 61. Compostos suspeitos de desenvolver câncer encontrados nas amostras de tinta.

Nº	Composto	CAS	Toxicidade	Tintas						
				1	2	3	4	5	6	7
17	Etanol	64-17-5	"MAK-5, TLV-A3" * ACGIH 2009 "Substância química hepatotóxica". Fonseca et al. (2000)	x	x	x				x
37	1,2,3, Trimetil Ciclohexano	1678-81-5	"O composto foi identificado em amostras de urina de ratos testado com HS/SPME-GC onde foi definido um aumento no pico do composto do cromatograma em ratos com cancer de pulmão comparado com o grupo teste ". Hanai e Baba, 2013.		x		x			
44	1-4 Dioxano	123-91-1	EPA-B2 * IARC-2B * MAK-4 * NIOSH-Ca * NTP-R * TVL-A3 *						x	x
51	Etilbenzeno	100-41-4	EPA-D * IARC-2B * MAK-3A * TVL-A3 *		x	x			x	x
60	Dicloro benzeno	95-50-1	"Potencialmente cancerígeno, irritação dos olhos e no sistema respiratório superior, toxicidade hepática, câncer de rim e fígado". NIOSH, 1992.		x	x		x	x	x

*ACGIH, 2009, ver Tabela 60.

Os compostos relacionados com as doenças: asma, efeitos no fígado, rins e pulmões por inalação, encontrados nas emissões das tintas imobiliárias de uso interno na cidade de São Carlos são mostrados na Tabela 62.

Tabela 62. Compostos supeitos do aparecimento de asma, efeitos no figado, rins e pulmões.

Nº	Compostos	CAS	Tintas						
			1	2	3	4	5	6	7
Compostos suspeitos do aparecimento de asma									
25	Metanamina	100-97-0			x				x
34	1,1,2,3 Tetrametil Ciclohexano	6783-92-2		x	x				
40	Propanoic acid,2-methyl-, 1-(2-hydroxy-1-methylethyl)-2,2-dimethylpropyl éster	74367-33-2	x	x	x	x	x	x	x
41	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl éster	74367-34-3	x	x	x	x	x	X	x
Compostos suspeitos de afeitar o fígado									
17	Etanol	64-17-5	x	x	x				x
42	N-Butil Eter, 1,1' - oxybisbutane, dibutyl ether	142-96-1						x	x
Compostos suspeitos de afetar os rins									
3	Decano	124-18-5		x		x	x		x
46	Hexametil disiloxano (HMDS)	107-46-0							X
Compostos suspeitos de afetar os pulmões									
16	Butanol, n-butyl álcool	71-36-3			x	x	x	x	x
46	Hexametil disiloxano (HMDS)	107-46-0							x
37	1,2,3, Trimetil Ciclohexano	1678-81-5		x		x			
39	Acetato de n-Butilo . n-butil acetato	123-86-4							x

Em geral os demais compostos encontrados nas amostras de tintas e listados nas tabelas 58 e 59 têm consequências na saúde como alergias e irritação da pele, dos olhos e do sistema respiratório superior.

Classificação das tintas como “não saudáveis”

Esta classificação é baseada nas informações compilados das duas tabelas anteriores, consiste em mostrar o número de compostos com maior risco que estejam dentro da composição das tintas imobiliárias, Tabela 63.

Tabela 63. Compostos de maior risco para a saúde presente nas amostras de tintas imobiliárias.

Compostos	Cancêr				Fígado				Asma				Rins		Pulmões			Total
	37	44	51	60	17	42	25	34	40	41	3	46	16	37	39			
Tinta 1 seca					x				x	x							3	
Tinta 1 úmida					x				x	x							3	
Tinta 2 seca	x							x	x	x				x			5	
Tinta 2 úmida	x		x	x	x				x	x	x			x			8	
Tinta 3 seca					x		x		x	x							4	
Tinta 3 úmida			x	x	x			x	x	x			x				7	
Tinta 4 seca	x								x	x	x			x			5	
Tinta 4 úmida	x								x	x			x	x			5	
Tinta 5 seca									x	x	x						3	
Tinta 5 úmida				x					x	x			x				4	
Tinta 6 seca					x		x		x	x			x				5	
Tinta 6 úmida		x	x	x	x	x			x	x			x				8	
Tinta 7 seca			x						x	x	x	x					5	
Tinta 7 úmida		x	x	x		x			x	x			x		x		8	

Como é mostrado na Tabela 63, todas as amostras de tinta poderiam ser consideradas como “suspeitas de ser não saudável”, pois todas as amostras contém ao menos um composto classificado como de maior risco. As amostras que apresentam maior quantidade de compostos críticos são: tinta 2 úmida, tinta 3 úmida, tinta 6 úmida, e tinta 7 úmida.

De novo é importante saber que os compostos foram identificados, mas não quantificados, por conseguinte encontrar esses COVs na composição das tintas pode NÃO representar um risco para a saúde, pois a concentração em média pode ser baixa. Porém, mesmo que não apresente risco pela sua concentração, no capítulo 3.3. foi argumentado que o dano no DNA observado no estudo de Rosa (2009) “não deve ser atribuído a apenas um composto, mas sim ao efeito acumulativo de vários compostos

químicos utilizados na produção das tintas”, no mesmo capítulo também foi mostrado que a IARC em 1989 declarou que a exposição ocupacional como pintor foi classificada dentro do grupo 1: cancerígeno. É importante que os fabricantes exponham na embalagem os COVs de potencial risco, isso com respeito aos usuários e pessoas que entram constantemente em contato com as tintas. Dos 15 COVs definidos como de potencial risco apenas seis possuem limites de exposição máxima permitidos em ambientes de trabalho, isso conjectura um chamado de alerta para o estudo destes compostos que são encontrados em ambientes internos como produto do uso de tintas na construção civil.

B. Comparação entre fichas de segurança e os resultados desta pesquisa.

Tabela 64. Toxicidade das tintas analisadas nesta pesquisa.

Composição da tinta		Efeitos na saúde das tintas, dados pelas fichas de	
Tinta	Fichas de segurança	Está pesquisa	seguranças**
Tinta 1	Dioxido de titânio (CAS 13463-67-7) Carbonato de cálcio precipitado (CAS 471-34-1) Carbonato de cálcio natural (CAS 1317-65-2) Éster fenil glicólicos (CAS 770-35-4) Amônia (CAS 140-95-4)	CAS: (64-17-5; 67-64-1; 103-20-8; 111-65-9; 111-84-2; 122-99-6; 144-19-4; 3221-61-2; 74367-33-2; 74367-34-3)	Contato com os olhos: Os vapores podem causar irritação, espirros ou danos aos olhos. Absorção pela pele: Pode ser absorvido pela pele. Ingestão: A ingestão pode causar espasmos abdominais além de outros sintomas paralelos aos da superexposição por inalação. A aspiração do material para os pulmões pode causar inflamações, a qual pode ser fatal. Inalação: Os sintomas iniciais podem incluir irritação nasal, tontura, sonolência, depressão do sistema nervoso central, danos pulmonares, perda de consciência, falha respiratória.
	Está descrito que esta tinta não apresenta ingredientes que contribuam para algum perigo à saúde. Argumenta que a dissolução em água garante que o produto seja totalmente não tóxico, conforme a ABNT NBR 14725-2:2009 6.3.3.1 Diluição.	CAS: (64-17-5; 67-64-1; 95-63-6; 106-42-3; 111-65-9; 111-84-2; 112-40-3; 122-99-6; 123-51-3; 124-18-5; 470-67-7; 934-80-5; 1120-21-4; 1678-81-5; 1678-92-8; 2216-33-3; 2216-34-4; 3073-66-3; 3221-61-2; 6236-88-0; 7667-60-9; 74367-33-2; 74367-34-3; 14676-29-0;	Perigos mais relevantes: • Pode causar irritação nos olhos, pele e trato respiratório. • Pode causar náusea e vômito, se inalado em alta concentração. Efeitos do produto Efeitos adversos à saúde humana: Pode causar irritação nos olhos, na pele e trato respiratório. Efeitos ambientais: Não é esperado que este produto apresentasse perigo ao meio ambiente.
Tinta 3	Dióxido de Titânio (13463-67-7); Silicato de Alumínio (1327-36-2); Carbonato de Cálcio Precipitado (471-34-1); Carbonato de Cálcio Natural (CAS 1317-65-3); Amônia (solução 25%) (CAS 1336-21-6); Álcool Graxo Etoxilado (68439-50-9); Dimetiloluréia (CAS 140-95-4)	CAS: (64-17-5; 67-64-1; 71-36-3; 100-97-0; 106-42-3; 111-65-9; 111-84-2; 122-99-6; 144-19-4; 1072-05-5; 1678-92-8; 2216-33-3; 3073-66-3; 3221-61-2; 3728-55-0; 6783-92-2; 7667-60-9; 74367-33-2; 74367-34-3; 14676-29-0)	Ingestão: Pode produzir irritação na boca e garganta. Ingestão de pequenas quantidades pode causar dor de cabeça, desmaios e náuseas. Grandes quantidades ingeridas podem levar a perda de consciência. Olhos: Contato direto pode causar irritações e conjuntivite química. Pele: Contato direto pode causar irritações. Inalação: Pode causar dores de cabeça e tontura. Efeitos ambientais: Por não ser um produto persistente e não totalmente biodegradável, pode afetar o ecossistema.
	Dispersão Aquosa de Polímero Acrílico Modificado (Sólidos) CAS Não Disponível Carbonato de Cálcio CAS 13397-26-7 Aguarrás Mineral CAS 8052-41-3 Solução de Amônia CAS 1336-21-6 Etileno Glicol CAS 107-21-7 Silicato de Alumínio CAS 1332-58-7 Dióxido de Titânio CAS 13463-67-7 Pigmento Óxido de Ferro Vermelho CAS	CAS: (71-36-3; 108-67-8;	Inalação: Pode causar irritação do aparelho respiratório, tontura, dor de cabeça, falta de ar e desmaio.

Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos

	1309-37-1 Pigmento Óxido de Ferro Amarelo CAS 20344-49-4 Pigmento Azul de Ftalocianina CAS 147-14-8 Pigmento Verde Ftalocianina CAS 1328-53-6 Pigmento Amarelo CAS 6486-23-3 Pigmento Laranja CAS 3468-63-1 Pigmento Vermelho CAS 85711-69-9 Negro de Fumo CAS 1333-86-4 Pigmento Violeta CAS 6358-30-1	111-84-2; 122-99-6; 124-18-5; 526-73-8; 696-29-7; 1120-21-4; 1678-81-5; 2216-34-4; 2847-72-5; 3073-66-3; 6975-98-0; 6236-88-0; 7667-60-9; 74367-33-2; 74367-34-3)	Contato com a pele: Contato freqüente ou prolongado pode irritar, ressecar ou causar dermatite. Pode causar irritação e conjuntivite química. Ingestão: Pode produzir irritação na boca e garganta. Ingestão de pequenas quantidades pode causar dor de cabeça, desmaios e náuseas. Grandes quantidades ingeridas podem levar a perda da consciência. Efeitos ambientais: Produto solúvel em água, mas não totalmente biodegradável.
Tinta 5	Nafta CAS 64742-48-9 Quartzo CAS 14808-60-7 Caulim CAS 1332-58-7 Dióxido de Titânio CAS 13463-67-7 Carbonato de Cálcio CAS 1317-65-3	CAS: (66-25-1; 71-36-3; 110-62-3; 111-65-9; 111-84-2; 112-40-3; 124-18-5; 493-02-7; 696-29-7; 871-83-0; 1120-21-4; 1678-91-7; 1678-93-9; 2216-33-3; 2847-72-5; 2958-76-1-3073-66-3; 3221-61-2; 6236-88-0; 6783-92-2; 7667-60-9; 74367-33-2; 74367-34-3)	Olhos: Contato direto pode causar irritações e conjuntivite química. Pele: Contato prolongado e repetido pode causar irritações. Inalação: Contato prolongado pode causar irritações no sistema respiratório superior. Ingestão: Pode produzir irritação na boca e garganta; pode causar dor de cabeça, desmaios e náuseas. Grandes quantidades ingeridas podem levar a perda de consciência. Efeitos Ambientais: Produto persistente, não totalmente biodegradável, pode afetar o ecossistema.
Tinta 6*	2-fenoxietanol CAS 122-99-6 Dióxido de titânio CAS 13463-67-7 Mistura de: 5-cloro-2-metil-4-isotiazolin-3-ona e 2-metil-4-isotiazolin-3-ona CAS 55965-84-9 Ftalato diisobutílico CAS 84-69-5	CAS: (57-55-6; 64-17-5; 64-19-7; 71-36-3; 75-65-0; 78-83-1; 100-41-4; 100-97-0; 122-99-6 ; 123-91-1; 142-96-1; 74367-33-2; 74367-34-3)	A inalação de concentrações de solventes superiores ao limite máximo de exposição no local de trabalho, poderá causar graves efeitos para a saúde, tais como: irritação das mucosas e no sistema respiratórios, danos aos rins e no fígado, bem como lesões no sistema nervoso central. Indícios e sintomas: dores de cabeça, tonturas, cansaço, debilidade muscular, sonolência e, em casos excepcionais, inconsciência. A inalação repetida ou continuada de concentrações de solventes acima do valor limite de exposição definido para o ar do local de trabalho pode provocar o aparecimento de perturbações prolongadas do sistema nervoso central, como a encefalopatia crônica tóxica, incluindo alterações do comportamento e falhas da memória. Os solventes podem causar alguns dos efeitos acima indicados por absorção cutânea. O contato repetido ou prolongado com o produto prejudica a secreção sebácea natural da pele e pode provocar dermatite de contato não alérgica e/ou absorção através da pele. Respingos de solventes podem causar irritações nos olhos e efeitos reversíveis.
Tinta 7*	Diuron (CAS 330-54-1) Amônia (CAS 1336-21-6) Dióxido de titânio (CAS 13463-67-7)	CAS: (57-55-6; 67-64-1; 71-36-3; 75-65-0; 100-41-4; 107-46-0; 122-99-6 ; 123-86-4; 123-91-1; 124-18-5; 142-96-1; 556-67-2; 1066-40-6; 1120-21-4; 74367-33-2; 74367-34-3)	

*As tintas 6 e 7 são da mesma marca.

**Fonte: Fichas de informação sobre segurança de produtos químicos das tintas: Real, Peg e Pinte, Coral, Lukscolor, Suvinil e Sherwin Williams. Anexo H.

Está última tabela desperta curiosidade, pois a ficha técnica da tinta 2 afirma que a tinta não contém ingredientes que representam risco para a saúde, reforçado na sua diluição em água, quando na Tabela 63 pode-se observar que a tinta 2 contém quatro compostos considerados suspeitos de desenvolver câncer. Os compostos expressados pelos fabricantes nas fichas de informação de segurança como ingredientes que contribuem para o risco à saúde não são iguais aos encontrados nas análises, com exceção de um composto na tinta 6. Isto pode ser um indício de que as fichas de segurança do produto

químico não é mais do que o cumprimento a um requisito e que os fabricantes de tintas estão omitindo informação.

C. Reciclagem e contaminação de fontes de água pelos resíduos líquidos das tintas na cidade de São Carlos.

Este é um item curto, o objetivo é alertar sobre o bom manejo dos resíduos líquidos após uso do produto tinta, como foi comprovado nas Figura 57 e 58, no ano 2012 e 2013, alguns usuários de tintas jogam o resíduo do produto na rua que cedo ou tarde vai para o sistema de redes pluviais da cidade contaminando ainda mais os efluentes de água onde são jogados os resíduos da cidade.

Figura 57. Imagens de resíduos de tinta em ruas.
Tomadas na cidade de São Carlos em locais que foram pintados entre os anos 2012 e 2013.

Figura 58. Imagem de resíduos de tinta em ruas. Tomada na cidade de São Carlos
em local que foi pintado entre os anos 2012 e 2013.

Algumas fichas de segurança das tintas alertam sobre a contaminação dos corpos de água, pois representam problemas de captação para as populações que estão localizadas quilômetros rio abaixo destes efluentes, no caso da captação de água rio abaixo, poderia se pensar em análises e tratamentos que eliminem estes compostos da água potável.

No caso da reciclagem das latas de tinta, todas as latas tem selo de aço reciclável, os fabricantes não têm programas de reciclagem de suas próprias latas e os pintores desconhecem atividades de reciclagem desse resíduo. Entretanto existe um ponto de reciclagem para latas de tinta e outros resíduos no Bairro Santa Felicia da cidade de São Carlos, nesse local eles lavam as latas e levam para reciclagem na cidade de São Paulo, no processo de lavagem não existe um pretratamento da água antes de chegar no esgoto.

9. CONCLUSÕES

Conclusões apartir dos resultados desta pesquisa

- Nesta pesquisa não foram achadas as concentrações dos compostos identificados nas amostras de tinta. Quando as amostras são testadas em modo SIM pode se ter certeza da presença de ditos COVs, em modo SCAN é necesario fazer mais testes para ter uma confirmação completa.
- Para o experimento cromatográfico em modo SIM, é possível identificar 6 compostos nas emissões voláteis para as 7 amostras de tinta em base água. Quando estas são testadas por cromatografia gasosa em modo SIM, os compostos encontrados nas emissões de tintas são: acetona, etilbenzeno, xileno, estireno, 1,2,3-trimetilbenzeno e diclobenzeno. Alguns compostos estão presentes em todas as tintas. As tintas a base água analisadas nesta pesquisa emitem compostos orgânicos voláteis tóxicos para o meio ambiente e afetam a saúde. O fato de ser uma tinta a base água não significa que não tenha impacto negativo na qualidade do ar interno consequentemente na saúde dos pintores e usuários dos locais pintados.
- No modo SCAN, por cromatografia gasosa, foram encontrados 62 compostos orgânicos voláteis nas emissões voláteis de 7 tintas em base água de uso interno na cidade de São Carlos. Desses compostos, 5 foram identificados como suspeitos de desenvolver câncer (Etanol (CAS 64-17-5), 1,2,3-Trimetilciclohexano (CAS 1678-81-5), 1-4 Dioxano (CAS 123-91-1), Etilbenzeno (CAS 100-41-4) e Diclorobenzeno (CAS 95-50-1)). 4 compostos suspeitos do aparecimento de asma, 2 compostos suspeitos de afetar o fígado, 2 compostos suspeitos de afetar os rins e 4 compostos suspeitos de afetar os pulmões. Mesmo sem identificar as concentrações pode-se verificar que as tintas contem COVs perigosos para a saúde. Foram escolhidos 15 compostos identificados como de maior risco para a saúde humana. Todas as amostras de tinta registraram ter ao menos 3 desses ditos compostos. É necesario fazer mais testes para ter uma confirmação conclusiva da presença destes COVs.
- As amostras que apresentam maior quantidade de compostos críticos são: tinta 2 úmida, tinta 3 úmida, tinta 6 úmida, e tinta 7 úmida. Um dado curioso com a tinta 2 é que além de ser uma das amostras mais contaminada, na sua ficha técnica de segurança era mencionado explicitamente que a tinta não apresentava ingredientes que

contribuíam para o perigo à saúde, a diluição em água da tinta dentro das normas é para este fabricante a garantia da não composição de ingredientes de risco. Mas na ficha técnica deve-se informar pelo menos os ingredientes das tintas suspeitos de desenvolver câncer. Pintores e usuários devem ser informados e alertados sobre o produto que estão manipulando em exposição controlada, mesmo se a sua concentração é baixa.

- A quantidade de compostos encontrados em modo SCAN superou as expectativas, mas por essa razão os cromatogramas das tintas apresentaram co-eluição entre alguns picos o que dificultou a identificação de alguns compostos. Mesmo assim foi possível a identificação de muitos outros compostos com porcentagem de coincidência superior a 90%. Isso quer dizer que as emissões voláteis das amostras de tintas contêm mais compostos do que foram encontrados nesta pesquisa. Pela co-eluição dos picos não foram identificadas as concentrações dos compostos, consequentemente, não foi estabelecido a porcentagem de compostos orgânicos totais que emitem as tintas. Entretanto, no experimento de laboratório A, que mede a perda de massa de tinta aplicada sobre placas de alumínio se identificaram perdas de massa de até 60% da massa de tinta aplicada, esta massa emitida na sua maior parte poderia ser água. As emissões são maiores nas primeiras 3 horas de secagem, depois desse tempo foram imperceptíveis as perdas para todas as tintas medidas em balanças de 3 dígitos após a vírgula à direita.

- As fichas de segurança das tintas omitem informações, no sentido que não mostram ingredientes com potencial de risco que fazem parte da composição das tintas.

- Incoerência nas fichas técnicas de segurança, algumas fichas falam de não ter compostos que representam perigo ou apresentam poucos compostos tóxicos, mas falam de implicações na saúde, que coincidem com os sintomas dos compostos achados nesta pesquisa.

- Não existem limites de exposição laboral máxima permissível para todos os compostos achados nas tintas, por conseguinte não existem informações para tomar medidas preventivas com alguns compostos.

- A maior parte dos compostos achados nesta pesquisa, já foi identificada em estudos anteriores relacionados com tintas, materiais de construção ou no ar interno de ambientes construídos.

- Segundo as fotos tiradas na cidade de São Carlos (Figura 57 e Figura 58), em alguns casos, parte dos resíduos líquidos das tintas são jogados na rua, que pouco depois irão para o sistema de esgoto e pluvial que, por sua vez, inevitavelmente irão para algum corpo de água ou infiltrados no solo.

Conclusões apartir da bibliografia

- O método de laboratório HS-SPME/GC-MS é o método mais aproximado da realidade, já que permite qualificar vários dos analitos contidos nas amostras de tinta em maior quantidade que qualquer outro método.

- O equipamento de extração SPME, ajuda potencialmente a guardar os analitos no momento de retirar o equipamento dos frascos de HS e posterior injeção no cromatógrafo.

- Alguns parâmetros ambientais, tais como umidade, temperatura e pressão de vapor; afetam a emissão de COVs em tintas usadas na construção civil. Nos casos de análises da qualidade do ar interno em lugares de trabalho com tintas poder-se-ia alertar sobre as possíveis emissões de COVs nas mudanças de temperatura, umidade e pressão de vapor. Por outro lado se os materiais de construção de uso interno emitem COVs em condições ambientais (temperatura, umidade, etc) quando ocorre situação de incêndio é possível que as pessoas fiquem mais afetadas pela fumaça tóxica proveniente dos materiais do que pelo fogo.

- A informalidade da profissão de pintor dificulta o controle e a capacitação, os pintores desconhecem ou não praticam as atividades preventivas em prol da sua saúde, como por exemplo, o uso de máscara, luvas, avental e proporcionar uma ventilação adequada. É possível que em sua grande maioria os pintores desconheçam o nível de risco das emissões provenientes das tintas imobiliárias.

- De acordo com a literatura, uma maior exposição ao solvente ou tinta, produz um maior dano na saúde das pessoas. Portanto, os mais afetados são pintores e trabalhadores de fábricas de tintas, pois eles estão em contato contínuo com o produto.

- Os impactos negativos na saúde relacionados com a emissão de COVs nos ambientes internos desde fábricas de tintas até as casas, dependendo o tempo de exposição vão da sibilância ao câncer, além de asma, implicações negativas na função pulmonar, efeitos no sistema nervoso central, no fígado e rins, síndrome de intolerância aos odores químicos, sintomas da síndrome do edifício doente, entre outros.
- A norma NR 15 da legislação brasileira que estabelece limites de tolerância às substâncias tóxicas nos locais de trabalho encontra-se desatualizada desde 1994.
- As causas que tornam as tintas, materiais não sustentáveis, compreendem temas como: uso de matérias primas não renováveis derivados do petróleo, resíduos sólidos de difícil reciclagem, resíduos líquidos com bastantes contaminantes, embalagem metálica contaminada com tinta seca de difícil reciclagem, contaminação atmosférica (emissão de COVs em fábricas), contaminação de ambientes internos (emissão de COVs em paredes pintadas).
- A sustentabilidade dos materiais de construção só é possível logrando interações entre os fatores ambientais, sociais e econômicos. A posição do engenheiro e do arquiteto com respeito à introdução de um material sustentável no projeto construtivo se limita a fazer uma escolha entre os materiais existentes, escolha baseada em selos ambientais, ciclos de vida e informação do fabricante na embalagem (que nem todos os produtos possuem), além de poder ser informação confusa para o usuário. Os químicos, cientes dos problemas dos quais qualquer atividade química relacionada com solventes pode desencadear, como grandes riscos ambientais, estão criando programas como a química verde para conscientizar os fabricantes de produtos químicos a desenvolver os solventes, por exemplo, pensando no impacto ambiental e riscos potenciais à saúde.
- O governo do Brasil não dispõe de ferramentas para o controle de emissão de COVs em fábricas de produtos químicos e nem tampouco nas tintas de construção civil de uso interno.
- Ainda para o Brasil não existe um selo ambiental ou certificado que garanta o baixo de teor de COVs nas tintas, mas está em processo.

Recomendações

- Os profissionais da engenharia civil e da arquitetura poderiam atuar em conjunto com profissionais da química para garantir baixas emissões de COVs em materiais de construção civil e a partir dessa informação estabelecer a sustentabilidade do material (menor impacto ambiental).
- As tintas que contenham Etanol, 1,2,3-Trimetilciclohexano, 1-4 Dioxano, Etilbenzeno e diclorobenzeno, devem expor na embalagem que a tinta contém ingredientes que podem causar câncer.
- É responsabilidade do fabricante informar sobre todos os compostos de alto risco que façam parte dos ingredientes das tintas, a saúde dos pintores e usuários comuns deve ser respeitada e o usuário deve ser informado sobre o que ele está respirando durante o seu tempo de exposição.
- As fábricas de tinta devem proporcionar a seus empregados condições salubres nos locais de trabalho. Todos os trabalhadores deverão ser conscientizados dos riscos potenciais do produto químico que estão manipulando, assim como o procedimento de proteção e segurança que devem seguir. A fábrica deve cumprir os valores limites de exposição Tabela 23 e Tabela 56 dos COVs derivados das tintas, que os trabalhadores podem tolerar.
- O ideal é que os fabricantes não produzam tintas com substâncias tóxicas, que depois poderão persistir dentro de casa ou contaminar o meio ambiente, além disso os materiais devem ser altamente recicláveis para que, uma vez o edifício termine a sua vida útil, ele seja reciclado ou reutilizado, logrando um menor impacto e risco das emissões atmosféricas provenientes desses resíduos.
- Constituir programas de reciclagem de embalagens por parte dos fabricantes de tintas, assim como programas de evacuação de resíduos líquidos e sólidos (água contaminada, tinta líquida ou seca e elementos manchados com tintas).

9.1. Como sugestões para trabalhos futuros recomendam-se:

- Quantificar a concentração de COVs nas tintas analisadas nesta pesquisa.
- Identificar a quantidade de água presente nas tintas testadas nesta pesquisa.

- Quantificar as concentrações de COVs em locais reais na hora de pintar, testadas por cromatografia gasosa.
- Analise da estratégia concorrente entre empresas de tintas imobiliárias, referentes a Green marketing.
- Analise de como a diluição da tinta interfere na emissão de COVs.
- Quantificar e identificar COVs em situação de incêndio.
- Como as variáveis ambientais como temperatura, humidade e afetam a emissão de COVs
- É importante para o Brasil a criação com urgência de um selo ambiental confiável que garanta a baixa concentração de emissão de COVs nas tintas como produto, mediante valores quantificáveis. Se similar ao selo “Green Seal”, o selo daria não só uma forma de controle sobre a emissão de COVs nos prédios senão confiabilidade e garantia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACGIH, Guide to occupational exposure values. Compiled by ACGIH. Published in the United States of America by ACGIH®. Cincinnati Ohio Estados Unidos. 2009.

AGENDA 21. United Nations Conference on Environment & Development. Rio de Janeiro. Brazil. 1992

AIRSTERIL ©. Volatile Organic Compounds (VOCs) contribute to indoor air pollution. Infection & odour free environment. Link: <http://www.airsteril.co.uk/Volatile-Organic-Compounds-VOCs-Air-Steril.pdf>. Último acceso 2013.

“AQS” AIR QUALITY SCIENCES, Inc. Greenguard certification test for ideapaint. Certification Category: Paints and Coatings. 2012
Link: <http://pharosproject.net/uploads/files/certifications/2238/1349878749.pdf> último acceso agosto de 2013.

ANVISA, <http://www.anvisa.gov.br/fagdinamica/index.asp?secao=30>. Visitado em Julho 2013.

ANINK D, BOONTRA C., MAK J. Handbook of Sustainable Building: An Environmental Preference Method for Use in Construction and Refurbishment. James & James (Science Publishers) Limited. Países Bajos. 1996.

ARIF A.A., DELCLOS L.G. Association between cleaning-related chemicals and work-related asthma and asthma symptoms among healthcare professionals. Revista: Occup Environ Med. Vol. 69. pp 35 – 40. 2012.

ASHLEY D.L., BONIN M.A., CARDINALI F.L., McCraw J.M., WOOTEN J.V. Blood concentrations of volatile organic compounds in a Nonoccupationally exposed US population and in groups with suspected exposure. Clinical Chemistry. Vol. 40, No. 7. pp. 1401-1404. 1994.

BARRETO A.P.L.; COELHO E. de A.; MELO H. dos S.; CASTELO L.A.; ALCANTARA S.de S. Ciclo de vida dos produtos: Certificação e rotulagem ambiental. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Foz de Iguaçu, PR, Brasil. 2007.

BATISTA, C.A.T. Poluição do ar de interiores: uma avaliação de casos relacionados à climatização artificial. Especialização em análise ambiental. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2008.

BINGHAM E., COHRSEN B., POWELL C. Patty's Toxicology. Publisher John Wiley & Sons. 5th edition. Vol 1-8. New York. 2001

BRICKUS L.S.R., NETO F.R.A., A qualidade do ar em interiores e a química. Revista: Química Nova. Vol. 22. 1. Brasil. 1999.

BRUNEKREEF B. The Great Indoors. Artículo. Journal Thorax. Volumen 59. pp 729-730. London. 2004.

CALDEIRA M., PERESTRELO R., BARROS A.S., BILELO M.J., MORETE A., CÂMARA J.S., ROCHA S.M. Allergic asthma exhaled breath metaolone: A challenge for comprehensive two-dimensional gas chromatography. Journal of chromatography A. Vol. 1254. pp 87-97. 2012.

CARVALHO S., NOGUEIRA J.L., As características das tintas e as características dos polímeros com que são Formuladas. Química e Indústria. pp 24 – 30. 2005. Link: http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimSPQ_095_024_26.pdf. Visitado: Agosto de 2012.

CASTRO, L.A.R.. Recomendaciones para la prevención y solución de la humedad por condensación en viviendas. Memoria para optar al título de ingeniero civil. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, departamento de ingeniería civil. Universidad de Chile, Chile. 2012.

CCS - CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD recopilado por. Hoja de datos de seguridad. Acido Acetico CAS. 64-19-7. “Esta hoja de datos de seguridad es de producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema.” Bogotá – Colombia. 2005.

CCCS CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, „Sexto encuentro de Responsabilidad Social Empresaria de la ANDI: Construcción sostenible: elemento clave para la nueva economía verde y responsable. Bogotá – Colombia. Nov. 2011.

CHANG J.C.S., GUO Z.. Emissions of odorous aldehydes from alkyd paint. Atmospheric Environment. Vol. 32. Issue 20, pp 3581-3586. 1998.

CHEMSAMPCO Inc. Material Safety Data Sheet MSDS:

- 2,6-Dimethyleptane CAS 1072-05-5. 2007.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/137840.TXT Último acceso agosto 2013.

-. Etilciclohexano CAS 1678-91-7. 2007.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/244000.TXT Último acceso agosto 2013.

- 4-Etil-1,2-Dimetilbenzeno CAS 934-80-5. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/135629.TXT Último acceso agosto 2013.

- 1-Etil-4-Metil trans ciclohexano. CAS 4926-78-7. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/2904401.TXT Último acceso agosto 2013.

- 1 -Etil 4-Metil trans Ciclohexano. CAS 6236-88-0. 2003

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/290460.TXT Último acceso agosto 2013.

- (1 Metil etil) Ciclohexano CAS 696-29-7. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/826050.TXT Último acceso agosto 2013.

- 2 Metil Decano CAS 6975-98-0. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/428400.TXT Último acceso agosto 2013.

- 4-Metildecano CAS 2847-72-5. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/428620.TXT Último acceso agosto 2013.

-. 2-Metilnonano. CAS 871-83-0. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/530000.TXT Último acceso agosto 2013.

-. 2- Metil Octano CAS 3221-61-2. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/602000.TXT Último acceso agosto 2013.

-. 3-Metil Octano CAS 2216-33-3. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/602600.TXT Último acceso agosto 2013.

-. 4-Metil Octano CAS 2216-34-4. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/602800.TXT Último acceso agosto 2013.

-. Propilciclohexano CAS 1678-92-8. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/826000.TXT Último acceso agosto 2013.

-. Trans decahidro naftaleno CAS 493-02-7. 2007.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/080820.TXT Último acceso agosto 2013.

-. 1,1,3 Trimetil Ciclohexano CAS 3073-66-3. 2003.

Link: http://www.chemsampo.com/msds_out/884000.TXT Último acceso agosto 2013

CHOI H., SCHMIDBAUER N, SUNDELL J., HASSELGREN M., SPENGLER J., BORNEHAG C.G., Common Household Chemicals and the Allergy Risk in Pre-School Age Children. Plos one. Vol. 5 (10). 2010. papel

CHUCK, Y.; DERRICK C. A review of the Emission of VOCs from Polymeric Materials used in Buildings. Artículo. Revista Building and Environment, Vol. 33, No. 6, pp. 357-374. 1998.

CLAUSEN, P.A. ; WOLKOFF, P. ; HOLST, E. ; NIELSEN, P.A. Long-term emission of volatile organic compounds from waterborne paints - methods of comparison. Revista: Indoor Air, Vo. 4. pp 562-576. 1991.

CNTQ “Fundación Centro Nacional de Tecnología Química”. Sistema de Información en Química y Materiales. Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación. Veneuela. Link: <http://www.cntq.gob.ve/siqym/productos/cadenas/fichastecnicas/acetato-de-n-Butilo.pdf>, visitado: 08/2013.

COHEN, Y., WANG, W., SCHNOOR, J. L., DOI, J. Volatile Organic Compounds in the Environment. Editorial ASTMSTP 1261. American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA. pp 7-32. 1996.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACION CIENTIFICA (CSIC), Cromatografía De Gases, Museo Nacional De Ciencias Naturales De España MNCN, Tirado de: http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia_de_gases.pdf, visitado em: 22-07-2012.

CUPULA MUNDIAL. Declaração de desenvolvimento sustentável. Joanesburgo, Africa do Sul. Sep. 2002. Link: http://www.cqgp.sp.gov.br/gt_licitacoes/publicacoes/joanesburgo.pdf, visitado em 10-01-2013.

DEH (Department of Environment and Heritage), Measures for Improving the Environmental Sustainability of Building Materials - Consultation Draft with subsequent amendments, Department of Environment and Heritage, Commonwealth of Australia, Canberra. 2006.

DORNELLES, K.A.; & RORIZ M., Influência Das Tintas Imobiliárias Sobre O Desempenho Térmico E Energético De Edificações. Artigo. Campinas. Brasil. 2007.

(ECA) EUROPEAN COLLABORATIVE ACTION INDOOR AIR QUALITY & ITS IMPACT ON MAN. Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in indoor air Quality Investigations. Report No. 19. 1997.

EDWARDS, S.; BENNETT, P. Constrution products and life-cycle thinking. UNEP Industry and Environment – April – September. 2003.

ENVIRONMENT AGENCY. Technical Guidance Note (Monitoring) M16 Monitoring volatile organic compounds in stack gas emissions. Environment Agency. Version 3. 2011. Link: <http://www.abatementexchange.com/media/Information%20Library%20Environment%20Agency/Environment%20Agency%20Technical%20Guidance%20Note%20M16%20Monitoring%20VOCs%20in%20Stack%20Gas%20Emissions%20April%202011.pdf> visitado em agosto 2013.

EPA “ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY”. Link: <http://www.epa.gov/enviro/facts/tri/search.html>. EUA. Último acceso agosto de 2013.

EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Drywall Sampling Analysis. Washington 2009. Link: <http://www.doh.state.fl.us/environment/community/indoor-air/epaletter052609.pdf> Último acceso agosto de 2013.

EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. OAR Policy and Guidance Metarecord. Final Rule - National VOC emission padrões for architectural coatings. Link: <http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1/fr_notices/rule812.pdf>. July 2002. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1/meta/m17900.html>>. Acesso em: 12 sep. 2012.

ERNSTGARD L., IREGREN A., SJOGREN B., SVEDBERG U., JOHANSON G. Acute effects of expousure to hexanal vapors in humans. Journal de Occupational and Environmental Medicine/American College de Occupational and Environmental Medicine. Vol. 48 (6). pp 573-580. 2006.

FANG L., CLAUSEN G., FANGER P.O., Impact of temperature and humidity on the perception of indoor air quality. Indoor Air. Vol. 8. pp 80-90. 1998.

FANG L., CLAUSEN G., FANGER P.O., Impact of temperature and humidity on chemical and sensory emissions from building materials. Indoor Air. Vol.9. pp 193-201. 1999.

FAZENDA, J.M.R., Tintas Ciencia e Tecnologia. ABRAFATI Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. Editora Blucher. São Paulo. Brasil. 2009.

FONSECA J.C.L., MARCHI M.R.R., FONSECA J.C.L., Tradução. Substâncias químicas perigosas à saúde e ao ambiente. Programa Internacional de Segurança Química. Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. OMS ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 2000.

FREIRE, A.A., O uso das tintas na Construção Civil. Monografia Curso de Especialização Civil. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte. Brasil. 2006.

FUNDAÇÃO VANZOLINI, Certificação AQUA chega aos edifícios e conjuntos habitacionais no Brasil. Fundação Vanzolini. Boletim 2010, Ambiental Company (Gestão em Meio Ambiente). São Paulo, 2010.

FUNDAÇÃO VANZOLINI, Referencial técnico de certificação, edifícios do setor de serviços – processo AQUA / escritórios – edifícios escolares. Versão 0. São Paulo, 2007.

GABERLOTTO,P., Solventes Industriais: Seleção, Fórmulação e Aplicação. Editora Blucher. São Paulo.Brasil.2007.

GALLEGO E., ROCA F.J., PERALES J.F., SÁNCHEZ G., ESPLUGAS P. Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of a waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD-GC/MS. Waste Management. Vol. 32. pp. 2469-2481. 2012.

GARTISER S., HAFNER C., OEKING S., PASCHKE A. Results of a “whole effluent assessment” study from different industrial sectors in Germany according to OSPAR’s WEA strategy. Supplementary material for journal of environmental monitoring. The Royal Society of Chemistry. 2008.

GIRMAN J.R., HODSONG A.T., NEWTON A.S. Emissions of volatile organic compounds from adhesives with indoor applications. Enviroment International. Vol. 12. Issues 1-4. pp 317-321. 1986.

GIRMAN J.R., HODGSON A.T., WIND M.L., Considerations in Evaluating Emissions from Consumer Products. Published by Atmospheric Environment Vol. 21. No. 2, pp. 315-320. 1987.

GIL R.C., AZCONA A.C., PADILLA J.L., CRUSELLAS D.P., QUEROL J.S. Planta de producció d'àcid acètic [Recurs electrònic] / Engiquim Solutions (Grup de recerca). Projecte de fi de Carrera. Director Francisco Javier Lafuente Sancho. Universitat Autònoma de Barcelona, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, 2007. Link: <http://hdl.handle.net/2072/13177> último acceso agosto 2013.

GIODA, A. ; NETO, F. R. A. Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil. Química Nova, vol.26, n. 3, p. 356-365, 2003.

GIUDICE, C.A., PEREYRA A.M. Tecnología de pinturas y recubrimientos. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – Argentina (Edutecne). Buenos Aires – Argentina. 2009.

GODOY, A; BIAZIN, C. A rotulagem ambiental no comercio internacional. Brasil. Link: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/mesa2/2.pdf. Último acceso Maio de 2013.

GOSSELIN, R.E., H.C. HODGE, R.P. SMITH, GLEASON M.N. Clinical Toxicology of Commercial Products. 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1976.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. GUIA TÉCNICO AMBIENTAL E VERNIZES – SÉRIE P+L, São Paulo, Brasil. 2006.

GRANDE M.D. Cromatografia Gasosa, Principios básicos. SINC do Brasil Scientific Instruments co Instrumentação Científica LTDA. Link: <http://www.cpatc.embrapa.br/eventos/seminariodequimica/1%B0%20Minicurso%20Produ%E7%E3o%20e%20Qualidade%20de%20Biodiesel/cromatografiagasosa.pdf>. ingresado 20-07-2012.

GREEN COUNCIL BUILDING BRASIL. Curso certificación LEED NC e LEED CS v.3. Eng. Marcos Casado. São Paulo 2013.

GREEN SEAL CERTIFICATION. GS-11 Paints And Coatings Applied To Interior Walls And Ceilings Must Not Exceed The Volatile Organic Compound (VOC) content limits established in green seal padrão GS-11, paints. Green Seal Environmental Leadership Padrão For Paint. Third edition. January, 2010.

GUO H., MURRAY F., LEE S.C. The developemet of low volatile organic compound emission house: a case study. Building and Environment, v.38, p. 1413-1422, 2003.

HANAI Y., BABA Y. A Method for Screening LungCancer Samplesfor Volatile, Organic Urinary Compounds as Biomarkersfor LungCancer Using Solid-Phase Microextraction and GasChromatography Time-of-Flight Mass Spectrometry. The Mass Spectrometry Society of Japan. Vol. 61. No. 2. 2013. Link: <http://www.wdc-p.biz/mssj/search/pdf/201302/ms610013.pdf> Visitado em agosto de 2013.

HANSEN P.L., TONNING K., HANSEN B.M., JACOBSEN E. Survey and Health assessment of chemical substances in hobby products for children. Danish Ministry of the environment, environmental Protection Agency. No. 93 2008.

HALIOS C.H., HELMIS C.G. Temporal Evolution of the Main Processes that Control Indoor Pollution in an Office Microenvironment: a case study. Published by Environ Monit Assess V. 167. pp. 199-217. 2010.

HILGENBERG F.B.. Sistemas de certificação ambiental para edifícios – estudo de caso: AQUA. Dissertação Mestrado em Construção Civil. Universidade Federal do Parana. Curitiba. Brasil. 2010.

HINRICHS, A.R.; KLEINBACH, M. Energia e Meio Ambiente. Editora Cengage Learning. São Paulo Brasil. 2003.

HODGSON A.T., LEVIN H. Volatile Organic Compounds in indoor air: A review of concentrations measured in North America Since 1990. 2003. Link: <http://energy.lbl.gov/IED/pdf/LBNL-51715.pdf> Último acceso Agosto de 2013.

HOPPIN J.A., UMBACH D.M., LONDON S.J., ALAVANJA M.C.R., SANDLER D.P. Diesel Exhaust, Solvents, and Other Occupational Exposures as Risk Factors for Wheeze Among Farmers. Published by Am J Respir Crit Care Med. Vol 169. pp 1308 – 1313, 2004.

HORVATH, A. Construction Materials and the Environment. Annual Review of Environment and Resources, Palo Alto -US, v. 29, p. 181-204, 2004.

HSDB “HAZARDOUS SUBSTANCES DATA BANK”. TOXNET Toxicology Data Network. National Library of Medicine. United States. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>. Último acceso: Agosto de 2013.

- n-Butyl acetate CAS: 123-86-4
- 1,4-Dioxane CAS: 123-91-1
- Acetone CAS: 67-64-1
- N-Butyl Alcohol (Butanol) CAS 71-36-3
- Decane CAS 124-18-5
- Etil hexanol CAS 104-76-7
- 2,2,4 Trimetil 1,3 Pentanodiol CAS 144-19-4

IARC (International Agency for Research on Cancer). Some organic solvents, resin monomers and related compounds, pigments and occupational exposures in paint manufacture and paint. IARC Monographs Eval Carcinog Risk Hum, vol. 47: 1-142. 1989.

IARC International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans – painting, firefighting and shiftwork. IARC monographs working group on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Vol. 98. 2010.

INSHT “Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España”. Fichas Internacionales de Seguridad Química FISQ. Preparado dentro del contexto de cooperación entre el IPCS (International Programme on Chemical Safety), CE (Comisión Europea ®). España.

- Acetona CAS 67-64-1. 2009. Link: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0087.pdf> último acceso: agosto 2013.
- DIBUTIL ETHER CAS 142-96-1. 2005a. Link: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1101a1200/nspn1150.pdf> último acceso: agosto 2013.
- DECANO CAS 124-18-5. 1994a. Link: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/401a500/nspn0428.pdf> último acceso: agosto 2013.
- ETIL HEXANOL CAS 104-76-7. 2005b. link: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/801a900/nspn0890.pdf> último acceso: agosto 2013.
- 2 FENOXY ETANOL CAS 122-99-6. 2003. Link:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/501a600/nspn0538.pdf> último acceso: agosto 2013.

- METENAMINA CAS 100-97-0. 1994b. link:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1201a1300/nspn1228.pdf> último acceso: agosto 2013.

- 3-METILBUTANOL-1 CAS 123-51-3. 2010. Link:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/701a800/nspn0798.pdf> último acceso: agosto 2013.

-. ESTIRENO CAS 100-42-5. 2006. Link:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0073.pdf> último acceso: agosto 2013.

ISSEVER H., OZDILLI K., OZYILDIRIM B.A., HAPÇIOĞLU B., INCE N., INCE H., ISIK E., AKÇAY E., YEGENOĞLU Y., ERELEL M., BERRİN Ç., AGBAS N. Respiratory Problems in Tannery Workers in Istanbul. Published by Indoor Built Environ. 16. pp 177-183. 2007.

JOHN, V.M.; OLIVEIRA D. P. Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável: Estado da arte. 7 Critérios de sustentabilidade para seleção de materiais e componentes. Journal of Building Environment, pp 7 – 92. 2006.

JONES, A.P. Indoor air quality and health. Atmospheric Environment, Oxford, v.33, n.28, pp. 4535 – 4564, dez. 1999.

JONES R.D., WILLS M.T. Development of an Improved VOC Analysis Method for Architectural Coatings. Final Report Padrão Agreement No. 04-329. California Air Resources Board and the California Environmental Protection Agency. Department of Chemistry and Biochemistry California Polytechnic State University San Luis Obispo. EE.UU. 2009.

KIBERT C.J. Deconstruction: the start of a sustainable materials strategy for the built environment. Sustainable building and construction. UNEP Industry and Environment. April – September 2003.

KLEES D.R., COCCATO C. Ciclo de vida sostenible de los materiales de construcción. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 2005.

KNUDSEN H.N., KJAER U.D., NIELSEN P.A., WOLKOFF P. Sensory and chemical characterization of VOC emissions from building products: impact of concentration and air velocity. Revista: Atmospheric Environment. Vol, 33. pp 1217-1230. 1999.

KOGEVINAS M., ANTO J.M., SUNYER J., TOBIAS A., KROMHOUT H., BURNEY P. Occupational asthma in Europe and other industrialized areas: a population-based study. Published by Lancet. V. 353. pp 1750-1754. 1999.

KOTAJI, S.; SCHUURMANS, A.; EDWARDS, S. Life-Cycle Assessment in Building and Construction. Pensacola: SETACPRESS, 2003.

KOZIEL J.A.; PAWLISZYM J. Air Sampling and Analysis of Volatile Organic Compounds with Solid Phase Microextraction. Journal of the Air & Waste Management Association. Vol. 51. pp 173-184. 2001.

LAGOUDI A., LOIZIDOU M. Volatile Organic Compounds in Office Buildings: 2. Identification of pollution Sources in the indoor air. Indoor and Built Environment. Vol. 5. pp 348-354. 1996.

LASSEN C., HANSEN C.L., MIKKELSEN S.H., MAAG J. Siloxanes – Consumption, Toxicity and Alternatives. Danish Ministry of the Environment. Environmental Protection Agency. Environmental Project No. 1031. Miljøprojekt. 2005.

LEE S.C., KWOK N.H., GUO H., HUNG W.T. The effect of wet film thickness on VOC emissions from a finishing varnish. The science of the total environment. Vol. 302. pp 75-84. 2003.

LOONEY R.J., FRAMPTON M.W., BYAM J., KENAGA C., SPEERS D.M., COX C., MAST R., KLYKKEN P.C., MORROW P.E., UTELL M.J., Acute respiratory exposure of human volunteers to octamethylcyclotetrasiloxane (D4): Absence of immunological effects. Toxicological sciences. Vol. 44. pp 214-220. 1998.

MARTINEZ F.J.R., CALLEJO R.C. Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores. Junta de castilla y Leon. España. 2006.

MEP – MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION OF CHINA. China's mainland home to 247 'cancer villages'. 2013. Link: http://english.mep.gov.cn/News_service/media_news/201302/t20130225_248439.htm. último acceso março de 2013.

MEIRELLES S.L. Química Verde: A indústria química e seus impactos na indústria da construção. Dissertação de mestrado de Tecnologia de processos químicos e bioquímicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil. 2007.

MINISTERIO DO ESTADO DA SAÚDE. Diagnostico e Manejo das Doenças Relacionadas com o Trabalho: Manual de procedimentos para os serviços de saúde. Anexo Lista de doenças relacionadas com o trabalho do ministério da saúde – elaborada em cumprimento da Lei 8.080/90 –inciso VII, parágrafo 3 do artigo 6 disposta segundo a taxonomia, nomenclatura e codificação da CID-10. Portaria N°. 1339/GM. Novembro de 1999.

MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE. Portaria n 3523/GM de 28 de agosto de 1998. Link: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/3523_98.htm. Último acesso: janeiro 2013.

MINISTERIO DE TRABAJO E INMIGRACIÓN. Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2010. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. 2010.

MOLHAVE L., KJAERGAARD S.K., LEBOWITZ M. Interaction Between ozone and airborne particulate matter in office air. Published by Indoor Air. Vol. 15. pp. 383 – 392. 2005.

REMIÃO F., MONTEIRO E.C.J., MOUTINHO L.C.P.S.P. Ozono. Laboratório de toxicologia da faculdade de farmacia. Universidade do Porto. 2005

MYHRE O., VESTÅD T.A., SAGSTUEN E., AARNES H., FONNUM F. The Effects of Aliphatic (n-Nonane), Naphtenic (1,2,4-Trimethylcyclohexane), and Aromatic (1,2,4-Trimethylbenzene) Hydrocarbons on Respiratory Burst in Human Neutrophil Granulocytes. Toxicology and Applied Pharmacology. Vol. 167. pp 222-230. 2000.

MØLHAVE, L. Volatile Organic Compounds Indoor Air Quality and Health. Published by Indoor Air, Vol. 1. pp. 357–376. 1991

NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH. Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. Alcohol Isoamílico. CAS 123-51-3. Traducción 2009. Link: <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1039sp.pdf> último acceso 2013.

NIU, L.; BURNETT, J. Setting up the criteria and credit-awarding scheme for building interior material selection to achieve better indoor air quality. Environment International, New York, v. 26, n. 7-8, p. 573-580, jun. 2001.

NIOSH “NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH”. National occupational exposure survey 1981-1983 (NOES). EUA. 1983.

NIOSH “NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH”. Recommendations for Occupational Safety and Health. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control. Ohio.1992.

NIOSH “NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH”. Pocket Guide to Chemical Hazards. DHHS (NIOSH) Publication No. 97-140. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. 1997.

NIOSH “NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH” Niosh pocket guide to chemical hazards (NPG). Niosh Publication n. 97-140, Feb 2004.

NIOSH “NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH”. Pocket Guide to Chemical Hazards. Centers for disease control and prevention. USA.

- 1,2,3- Trimethylbenzene CAS 526-73-8

link: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0637.html> último acceso septiembre de 2013.

-. 1,2,4 – Trimethylbenzene CAS 95-63-6

Link: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0638.html> último acceso septiembre de 2013.

-. n- Valeraldehyde CAS 110-62-3

Link: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0652.html> último acceso septiembre de 2013.

-. Octane CAS 111-65-9

Link: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0470.html> último acceso septiembre de 2013.

-. Nonane CAS 111-84-2

Link: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0466.html> último acceso septiembre de 2013.

-. Isobutyl alcohol CAS 78-83-1

Link: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0352.html> último acceso septiembre de 2013.

-. Tert-butyl alcohol CAS 75-65-0

Link: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0078.html> último acceso septiembre de 2013.

NORBACK D.; BJORNSSON E.; JANSON C.; WIDSTROM J.; BOMAN G. Asthmatic Symptoms and Volatile Organic Compounds, Formaldehyde, and Carbon Dioxide in dwellings. Published by Revista Occupational and Environmental Medicine. V 52. pp 388-395. 1995a.

NORBACK D., WIESLANDER G., EDLING C. Occupational Exposure to Volatile organic compounds (VOCs), and other air pollutants from the indoor application of water-based paints. The Annals of Occupational Hygiene. Vol. 39. No. 6. pp 783-794. 1995b.

NR – 15 NORMA REGULAMENTADORA “ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES” Anexo n.º XI - Agentes Químicos cuja Insalubridade é Caracterizada por Limite de Tolerância e Inspeção no Local de Trabalho e Anexo XIII A – Benzeno. Brasil.

NTP 244: Criterios de valoración en Higiene industrial. Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España e instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. España.

OMS ORGANIZACIÓN MUNDIAL DA SAÚDE. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Suiza. 2006.

OMS ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Guías para la calidad del aire. Traducción realizada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS), agencia especializada de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). Lima, 2004.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Environmentally Sustainable Buildings: challenges and policies. 196 p. Paris: OECD, 2003.

ORMSBY M. Analysis of laminated documents using solid-phase microextraction. Article 2. Journal of the American Institute for Conservation. Volume 44. Number 1. pp 13-26. 2005.

OSBORNE J.W. Tank 241-BY-108 vapor sampling and and analisis tank characterization report (WHC-SD-WM-ER-422). Departamento of Energy. UEA. 1995 Link: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/80337> último acceso agosto 2013.

OSHA OCCUPATIONAL SAFETY ADMINISTRATION, Occupational Safety and Health Padrões-Toxic and Hazardous Substances – padrão number 1910.1000 Table Z-1 e table Z-2 Limits for Air Contaminants. Ultima actualização 2006. Link: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=padrões&p_id=9992 , último acesso setembro 2012.

OSHA OCCUPATIONAL SAFETY ADMINISTRATION, Occupational Safety and Health Padrões-Toxic and Hazardous Substances – padrão number 1910.1048 Formaldehyde. Ultima actualização 2012. Link: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=PADRÃOS&p_id=10075 , último acesso setembro 2012.

PANKOW J.F., THOMSON N., JOHNSON R.D., BAEHR A., ZOGORSKI J. The Urban Atmosphere as a Non-Point Source for the Transport of MTBE and Other Volatile Organic Compounds (VOCs) to Shallow Groundwater. Artigo Environ. Sci. Technol. Vol. 31, 2821-2828. 1997.

PEDROZA, A.C.; RODRIGUES, A.S.; SOUSA C.F.; PINHEIRO F. Limites de Exposição Ocupacional: estudo comparativo entre valores aplicados no Brasil e EUA. RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 4, n. 3, p. 20-29, out. 2011.

PEREIRA J.V.I. Sustentabilidade: diferentes perspectivas, um objetivo comum. Crónicas e ensaios / Enssays and reports. Link: <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/egg/v14n1/v14n1a08.pdf>, último acesso maio 2013.

PERUZZO, T. M.; CANTOS, E.L. DO. Química – Volume Único. 2ª edição. São Paulo. Brasil. 2003

PINTO D, CEBALLOS JM, GARCIA G, GUSMAN P, DEL RAZO LM, VERA E, GOMEZ H, GARCIA A, GONSEBATT ME. Increased cytogenetic damage in outdoor painters. Mutation Research 467: 105-111. 2000.

RAMOS C.X., ESTÉVEZ S., GIRALDO E. Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) durante el compostaje de biosólidos provenientes de plantas de tratamiento de águas

residuales domésticas. Revista de ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes. Colombia. No. 13. pp 37-44. 2001.

ROSA, L.A.Z.C. Avaliação de fator de risco ocupacional no setor de fabricação de tintas em uma fábrica localizada na região sul de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Ciências da Saúde. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Janeiro 2009.

REICH, M.C. Economic assessment of municipal waste management systems – case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC). Journal of cleaner production, v.13, n.xx, p. 253-263, 2005.

RIGOLETTO, I.P. Implantação no Brasil do programa “Coatings Care” de prevenção de poluição e de acidentes do setor de tintas. Teses de Doutorado. Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil. 2010.

RUMCHEV K., SPICKETT J., BULSARA M., PHILLIPS M., STICK S., Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. Thorax. Vol. 59. pp 746-751. Doi: 10.1136/thx.2003.013680. 2004.

RUSSELL P., MOFFATT S. Assessing Adaptability of Buildings. IEA Annex 31 Energy-Related Environmental Impact of Buildings. November 2001.

SAIJO Y.; KISHI R.; SATA F.; KATAKURA Y.; URASHIMA Y.; HATAKEYAMA A.; KOBAYASHI S.; JIN K.; KURAHASHI N.; KONDO T.; GONG Y.Y.; UMEMURA T. Symptoms in Relation to Chemicals and Dampness in Newly Built Dwellings. Published by Int Arch Occup Environ Health. Vol. 77: pp 461-470. 2004.

SAHLBERG B.; MI Y.H. & NORBACK D. Indoor Environment in Dwellings, Asthma, Allergies, and Sick Building Syndrome in the Swedish Population: a longitudinal Cohort Study from 1989 to 1997. Published by Int Arch Occup Environ Health. 82: pp 1211-1218. 2009.

SALASAR C.J. Estudo sobre emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) em Tintas Imobiliárias a Base de Solvente e Água. Teses de Mestrado. Centro de Ciências Exatas – Departamento de Química. Universidade Estadual de Londrina. Londrina – Brasil. 2006.

SALTHAMMER T. Emission of Volatile Organic Compounds from Furniture Coatings. Artigo. Revista Indoor Air. Vol.7. pp 189-197. 1997.

SANTOS S.R., Programas de rotulagem ambiental. Programa de pós-graduação em engenharia de produção – UFRGS. Praça argentina, No. 9. Porto alegre. 1997.

SANTAMOURIS M., WOUTERS P. Building ventilation the state of the art. Earthscan. London. 2006.

SAX N.I. (autor), **LEWIS R.J.** (editor). Hawley's condensed chemical dictionary. 11 edition. Van Nostrand Reinhold. New York. 1987.

SHELDON L., COX B., SMITH L., HARTWELL T. THOMAS K., KEEVER J., WHITAKER D. Determining the impact of combustion sources on indoor air exposure surveys. 79 th annual meeting of the Air Pollution Control Association. Minneapolis. 1986.

SICHERI, E.P.; SALADO G.C., Materiais para Construção VI (Tintas para a Construção Civil). Apostila Grupo ArqTeMa – Arquitetura, Tecnologia e Materiais. Universidade de São Paulo. EESC. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. São Carlos. Brasil. 2007.

SILVA, J.M. da. Cânceres hematológicos na Região Sul de Minas Gerais. Teses de doutorado. Faculdade de Ciências Médicas. Universidade de Campinas. SP. Brasil. 2007.

SILVA, M.R.A.; OLIVEIRA M.C.; NOGUEIRAR.F.P. Estudo da aplicação do processo foto-Feton solar na degradação de efluentes de indústria de tintas. Eclética química. Vol. 29.No. 2. Araraquara SP. 2004

SIMMONS, L.H.; HAROLD B. OLIN; JOHN L. SCHMIDT; WALTER H. LEWIS., Olin'S Construction Principles, Materials, And Methodos. John Wiley & Sons. EE.UU. 2001.

SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA, Boletim de Química. Editor: Joaquim Faria. Portugal. 2004.

SOLOMONS T.W.G., FRYHLE C.B. Química Orgânica, Volume 1. Tradução e revisão técnica Julio Carlos Afonso [et al.]. Rio de Janeiro. Brasil. 2012.

SOUZA E.S.D., MOREIRA I., ZOTELLE J., BRANDÃO K., MERIGUETE G. Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrômetro de Massa. Trabalho Química Analítica II, Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória – EMESCAM. Vitória – Espírito Santo – Brasil. 2010 Tirado em: <http://es.scribd.com/doc/36702414/Cromatografia-Gasosa-Acoplada-a-Espectrômetro-de-Massas>, visitado em: 22-07-2012.

SQUILLACE P.J., MORAN M.J., LAPHAM W.W., PRICE C.V., CLAWGES R.M., ZOGORSKI J.S. Volatile Organic Compounds in Untreated Ambient Groundwater of the United States. Published by Environmental Science & Technology. Vol. 33, No. 23. 1999.

SRIVASTAVA P.K., PANDIT G.G., SHARMA S., MOHAN RAO A.M., Volatile Organic Compounds in indoor environments in Mumbai, India. Revista: The Science of the Total Environment. Vol. 225. pp. 161-168. 2000.

STASHENKO E.E. & MARTINEZ J.R. Preparación de la muestra: un paso crucial para el análisis de GC-MS. Uma publicação trimestral do Instituto Internacional de Cromatografia (IIC), Scientia Cromatográfica. V. 3, No. 1, 2011. Link: http://issuu.com/editoracubo/docs/sc_v3n1_revisado_19-07-2012, ingressado em 20-07-2012

STELLAMAN J.M., OSINSKY D., MARKKANEN P. Enciclopedia de Salud y Seguridad em el Trabajo. Capítulo Guía de produtos químicos. Organización Internacional del Trabajo O.I.T. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Tercera Edicion. España. 2001.

STOCK L.M., HUCKABY J.L., A survey of vapors in the headspace of single-shell waste tanks. Pacific Northwest National Laboratory. Department of energy. UEA. 2004. Link: http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-13366Rev1.pdf Último acceso agosto de 2013.

SUBLIS J.B. NTP 521: Calidad de aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios. INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y asuntos sociales de España. España. 2006.

TAKIGAWA T.; WANG B.L.; SAIJO Y.; MORIMOTO K.; NAKAYAMA K.; TANAKA M.; SHIBATA E.; YOSHIMURA T.; CHIKARA H.; OGINO K. & KISHI R. Relationship between Indoor Chemical Concentrations and Subjective Symptoms Associated with Sick Building Syndrome in Newly Built Houses in Japan. Published by: Int Arch Occup Environ Health. Vol. 83; pp 225-235.2010.

TICHENOR B.A., MASON M.A. Organic emissions from consumer products and building materials to the indoor environment. JAPCA. Vol. 38. pp 264-268. 2012. Link: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/08940630.1988.10466376>. Acceso em Agosto 2013.

TONNING K., JACOBSEN E., PEDERSEN E. Survey and Health Assessment of Products for Interior Car Car. Danish Ministry of the Environment. Environmental Protection Agency. Survey of Chemical Substances in Consumer. No. 105. 2010.

TRINDADE, P. Rotulagem Ambiental. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação I.P., Lisboa-Portugal.

TURIEL, I.; HOLLOWELL, C. D.; MIKSCH, R. R.; RUDY, J. V.; YOUNG, R. A.; COYE, M. J. The effects of reduced ventilation on indoor air quality in an office building. Atmospheric Environment., Vol. 17. pp 51 - 64. 1983.

UEMOTO K.L. et al. As tintas imobiliárias e o impacto ambiental – parte II. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais. São Paulo: ANTAC, 2004.

UEMOTO K.L.; AGOPYAN, V. Compostos orgânicos voláteis de tintas imobiliárias. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11, 2006, Florianópolis. ANTAC. Florianópolis, 2006.

UNEP “PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Screening Information Data Set SIDS Initial Assessment Report for 11th SIAM. USA. - Propylene Glycol CAS 57-55-6 . 2001.

Link: <http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECDsids/57-55-6.pdf> último acesso sep. 2013.

UNITED NATIONS, General Assembly. Rio declaration on environment and development. Rio de Janeiro. 1992.

UNITED NATIONS, U.S. Census Bureau. International Programs Center, International Data Base and unpublished tables. 1995.

US DEPARTMENT OF ENERGY (USDOE). Building Technologies Program: EnergyPlus Simulation Software. Disponível: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>. Acesso em 15 de abril. 2013.

US GBC, U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. Leadership in Energy & Environmental Design. Washington, 2004. Disponível em: <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>. Acesso em: 25 sep. 2012.

VAAJASAARI K., KULOVAARA M., JOUTTI A., SCHULTZ E., SOLJAMO K. Hazardous properties of paint residues from the furniture industry. Journal of Hazardous Materials. Vol. 6. Issues 2-3. pp 71-79. 2004.

VAN DER WAL J.F., HOOGEVEEN A.W., WOUDE P. The influence of temperature on the Emission of Volatile Organic Compounds from PVC flooring, Carpet and Paint. Published by Indoor Air. Vol. 7. pp 215-221. 1997.

VAN DER WAL J.F., MOERKERKEN A. The performance of passive diffusion monitors for organic vapours for personal sampling of painters. The annals of occupational Hygiene. Vol. 28, issue 1. pp 39-47. 1984.

VANEGAS J.A. Road Map and principles for built environment sustainability. Published by: Environmental science & technology. Vol. 37. pp 5363-5372. 2003

VENN A.J.; COOPER M.; ANTONIAK M.; LAUGHLIN C.; BRITTON J.; LEWIS S.A. Effects of Volatile Organic Compounds, damp, and other environmental exposures in the home on wheezing illness in children. Published by: Thorax; vol. 58. pp 955-960. 2003.

WALLACE L.A., PELLIZZARI E., HARTWELL T., ROSENZWEIG M., ERICSON M., SPARACINO C., ZELON H. Personal exposure to volatile organic compounds: I direct measurements in breathing-zone air, drinking water, food, and exhaled breath. Environmental Research. Vol. 35. Issue 1. pp 293-319. USA. 1984.

WOLKOFF P. Impact of air velocity, temperature, humidity, and air on long-term VOC emissions from building products. Atmospheric Environment. Vol. 32. No. 14/15, pp. 2659-2668. 1998.

WOOLLEY, T; KIMMINS, S; HARRISON, P; HARRISON R. Green Building Handbook. Volume 1. Green Building Digest. Taylor & Francis e-Library, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), WHO Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Copenhagen, Denmark. 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Indoor air quality: organic pollutants. Euro Reports and Studies. No. 111. Copenhagen: World Health Organisation, Regional Office for Europe. 1989.

WIESLANDER G, NORBACK D., EDLING C. Airway symptoms among house painters in relation to exposure to volatile organic compounds (COVs) a longitudinal study. Published by Ann Occup Hyg. Vol. 41: 155 –166. 1997.

YANG X.; CHEN Q., ZENG J., ZHANG J.S., SHAW C.Y., Effects of environmental and test condition on VOC emissions from “wet” coating materials. Indoor Air, Vol. 11(4), pp 270-278. 2001.

YOON H.I.; HONG Y.C.; CHO S.H.; KIM H.; SHON J.R.; KWON M.; PARK S.H.; CHO M.H.; CHEONG H.K. Exposure To Volatile Organic Compounds And Loss Of Pulmonary Function In The Elderly. Published by: European Respiratory Journal. Volumen 36 - Número 6, pp 1270-1276. Europa. 2010.

ZHANG J.S., C.Y. SHAW, J.M. KANABUS-KAMINSKA, R.A. MACDONALD, R.J. MAGEE, E. LUSZTYK, AND H.J. WEICHERT. Study of air velocity and turbulence effects on organic compound emissions from building materials/furnishings using a new small test chamber. Book: Characterizing source of Indoor air pollution and related sink effects, ASTM STP 1287, B.A. Tichenor, Ed., American Society for Testing and Materials, pp. 184 -199. 1996.

ZHANG L.Z., NIU J.L. Effects of substrate parameters on the emissions of volatile organic compounds from wet coating materials. Building and Environment. Vol. 38. Ed. 7. pp 939-946. 2003.

ANEXO A

LISTA DE DOENÇAS CAUSADAS PELOS COVs

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS PRESENTES NOS COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS E OS EFEITOS QUE CAUSAM NA SAÚDE

Substância Química	Efeito Potencial	Referência
COV em geral	A exposição à VOC pode resultar em danos a saúde agudos e crônicos. É possível que pessoas asmáticas e aquelas com problemas respiratórios anteriores possa ser particularmente vulneráveis a exposições mesmo em baixa dosagem. Em altas concentrações, muitos VOC são narcóticos potentes, e podem deprimir o sistema nervoso central. Exposições podem também levar a irritação dos olhos e trato respiratório, e causar reações de sensibilidade envolvendo o olho, pele e pulmões.	Jones, 1999
COV em geral	Síndrome do edifício doente	Niu; Burnett, 2001
Acetaldeído	Irritação nos olhos, pele, nariz; garganta; queimaduras na pele; conjuntivite; tosse; depressão, edema pulmonar; em animais: efeitos teratogênicos; rins e sistema reprodutivo. Risco de conjuntivite e efeito cancerígeno.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Acetato de etila*	"Irritação nos olhos, pele, nariz e garganta; narcose; dermatite".	Gaberloto, 2007
Acetona*	Irritação nos olhos, pele, nariz garganta; dor de cabeça, vertigem, depressão do sistema nervoso central, dermatite.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Ácido Acético	Irritação nos olhos; pele, nariz e garganta; olhos, queimadura; sensibilização da pele; erosão dental; hipercaleosidade; conjuntivite, lacrimação (derramamento de lágrimas); edema da faringe, bronquite crônica.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Ácido Propanóico	Irritação nos olhos, pele, nariz, garganta; visão borrada, queimadura de córnea; queimadura de pele; dor abdominal, náusea, vômito	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Álcool etílico	Irritação nos olhos, pele, nariz, garganta; narcose; dermatite.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Substância Química	Efeito Potencial	Referência
Álcool isopropílico	Irritação nos olhos, nariz, garganta; sonolência, vertigem, dores de cabeça; pele crestada desidratada em animais; narcose.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Álcool terc - butílico	Irritação nos olhos, pele, nariz, garganta; sonolência, narcose.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Benzeno	Irritação nos olhos, pele, nariz; sistema respiratório; vertigem; dor de cabeça, náusea, andar trôpego; anorexia, fadiga (fraqueza, exaustão); dermatite; depressão da medula óssea; potencial risco de câncer.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Benzeno, Vinylidene chloride, Pichlorobenzene, Cloroformio, Ethylene dibromide, Methylene hloride, Carbon tetrachloride.	Wallace, 1991 apud Jones (1999) estimou que concentrações típicas de sete COV excederam o risco de 1x10 ⁻⁶ de câncer por um fator de 10. Entretanto, deve ser observado que cálculos de risco podem envolver pressupostos de relação linear de curva de dose-resposta quando extrapolados de altas para baixas dosagens, e assim, tais estimativas incorporam incertezas.	Jones, 1999
2-Butanona	Irritação nos olhos, pele, nariz, dor de cabeça; vertigem; vômito; dermatite.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Ciclohexano*	Irritação nos olhos, pele, sistema respiratório; sonolência; dermatite; narcose, coma.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Cumeno (Cumol, Isopropil benzeno, 2-Fenil propano)	Irritação nos olhos, pele, membrana mucosa; dermatite; dores de cabeça, narcose, coma.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Etilbenzeno	Irritação nos olhos, pele, mucosa; dores de cabeça; dermatite; narcose, coma.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Etil éster do ácido acético	Irritação nos olhos, pele, nariz, garganta; narcose; dermatite.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Substância Química	Efeito Potencial	Referência

Etilenoglicol*	“Irritação dos olhos, pele, nariz e garganta; lassidão (fraqueza, cansaço); dor de cabeça, tontura, depressão do sistema nervoso central; movimento anormal dos olhos (nistagmo); sensibilização cutânea. Ingestão aguda; dor abdominal, náusea, vômito, perda da coordenação, estupor, convulsão, inconsistência; aceleração do ritmo cardíaca, insuficiência cardíaca congestiva; danos aos rins e insuficiência renal tardia”.	Gaberlotto, 2007
2 - Etoxietanol	Irritação da vista, sistema respiratório, efeitos no sangue, fígado, rim, pulmão.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Formaldeído	Efeitos adversos da exposição do formaldeído podem decorrer da inalação ou contato direto. Uma gama de impactos agudos a saúde são atribuídos me função de concentrações: <0,05, nada é reportado; 0,15-1,5, efeitos neuropsicológicos; 0,05-1,0 limite de odor; 0,01-2,0, irritação dos olhos; 0,10-25, irritação das vias respiratórias superiores; 5-30, irritação das vias respiratórias inferiores e efeitos pulmonares; 50-100, edema pulmonar, inflamação, pneumonia; > 100, coma e morte	Jones, 1999
Formamida	Irritação nos olhos, pele, membrana mucosa; sonolência, fadiga (fraqueza, exaustão), náusea; acidose; erupção na pele; em animais: influência na reprodução.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
n – Heptano	Vertigem, letargia, descoordenação; perda de apetite, náusea; dermatite; pneumonia aspirativa por composto químico líquido; incoscência.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
n – Hexano*	“Irritação dos olhos, nariz, náusea, dor de cabeça; neuropatia periférica; dormência nas extremidades, fraqueza muscular; dermatite; tortura; pneumonia química (aspiração do líquido)”.	Gaberlotto, 2007
Substância Química	Efeito Potencial	Referência
Hidrazina	Olhos, pele, sistema respiratorio; sistema nervoso central, figado, rins.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Metil etil cetona*	Irritação nos olhos, pele e nariz; dor de cabeça; tontura; vômito; dermatite.	Gaberlotto, 2007
1 – Nitropropano	Irritação: olhos, dores de cabeça, náusea, vômito, diarreia, fígado.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Nonano	Irritação nos olhos, pele, nariz, garganta; dores de cabeça, sonolência, vertigem, confusão mental, náusea, tremor, descoordenação; pneumonia aspirativa por composto químico líquido.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
n - Pentano	Irritação nos olhos, pele, nariz, dermatite, pneumonia química (aspiração líquida); sonolência; em animais: narcose.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Tetranitrometano	Irritação nos olhos, pele, nariz e garganta; vertigem, dores no peito, dispnéia (dificuldade para respirar); meta-hemoglobinemia, cianose; queimadura de pele.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
1,2,3-Trimetilbenzeno, 1,3,5-Trimetilbenzeno	Irritação nos olhos, pele, nariz, garganta; sistema respiratório; bronquite, anemia hipocrônica; dores de cabeça, sonolência, fadiga, (fraqueza, cansaço), náusea, descoordenação, vômito, confusão mental, pneumonia química aspirativa por composto químico líquido.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Tolueno*	“Irritação dos olhos, lassidão (fraqueza, cansaço), confusão, euforia, tontura, dor de cabeça, dilatação de pupilas, lacrimação; ansiedade, fadiga muscular, insônia, parestesia; dermatite; lesões hepáticas e renal”.	Gaberlotto, 2007
	Em concentrações próximas a 188 lg m3, VOC como o tolueno podem causar sintomas de letargia, tontura, e confusão. Esse quadro pode evoluir para como, convulsão e possivelmente morte em níveis maiores que 35000 lg m3. Entretanto, tal concentração nunca foi observada em ambientes não industriais (SANDMEYER, 1982 apud JONES, 1999).	Jones, 1999
- o-Xileno (1,2-Dimetilbenzeno) - p - Xileno	Irritação nos olhos, pele, nariz, garganta; vertigem, excitação, sonolência, descoordenação, andar trôpego; vacuolização na córnea; anorexia, náusea, vômito, dor abdominal; dermatite.	Niosh, 2004; Uemoto et al, 2004
Fibras de amianto	Exposições agudas ao amianto podem causar irritação da pele (Spengler; Sexton, 1983 apud Jones; 1999) Entretanto, os danos a saúde mais grave são câncer de pulmão, mesotelioma (câncer envolvendo a proliferação de células mesotelia) e asbestosis. (McDonald, 1991 apud Jones, 1999)	Jones, 1999
	Câncer de pulmão, asbestosis	Niu; Burnett, 2001

ANEXO B

MÉTODO DE ESCOLHA AMBIENTAL EUROPEO (MEA), escolha de tintas em construção civil

O método MEA avalia a tinta que pode ser considerada escolhendo entre 3 preferências tanto para parede interior como para parede exterior, como se apresenta na seguinte tabela.

Tabela. SELEÇÃO AMBIENTAL DE TINTAS DE USO CONSTRUTIVO – MEA, PAREDE.

	Preferência 1	Preferência 2	Preferência 3	Não recomendado
Preparação de superfícies da parede	-Nenhuma	-Preservativos naturais	-Preservativo a base de água	-Preservativo a base solvente
Tinta interior de parede	-Cal	-Tinta mineral -Mancha natural de tinta a base de água (<i>stain</i>)	-Tinta Natural -Tinta acrílica a base de água	-Tinta alquídica
Tinta exterior de parede	-Tinta mineral -Mancha natural de tinta a base de água (<i>stain</i>)	-Tinta natural	-Tinta acrílica a base de água	-Tinta alquídica

Fonte: Anink et al. (1996) ; Método MEA.

Tabela. SELEÇÃO AMBIENTAL DE TINTAS DE USO CONSTRUTIVO – MEA, MADEIRA.

	Preferência 1	Preferência 2	Preferência 3	Não recomendado
Tinta interior de madeira	Cera não tratada Mancha natural de tinta a base de água (<i>stain</i>)	Tinta acrílica a base de água Tinta alquídica a base de água	Tinta natural Tinta alquídica com alto teor de sólidos	Tinta alquídica
Tinta exterior de madeira	Tinta natural	Tinta alquídica com alto teor de sólidos Tinta alquídica a base de água	Tinta acrílica a base de água	Tinta alquídica

Fonte: Anink et al. (1996) ; Método MEA.

Anink et al. (1996) descrevem os limites de emissões de COVs de algumas tintas recomendada por eles, seguinte tabela.

Tabela. EMISSÕES DE COVs – METODO MEA.

Tinta	Emissões COVs
Tinta Acrilica a base de água	2% - 7%
Tinta Alquídica	40% - 50%
Tinta Natural	30% - 55%

Fonte: Anink et al. (1996); Método MEA.

ANEXO C**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – SÃO CARLOS
INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

Dissertação de Mestrado Compostos Orgânicos Voláteis em tintas imobiliárias:
Identificação e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos

Mestranda: Lyda Milena Patiño Guío

Código USP: 7685115

QUESTIONÁRIO**Tintas imobiliárias comumente usadas para uso interno em São Carlos – SP.**

O objetivo deste formulário é determinar o tipo e marca de tintas imobiliárias comumente usadas em São Carlos, especificamente para uso em ambientes internos. Os nomes comerciais e informações serão completamente confidenciais e de uso exclusivo para efeitos de pesquisa científica. Este questionário é parte fundamental para o desenvolvimento da dissertação do mestrado.

Loja: _____

Endereço: _____

Nome: _____

Perguntas:

1. É você fabricante de tintas?

Sim _____

Não _____

2. Quais tipos e marcas de tintas são os mais vendidos ou usados para pintar ambientes internos (parede de tijolo)?

Outra: _____

Marcas: _____

3. Qual é a massa corrida mais vendida ou usada para paredes internas?

Massa acrílica

Massa PVA

Outra: _____

Marcas: _____

4. Qual é o verniz mais vendido ou usado para madeira de uso interno?

Marcas: _____

5. Qual é o esmalte mais vendido e/ou usado para proteger superfícies internas de madeiras e metais?

Marca: _____

6. Quais são os selos ambientais mais usados pelos fabricantes das tintas?

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

7. Você conhece por parte de algum fabricante técnicas de reciclagem de embalagem de tinta após seu uso?
(por exemplo: devolver a embalagem para o fabricante)

8. Você conhece alguma doença relacionada com a inalação de compostos emitidos pelas tintas?

9. Você conhece algum acidente relacionado com tintas (explosões, queimaduras, etc)?

10. Você acha que os selos ambientais são uma estratégia comercial?

ANEXO D Nomes dos entrevistados, outras informações são omitidas para proteger a identidade dos entrevistados.

Número	Nome Responsável	Loja	Pintor	Idade	Tempo de serviço pintor
1	Max. Adriano	x			
2	Roberto	x			
3	Diego Antonio	x			
4	Fernando	x			
5	Fernando	x			
6	Waldi	x			
7	Vitor	x			
8	Aristacles	x			
9	Lucio		x	39	não responde
10	Beto		x	não resp.	não responde
11	Edivaldo		x	não resp.	não responde
12	Cleiton		x	38	15
13	José Carlos		x	42	15
14	Paulo Enrique		x	38	15
15	Marcelo		x	42	10
16	Pedro		x	45	24
17	Fabio		x	31	8
18	Reginaldo		x	40	20
19	Augusto		x	não resp.	24
20	Edilsa	x			
21	Mariana	x			
22	Claudia	x			
23	Van der Lei	x			
24	Gabriel	x			
25	Eliani	x			
26	Thiago	x			
27	Valder	x			
28	Cristiane	x			
29	Sebastião	x			
30	Ketty	x			
31	Fabricio	x			
32	Paulo	x			
33	Guilherme		x	29	8
34	Fernando		x	31	8
35	Rodrigo		x	26	10
36	Antonio Luiz		x	45	22
37	Agnaldo		x	53	40
38	Vagner		x	38	16
39	Ivan		x	37	22
40	Reinaldo		x	50	20

ANEXO E

ISO 1513 – 2010 Tintas e vernizes - Exame e preparação de amostras de teste

1. Escopo

Está Norma especifica tanto o procedimento de análise preliminar de uma única amostra, como recebida para o teste, e o procedimento para a preparação de uma amostra de teste através de mistura e redução de uma série de amostras representativas de um lote ou de volume do produto tintas, vernizes ou relacionados.

NOTA As amostras do produto a ser testado são assumidas para estar em conformidade com a norma ISO 15528.

2. Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis para a aplicação deste documento. Para referências datadas, apenas a edição citada se aplica. Para referências não datadas, a última edição da referenciada do documento (incluindo emendas) será utilizada.

ISO 4618, Tintas e vernizes - Termos e definições.

ISO 15528, tintas, vernizes e matérias-primas para tintas e vernizes - Amostragem.

3. Termos e definições

Para os fins do presente documento, os termos e definições da ISO 4618 e as seguintes se aplicam.

3.1. Tixotropia

Diminuição da viscosidade aparente de um líquido sob tensão de cisalhamento seguido por uma recuperação gradual quando a tensão é removida.

NOTA O efeito é dependente do tempo.

3.2. Homogeneização

Processo de combinação de componentes, ou camadas de partículas nas amostras originais (no caso de amostras compostas) ou de pré-tratados com frações de amostras em um estado mais homogêneo, a fim de assegurar a igualdade distribuição das substâncias, e propriedades da amostra.

4. Recipiente de amostras

4.1. Condição do recipiente

Registrar quaisquer defeitos no recipiente da amostra e qualquer vazamento visível. Se for possível que os conteúdos fossem afetados, a amostra deve ser rejeitada.

4.2. Abertura do recipiente

ATENÇÃO - Algumas tintas e produtos relacionados (como removedores de tinta) são propensas a desenvolver gases ou pressão de vapor, durante o armazenamento. Cuidados devem ser tomados em abertura de recipientes, especialmente se é observado abaulamento na tampa ou no fundo do recipiente.

Se tais fenômenos ocorrem, devem-se observar no relatório (ver Seção 9).

Remover todos os materiais de embalagem e outros resíduos da superfície exterior do recipiente, em particular em torno do encerramento. Abrir o recipiente tomando cuidado para não perturbar o conteúdo.

5. Procedimento preliminar para produtos líquidos (tinta, por exemplo) e produtos pastoso (massa, por exemplo)

5.1. Exame visual

5.1.1. Superfície de pele

Registrar a presença de qualquer superfície de pele e se a pele é contínua, forte, macia, fina ou de excessiva espessura. Se a pele é observada sobre a amostra, é preferível descartar a amostra. Se não for possível, retirar a pele tão completamente quanto seja possível a partir dos lados do recipiente e removê-lo, se é necessário, por esforço.

Para fins de ensaio de análise, em que a pele está presente, pode ser necessário dispersar a pele e inclui-la na amostra de teste.

5.1.2. Consistência

Registrar se a amostra é tixotrópica ou se ocorreu gelificação, tendo o cuidado para não confundir gelificação e tixotropia.

NOTA Ambos materiais de revestimento tixotrópicos e gelificado tem uma consistência semelhante a geleia, mas, ao passo que a consistência de um material tixotrópico é marcadamente reduzida mexendo ou agitando, a consistência de um material de revestimento gelificado não pode ser mudado desta maneira.

5.1.3. Separação em camadas

Registrar qualquer separação da amostra em camadas.

5.1.4. impurezas visíveis

Se houver qualquer impurezas visíveis, registrar sua presença e removê-los, se for possível.

5.1.5. Clareza e cor

No caso dos vernizes, diluentes, soluções de catalisadores, etc, registrar a clareza e cor da amostra.

5.1.6. Sedimento

Registrar o tipo de sedimento (se houver), por exemplo, mole, duro ou duro seco. Se o sedimento é duro e aparece seco e quebradiço dentro de um caroço quando cortado com uma faca de paleta limpa, descrevê-lo como "duro seco".

5.2. homogeneização

5.2.1. Limitações

As amostras que foram gelificadas ou mostraram um sedimento duro-seco (ver 5.1.6), que não podem ser eficazmente reincorporados não podem ser utilizados para fins de teste.

5.2.2. Geral

Durante todas as operações especificadas em 5.2.3 a 5.2.5, tome cuidado para garantir a perda mínima de solvente. Para este fim, realizar todas as operações o mais rapidamente possível, consistente com mistura satisfatória.

5.2.3. Remoção da pele

Se a amostra original continha pele, separar e remover quaisquer vestígios, incorporando a amostra forçando através de um peneiro.

5.2.4. Se nenhum sedimento compacto está presente

Misturar cuidadosamente a amostra até estar completamente homogênea.

Em todos os momentos durante a preparação da amostra, evitar, tanto quanto seja possível, o arrastamento de ar. A amostra deve ser livre de bolhas de ar antes da utilização.

5.2.5. Sedimentos compactos presentes

Se for necessário para completar a análise de uma amostra do sedimento compacto no qual está presente (mas não sedimento duro-seco, ver 5.2.1), proceda da seguinte forma.

Derramar todo o líquido presente dentro de um recipiente limpo. Remover o pigmento resolvido a partir do fundo do original recipiente com uma faca de paleta e misture bem. Quando uma consistência uniforme tenha sido alcançada, voltar o líquido para o recipiente original, uma pequena parte de cada vez, integrando cada adição cuidadosamente antes do próximo. A amostra deve ser livre de bolhas de ar antes da utilização.

6. Procedimento preliminar para os produtos em forma de pó

Nenhum procedimento especial é geralmente necessária para estes produtos, mas características incomuns devem ser anotados, tais como coloração anormal, a presença de grandes pedaços ou duros ou a presença de matérias estranhas.

7. Mistura e redução de uma série de amostras

7.1. Geral

Nos casos em que uma série de amostras foi realizada a partir de um produto homogéneo, que tanto pode ser testada separadamente ou ser combinados para produzir uma amostra reduzida, tal como especificado em 7.2 e 7.3.

7.2. Produtos líquidos e pastosos

Depois de misturar bem cada amostra, conforme especificado em 5.2, derramar ou transferir as amostras em um ambiente limpo, recipiente seco, de tamanho apropriado e misturar-los por meio de agitação, sacudidas, etc. Quando a amostra mista parece ser homogênea, levar uma amostra reduzida de acordo com a norma ISO 15528. Colocar a amostra reduzida em um ou mais recipientes limpos e secos, permitindo 5% de esvaziamento, em seguida feche o recipiente, se é necessário, sele os recipientes.

7.3. Produtos em forma de pó

Esvaziar o conteúdo dos recipientes de amostras diferentes para um recipiente limpo, seco, de tamanho apropriado e misturar completamente. Reduzir a amostra para um tamanho apropriado, por exemplo 1 kg a 2 kg, por esquadramento manual ou por meios

de um divisor de amostras rotativo (riffle divisor), em seguida, colocar a amostra reduzida em um ou mais recipientes limpos e secos. Fechar o recipiente, se é necessário, selar os recipientes.

8. Rotulagem de recipientes de amostra

Indicar os seguintes dados, se são conhecidos, na etiqueta do recipiente da amostra:

- a) o nome do fabricante e a descrição do produto;
- b) a data de fabricação;
- c) o tamanho e outros detalhes da remessa;
- d) o local de amostragem, a data de recolha de amostras e o nome do dispositivo de amostragem;
- e) o número de referência ou números do lote, o tanque de armazenamento, de tambor, etc, a partir do qual a amostra ou amostras foram tomadas;
- f) a data de mistura e o nome do misturador;
- g) uma referência a esta Norma (ISO 1513).

Se a amostra for despachada para outro laboratório, numa nota de entrega será enviada com a repetição das indicações no rótulo e também, se é necessário (por exemplo, o laboratório que recibirá a amostra), um relatório de exame preliminar (ver Seção 9).

9. Relatório de exame preliminar

O relatório deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Uma descrição da amostra, como indicado na etiqueta (ver ponto 8);
- b) uma referência a esta Norma (ISO 1513);
- c) a aparência, claridade, etc, da amostra;
- d) uma descrição de qualquer pele observada e do procedimento de esforço adotado;
- e) uma descrição de qualquer sedimento observada e o procedimento adotado da mistura e re-incorporação (ver 5.1.1);
- f) outras observações preliminares, tal como indicado nas cláusulas 4 e 5.

ANEXO F.

Marcas de massa corrida mais vendidas ou usadas na cidade de São Carlos.

ANEXO G.

Dados perda de massa em placas de aluminio, Laboratorio de Construção Civil LCC-USP.

Tinta 1							Tinta 1						
Marca	1						Marca	2					
Amostra	1						Amostra	2					
Peso alum.	21,813	21,813	21,813				Peso alum.	21,793	21,793	21,793			
meia	21,813						meia	21,793					
Mês	Abri						Mês	Abri					
Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)	Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)
3	3	58	22,114	0,301	100	0,00	3	14	48	22,251	0,458	100	0,00
3	10	3	22,091	0,278	92	0,08	3	14	53	22,237	0,424	93	0,08
3	10	8	22,075	0,262	87	0,17	3	14	58	22,223	0,41	90	0,17
3	10	13	22,066	0,253	84	0,25	3	15	3	22,209	0,396	86	0,25
3	10	27	22,041	0,228	76	0,48	3	15	8	22,194	0,381	83	0,33
3	10	37	22,022	0,209	69	0,65	3	15	13	22,187	0,374	82	0,42
3	10	47	22,012	0,199	66	0,82	3	15	18	22,176	0,363	79	0,50
3	11	0	21,994	0,181	60	1,03	3	15	23	22,150	0,337	74	0,67
3	11	15	21,979	0,166	55	1,28	3	15	28	22,136	0,323	71	0,83
3	11	30	21,968	0,155	51	1,53	3	15	33	22,118	0,305	67	1,00
3	11	45	21,966	0,153	51	1,78	3	15	38	22,103	0,29	63	1,17
3	12	0	21,964	0,151	50	2,03	3	16	3	22,090	0,277	60	1,33
3	12	15	21,961	0,148	49	2,28	3	16	8	22,080	0,267	58	1,50
3	12	30	21,960	0,147	49	2,53	3	16	28	22,069	0,256	56	1,67
3	12	45	21,959	0,146	49	2,78	3	16	33	22,061	0,248	54	1,83
3	12	58	21,955	0,142	47	3,00	3	16	43	22,051	0,238	52	2,00
3	14	22	21,955	0,142	47	4,40	3	17	8	22,038	0,225	49	2,33
3	15	2	21,955	0,142	47	5,00	3	17	23	22,030	0,217	47	2,67
3	16	0	21,955	0,142	47	6,00	3	17	48	22,030	0,217	47	3,00
10	10	0	21,955	0,142	47	24,03	3	18	48	22,030	0,217	47	4,00
10	17	30	21,955	0,142	47	31,53	3	19	48	22,030	0,217	47	5,00
11	10	30	21,955	0,142	47	48,53	3	20	48	22,030	0,217	47	6,00
12	15	22	21,955	0,142	47	77,40	10	10	0	22,030	0,217	47	13,20
16	14	10	21,955	0,142	47	172,20	10	17	27	22,030	0,217	47	26,65
18	14	40	21,955	0,142	47	220,7	11	10	34	22,030	0,217	47	43,77
23	10	56	21,955	0,142	47	336,37	12	15	20	22,030	0,217	47	72,53
24	11	0	21,955	0,142	47	361,03	16	14	10	22,030	0,217	47	167,37
25	15	25	21,955	0,142	47	389,45	18	14	40	22,030	0,217	47	215,87
29	12	35	21,978	0,165	55	482,62	23	10	54	22,030	0,217	47	332,10

Tinta 2							Tinta 2							
Marca	1						Marca	2						
Amostra	21,238						Amostra	21,248						
Peso alum.	21,238						Peso alum.	21,248						
Mês	meia						Mês	meia						
Dia	Abril	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa de tinta: Tempo (h)	Dia	Abril	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)
10	10	20		21,547	0,303	100	0,00	10	14	23	21,600	0,352	100	0,00
10	10	25		21,520	0,282	91	0,08	10	14	28	21,567	0,319	91	0,08
10	10	30		21,502	0,264	85	0,17	10	14	33	21,553	0,305	87	0,17
10	10	35		21,488	0,250	81	0,25	10	14	38	21,540	0,292	83	0,25
10	10	40		21,480	0,242	78	0,33	10	14	43	21,528	0,280	80	0,33
10	10	45		21,464	0,226	73	0,42	10	14	48	21,517	0,269	76	0,42
10	10	50		21,453	0,215	70	0,50	10	14	53	21,506	0,258	73	0,50
10	11	0		21,431	0,193	62	0,67	10	15	3	21,487	0,239	68	0,67
10	11	10		21,416	0,178	58	0,83	10	15	13	21,471	0,223	63	0,83
10	11	20		21,406	0,168	54	1,00	10	15	23	21,458	0,210	60	1,00
10	11	30		21,398	0,160	52	1,17	10	15	33	21,445	0,197	56	1,17
10	11	40		21,392	0,154	50	1,33	10	15	43	21,435	0,187	53	1,33
10	11	50		21,387	0,149	48	1,50	10	15	53	21,426	0,178	51	1,50
10	12	0		21,384	0,146	47	1,67	10	16	3	21,421	0,173	49	1,67
10	12	10		21,384	0,146	47	1,83	10	16	13	21,414	0,166	47	1,83
10	12	20		21,383	0,145	47	2,00	10	16	23	21,410	0,162	46	2,00
10	12	40		21,383	0,145	47	2,33	10	16	43	21,407	0,159	45	2,33
10	13	0		21,383	0,145	47	2,67	10	17	3	21,407	0,159	45	2,67
10	13	20		21,382	0,144	47	3,00	10	17	23	21,407	0,159	45	3,00
10	14	8		21,382	0,144	47	3,80	10	18	23	21,407	0,159	45	4,00
10	14	20		21,382	0,144	47	4,00	10	19	23	21,407	0,159	45	5,00
10	15	20		21,382	0,144	47	5,00	10	20	23	21,407	0,159	45	6,00
10	16	20		21,382	0,144	47	6,00	11	10	42	21,407	0,159	45	20,32
10	17	30		21,382	0,144	47	7,17	12	15	17	21,407	0,159	45	48,90
11	10	38		21,382	0,144	47	24,30	16	14	10	21,407	0,159	45	143,78
12	15	18		21,382	0,144	47	52,97	18	14	40	21,407	0,159	45	192,28
16	14	10		21,382	0,144	47	147,83	23	10	52	21,407	0,159	45	308,48
18	14	41		21,382	0,144	47	196,35	24	11	0	21,407	0,159	45	332,62
23	10	52		21,382	0,144	47	312,53	25	15	22	21,407	0,159	45	360,38

Tinta 3							Tinta 3									
Marca	1						Marca	2								
Amostra	21,198						Amostra	21,304								
Peso alum.	21,198						Peso alum.	21,304								
Mês	meia						Mês	meia								
Dia	Abril	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)	Dia	Abril	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)	
11	16	0	21,578	0,381	100	0,00		12	15	25	21,810	0,506	100	0,00		
	16	5	21,538	0,341	89	0,08		12	15	30	21,788	0,484	96	0,08		
	16	10	21,520	0,323	85	0,17		12	15	35	21,772	0,468	92	0,17		
	16	15	21,507	0,310	81	0,25		12	15	40	21,752	0,448	89	0,25		
	16	20	21,485	0,288	76	0,33		12	15	45	21,740	0,436	86	0,33		
	16	25	21,475	0,278	73	0,42		12	15	50	21,731	0,427	84	0,42		
	16	30	21,464	0,267	70	0,50		12	15	55	21,718	0,414	82	0,50		
	16	40	21,444	0,247	65	0,67		12	16	5	21,699	0,395	78	0,67		
	16	50	21,422	0,225	59	0,83		12	16	15	21,674	0,370	73	0,83		
	17	0	21,404	0,207	54	1,00		12	16	25	21,656	0,352	70	1,00		
	17	10	21,388	0,191	50	1,17		12	16	35	21,642	0,338	67	1,17		
	17	20	21,380	0,183	48	1,33		12	16	45	21,622	0,318	63	1,33		
	17	30	21,368	0,171	45	1,50		12	16	55	21,605	0,301	59	1,50		
	17	40	21,361	0,164	43	1,67		12	17	5	21,587	0,283	56	1,67		
	17	50	21,358	0,161	42	1,83		12	17	15	21,571	0,267	53	1,83		
	18	0	21,358	0,161	42	2,00		12	17	25	21,554	0,250	49	2,00		
	18	20	21,358	0,161	42	2,33		12	17	45	21,524	0,220	43	2,33		
	18	40	21,358	0,161	42	2,67		12	18	5	21,498	0,194	38	2,67		
	19	0	21,358	0,161	42	3,00		12	18	25	21,495	0,191	38	3,00		
	20	0	21,358	0,161	42	4,00		12	19	25	21,495	0,191	38	4,00		
	21	0	21,358	0,161	42	5,00		12	20	25	21,495	0,191	38	5,00		
	22	0	21,358	0,161	42	6,00		12	21	25	21,495	0,191	38	6,00		
	15	10	21,358	0,161	42	23,17		16	14	18	21,495	0,191	38	94,88		
	14	17	21,358	0,161	42	118,28		17	14	25	21,495	0,191	38	118,32		
	15	0	21,358	0,161	42	143,00		18	14	35	21,495	0,191	38	143,00		
	14	30	21,358	0,161	42	166,50		23	10	40	21,495	0,191	38	253,00		
	23	10	47	21,358	0,161	42	282,78		24	11	0	21,495	0,191	38	283,25	
	24	11	0	21,358	0,161	42	307,00		25	15	22	21,492	0,188	37	311,53	

Tinta 4							Tinta 4							
Marca	1						Marca	2						
Amostra	21,357						Amostra	21,360						
Peso alum.	21,357						Peso alum.	21,360						
Mês	meia						Mês	meia						
Dia	Abril	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa de tinta: Tempo (h)	Dia	Abril	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo
16	14	22	21,635	0,338	100	0,00	16	17	14	21,580	0,220	100	0,00	
16	14	27	21,661	0,304	90	0,08	16	17	19	21,548	0,188	85	0,08	
16	14	32	21,651	0,294	87	0,17	16	17	24	21,528	0,168	76	0,17	
16	14	37	21,639	0,282	83	0,25	16	17	29	21,516	0,156	71	0,25	
16	14	42	21,627	0,270	80	0,33	16	17	34	21,509	0,149	68	0,33	
16	14	47	21,618	0,261	77	0,42	16	17	39	21,498	0,138	63	0,42	
16	14	52	21,598	0,241	71	0,50	16	17	44	21,492	0,132	60	0,50	
16	15	2	21,587	0,230	68	0,67	16	17	54	21,480	0,120	55	0,67	
16	15	12	21,567	0,210	62	0,83	16	18	4	21,476	0,116	53	0,83	
16	15	22	21,556	0,199	59	1,00	16	18	14	21,475	0,115	52	1,00	
16	16	2	21,530	0,173	51	1,67	16	18	24	21,475	0,115	52	1,17	
16	16	12	21,530	0,173	51	1,83	16	18	34	21,475	0,115	52	1,33	
16	16	22	21,530	0,173	51	2,00	16	18	44	21,475	0,115	52	1,50	
16	16	42	21,530	0,173	51	2,33	16	18	54	21,475	0,115	52	1,67	
16	17	2	21,530	0,173	51	2,67	16	19	4	21,475	0,115	52	1,83	
16	17	22	21,530	0,173	51	3,00	16	19	14	21,475	0,115	52	2,00	
16	18	22	21,530	0,173	51	4,00	16	19	34	21,475	0,115	52	2,33	
16	19	22	21,530	0,173	51	5,00	16	19	54	21,475	0,115	52	2,67	
16	20	22	21,530	0,173	51	6,00	16	20	4	21,475	0,115	52	2,83	
17	14	22	21,53	0,173	51	21,13	16	20	14	21,475	0,115	52	3,00	
18	14	22	21,528	0,171	51	45,13	17	14	14	21,475	0,115	52	21,00	
23	10	40	21,528	0,171	51	161,43	18	14	14	21,475	0,115	52	45,00	
24	10	50	21,528	0,171	51	185,60	23	10	40	21,475	0,115	52	161,43	
25	15	15	21,528	0,171	51	214,02	24	10	50	21,475	0,115	52	185,60	
29	12	27	21,528	0,171	51	307,22	25	15	14	21,475	0,115	52	214,00	
							29	12	25	21,475	0,115	52	307,18	

Tinta	6						Tinta	6					
Marca							Marca						
Amostra	1						Amostra	2					
Peso alum.	21,41		21,410		21,41		Peso alum.	21,278		21,278		21,278	
Mês	Abril						Mês	Abril					
Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa de tinta	Tempo (h)	Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)
18	14	54	21,780	0,370	100	0,00	18	17	0	21,715	0,437	100	0,00
18	14	59	21,757	0,347	94	0,08	18	17	5	21,635	0,417	95	0,08
18	15	4	21,741	0,331	89	0,17	18	17	10	21,680	0,402	92	0,17
18	15	9	21,729	0,319	86	0,25	18	17	15	21,653	0,375	86	0,25
18	15	14	21,718	0,308	83	0,33	18	17	20	21,634	0,356	81	0,33
18	15	19	21,705	0,295	80	0,42	18	17	25	21,622	0,344	79	0,42
18	15	24	21,634	0,284	77	0,50	18	17	30	21,607	0,329	75	0,50
18	15	34	21,672	0,262	71	0,67	18	17	40	21,585	0,307	70	0,67
18	15	44	21,652	0,242	65	0,83	18	17	50	21,562	0,284	65	0,83
18	15	54	21,630	0,220	59	1,00	18	18	0	21,544	0,266	61	1,00
18	16	4	21,620	0,210	57	1,17	18	18	10	21,534	0,256	59	1,17
18	16	14	21,612	0,202	55	1,33	18	18	20	21,529	0,251	57	1,33
18	16	24	21,604	0,194	52	1,50	18	18	30	21,526	0,246	57	1,50
18	16	34	21,604	0,194	52	1,67	18	18	40	21,520	0,242	55	1,67
18	16	44	21,602	0,192	52	1,83	18	18	50	21,520	0,242	55	1,83
18	16	54	21,602	0,192	52	2,00	18	19	0	21,520	0,242	55	2,00
18	17	14	21,602	0,192	52	2,33	18	19	20	21,520	0,242	55	2,33
18	17	34	21,602	0,192	52	2,67	18	19	40	21,520	0,242	55	2,67
18	17	54	21,602	0,192	52	3,00	18	20	0	21,520	0,242	55	3,00
23	10	38	21,596	0,186	50	115,73	23	10	40	21,520	0,242	55	115,67
24	10	40	21,596	0,186	50	139,77	24	10	40	21,520	0,242	55	137,67
25	14	58	21,596	0,186	50	168,07	25	14	57	21,52	0,242	55	165,35
29	12	4	21,596	0,186	50	261,17	29	11	50	21,52	0,242	55	258,83

Tinta	7						Tinta	7					
Marca							Marca						
Amostra	1						Amostra	2					
Peso alum.	21,339		21,339		21,339		Peso alum.	21,326		21,326		21,326	
Mês	Abril						Mês	Abril					
Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)	Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)
23	13	0	21,509	0,170	100	0,00	23	13	45	21,617	0,231	100	0,00
23	13	5	21,480	0,141	83	0,08	23	13	50	21,573	0,247	85	0,08
23	13	10	21,469	0,130	76	0,17	23	13	55	21,555	0,229	79	0,17
23	13	15	21,467	0,128	75	0,25	23	14	0	21,547	0,221	76	0,25
23	13	20	21,466	0,127	75	0,33	23	14	5	21,544	0,218	75	0,33
23	13	25	21,465	0,126	74	0,42	23	14	10	21,539	0,213	73	0,42
23	13	30	21,465	0,126	74	0,50	23	14	15	21,539	0,213	73	0,50
23	13	40	21,465	0,126	74	0,67	23	14	25	21,539	0,213	73	0,67
23	13	50	21,465	0,126	74	0,83	23	14	35	21,539	0,213	73	0,83
23	14	0	21,465	0,126	74	1,00	23	14	45	21,539	0,213	73	1,00
23	14	10	21,465	0,126	74	1,17	23	14	55	21,539	0,213	73	1,17
23	14	20	21,465	0,126	74	1,33	23	15	5	21,539	0,213	73	1,33
23	14	30	21,465	0,126	74	1,50	23	15	15	21,539	0,213	73	1,50
23	14	40	21,465	0,126	74	1,67	23	15	25	21,539	0,213	73	1,67
23	14	50	21,465	0,126	74	1,83	23	15	35	21,539	0,213	73	1,83
23	15	0	21,465	0,126	74	2,00	23	15	45	21,539	0,213	73	2,00
23	15	20	21,465	0,126	74	2,33	23	16	5	21,539	0,213	73	2,33
23	15	40	21,465	0,126	74	2,67	23	16	25	21,539	0,213	73	2,67
23	16	0	21,465	0,126	74	3,00	23	16	45	21,539	0,213	73	3,00
24	10	41	21,465	0,126	74	21,68	24	10	39	21,539	0,213	73	20,30
25	14	52	21,465	0,126	74	43,87	25	14	52	21,539	0,213	73	43,12
29	11	50	21,465	0,126	74	142,83	29	11	5	21,539	0,213	73	141,33

Tinta	8						Tinta	8					
Marca							Marca						
Amostra	1						Amostra	2					
Peso alum.	21,275		21,275		21,275		Peso alum.	21,214		21,214		21,214	
Mês	Abril						Mês	Abril					
Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa de tinta	Tempo (h)	Dia	Horas	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)
23	14	53	21,525	0,250	100	0,00	23	16	0	21,707	0,433	100	0,00
23	14	58	21,494	0,219	88	0,08	23	16	5	21,666	0,452	92	0,08
23	15	3	21,485	0,210	84	0,17	23	16	10	21,659	0,445	90	0,17
23	15	8	21,474	0,199	80	0,25	23	16	15	21,651	0,437	89	0,25
23	15	13	21,455	0,180	72	0,33	23	16	20	21,636	0,422	86	0,33
23	15	18	21,432	0,157	63	0,42	23	16	25	21,588	0,374	76	0,42
23	15	23	21,424	0,149	60	0,50	23	16	30	21,576	0,362	73	0,50
23	15	33	21,418	0,143	57	0,67	23	16	40	21,509	0,295	60	0,67
23	15	43	21,417	0,142	57	0,83	23	16	50	21,501	0,287	58	0,83
23	15	53	21,416	0,141	56	1,00	23	17	0	21,497	0,283	57	1,00
23	16	3	21,416	0,141	56	1,17	23	17	10	21,492	0,278	56	1,17
23	16	13	21,416	0,141	56	1,33	23	17	20	21,492	0,278	56	1,33
23	16	23	21,416	0,141	56	1,50	23	17	30	21,490	0,276	56	1,50
23	16	33	21,416	0,141	56	1,67	23	17	40	21,485	0,271	55	1,67
23	16	43	21,414	0,139	56	1,83	23	17	50	21,483	0,269	55	1,83
23	16	53	21,412	0,137	55	2,00	23	18	0	21,483	0,269	55	2,00
23	17	13	21,412	0,137	55	2,33	23	18	20	21,483	0,269	55	2,33
23	17	33	21,412	0,137	55	2,67	23	18	40	21,483	0,269	55	2,67
23	17	53	21,412	0,137	55	3,00	23	19	0	21,483	0,269	55	3,00
24	10	42	21,412	0,137	55	19,82	24	10	40	21,483	0,269	55	18,67
24	14	40	21,409	0,134	54	23,78	25	14	43	21,480	0,266	54	46,72
29	11	31	21,408	0,133	53	140,63	29	11	25	21,48	0,266	54	139,42

Tinta 9						Tinta 9							
Marca						Marca							
Amostra 1						Amostra 2							
Peso alum.		21,231	21,231	21,231		Peso alum.		21,200	21,200	21,200			
mês 21,231						mês 21,200							
Mês	Abril	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa de tinta	Tempo (h)	Mês	Abril	Minutos	Massa (gr)	Massa tinta	% Massa	Tempo (h)
Dia	Horas						Dia	Horas					
24	11	15	21,571	0,280	100	0,00	24	13	20	21,350	0,150	100	0,00
24	11	20	21,547	0,272	97	0,08	24	13	25	21,333	0,133	89	0,08
24	11	25	21,531	0,256	91	0,17	24	13	30	21,325	0,125	83	0,17
24	11	30	21,525	0,250	89	0,25	24	13	35	21,318	0,118	79	0,25
24	11	35	21,520	0,245	88	0,33	24	13	40	21,309	0,109	73	0,33
24	11	40	21,513	0,238	85	0,42	24	13	45	21,303	0,103	69	0,42
24	11	45	21,507	0,232	83	0,50	24	13	50	21,299	0,099	66	0,50
24	11	55	21,497	0,222	79	0,67	24	14	0	21,294	0,094	63	0,67
24	12	5	21,490	0,215	77	0,83	24	14	10	21,289	0,089	59	0,83
24	12	15	21,483	0,208	74	1,00	24	14	20	21,284	0,084	56	1,00
24	12	25	21,480	0,205	73	1,17	24	14	30	21,279	0,079	53	1,17
24	12	35	21,469	0,194	69	1,33	24	14	40	21,278	0,078	52	1,33
24	12	45	21,460	0,185	66	1,50	24	14	50	21,275	0,075	50	1,50
24	12	55	21,452	0,177	63	1,67	24	15	0	21,272	0,072	48	1,67
24	13	5	21,446	0,171	61	1,83	24	15	10	21,271	0,071	47	1,83
24	13	15	21,442	0,167	60	2,00	24	15	20	21,271	0,071	47	2,00
24	13	35	21,424	0,149	53	2,33	24	15	40	21,271	0,071	47	2,33
24	13	55	21,418	0,143	51	2,67	24	16	0	21,271	0,071	47	2,67
24	14	15	21,418	0,143	51	3,00	24	16	20	21,271	0,071	47	3,00
25	14	37	21,418	0,143	51	27,37	25	14	33	21,268	0,068	45	25,22
29	11	24	21,418	0,143	51	120,15	29	11	24	21,268	0,068	45	118,01

ANEXO H.

Primeira parte das fichas de segurança das tintas usadas.

1.

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO SOBRE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS	
Data / Revisada: 26.11.2010	Data de impressão: 29.11.2010
Produto: Real Cril	Versão: 1.0
Pág. 1/8	

1. Identificação do produto e da empresa

Real Cril

Empresa: Tintas Real Company Indústria e Com. de Tintas Ltda.
 Rua Emilia Golim, 600
 07250 – 000 - Bonsucesso – Guarulhos – São Paulo
 Telefone : (0xx11) 2127-7325 Fax: (0xx11) 2127-7333/7324
 E-mail: atendimento@tintasreal.com.br

2.

FISPQ em conformidade com a NBR 14725:2009-4
FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS - FISPQ		
PEG & PINTA VINIL ACRÍLICO BRANCO		3500 001
Revisão: 05	Data: 10/07/2010	Página - 1 - de 7

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

PEG & PINTA VINIL ACRÍLICO BRANCO

Eucatex Tintas e Vernizes Ltda.
 Estrada do Guarujá, 3150 – Jardim Marília.
 Salto/SP – CEP: 13323-005
 Telefone: 0800 172554
 Home Page: www.eucatex.com.br

Informações em caso de emergência:
 CEATOX: 0800 148 110 (Hospital das Clínicas).

3.

Nome do produto: Coralar Acrílico Branco
 FISPQ N°.: 0001/2011
 Data da última revisão: 27/09/2011

Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico

1 – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: Coralar Acrílico Branco
 Código interno: 11.1041.001

Empresa: AkzoNobel Ltda - Divisão Tintas Decorativas

Endereço: Av. Papa João XXIII, n.º 2100

Complemento: xxxxxx

Cidade: Mauá

Telefone: 08000-11-7711

Fax: 55 11 4543-5555

E-mail: disk.coral@akzonobel.com

Bairro: Sertãozinho

Estado: SP

CEP: 09370-901

Telefone Emergência: 55 11 4543-5833

CEATOX: 0800-14-8110

Site: www.coral.com.br

4.

FISPQ - FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

CONFORME ABNT-NBR14725:2009

Produto: ACRÍLICO PREMIUM PLUS

FISPQ nº: 001

Página: 1/8

Data da última revisão: 28/11/12

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto:	Acrílico Premium Plus Semi-Brilho Acrílico Premium Plus Fosco
Código do produto:	507-0400 ao 507-0481 508-0500 ao 508-0579 553-2780 ao 553-2785 - LUKSYSTEM 554-2790 ao 554-2795
Nome da Empresa:	Dovac Indústria e Comércio Ltda.
Endereço da Empresa:	Estrada dos Casa, 2.401 - São Bernardo do Campo - SP
Telefone da Empresa:	(0xx11) 4344-3800
Fax da Empresa:	(0xx11) 4109-8699
Telefone para contato em caso de emergência:	Departamento de Segurança - (0xx11) 4344-3800 CEATOX - (0xx11) 3069-8571 ou 3069-8800 ou 0800-0148110
Site:	www.lukscolor.com.br

5.

Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

página: 1/10

BASF Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Data / revisada: 17.08.2012

Versão: 5.0

Produto: SUVINIL LÁTEX PREMIUM MAXX BASE A1

(30243273/SDS_GEN_BR/PT)

Data de impressão 04.09.2012

1. Identificação do produto e da empresa

SUVINIL LÁTEX PREMIUM MAXX BASE A1

Empresa:

BASF S.A.

Av. Nações Unidas, 14.171

04794-000 Morumbi - São Paulo - SP, BRASIL

Telefone: +55 11 2039-2273

Número de fax: +55 11 2039-3131

Endereço de email: ehs-brasil@basf.comInformação em caso de emergência:

Telefone: 0800-0112273 / +55 12 3128-1590

6.

Sherwin-Williams do Brasil Ind. e Com. - LTDA**Nome do Produto: Metalatex Acrílico Fosco****Data da última revisão: 13/07/2011****Página 1/8**

Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

1-IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do Produto: Metalatex Acrílico Fosco**Código Interno:** 823**Empresa:** Sherwin-Williams do Brasil Indústria e Comércio LTDA.**Endereço:** Avenida Ibirama, 480**Bairro:** Jd. São Judas Tadeu**Estado:** São Paulo**Telefone:** (11) 2137-5000**FAX:** (11) 2137-5147**SAC:** 0800-7024037**E-mail:** swhelp@sherwin.com.br**Cidade:** Taboão da Serra**CEP:** 06785-300**CEATOX:** 0800 0148110**Atendimento toxicológico - 24hs****Telefone de Emergência:** (11)

2137-5083

Homepage:<http://www.sherwinwilliams.com.br>

7.

Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

página: 1/10

BASF Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

Data / revisada: 25.05.2012

Versão: 6.0

Produto: **Suvinil Esmalte Brilhante Seca Rápi do Base B**

(30286004/SDS_GEN_BR/PT)

Data de impressão 04.09.2012

1. Identificação do produto e da empresa

Suvinil Esmalte Brilhante Seca Rápi do Base B

Empresa:

BASF S.A.

Av. Nações Unidas, 14.171

04794-000 Morumbi - São Paulo - SP, BRASIL

Telefone: +55 11 2039-2273

Número de fax: +55 11 2039-3131

Endereço de email: ehs-brasil@basf.com

Informação em caso de emergência:

Telefone: 0800-0112273 / +55 12 3128-1590

ANEXO I

EXPECTRO DE MASSAS