

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BÁRBARA ALPENDRE DA SILVA

**SUPERFÍCIES EM MADEIRA E QUALIDADE DO AR:
UM ESTUDO SOBRE OS PRODUTOS E TRATAMENTOS ASSOCIADOS AO
USO DA MADEIRA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E AS PRÁTICAS DE
ESPECIFICAÇÃO DOS ARQUITETOS PARANAENSES**

CURITIBA

2012

BÁRBARA ALPENDRE DA SILVA

**SUPERFÍCIES EM MADEIRA E QUALIDADE DO AR:
UM ESTUDO SOBRE OS PRODUTOS E TRATAMENTOS ASSOCIADOS AO
USO DA MADEIRA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E AS PRÁTICAS DE
ESPECIFICAÇÃO DOS ARQUITETOS PARANAENSES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Área de Concentração em Ambiente Construído e Gestão, Departamento de Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

CURITIBA

2012

Silva, Bárbara Alpendre da

Superfícies em madeira e qualidade do ar: um estudo sobre os produtos e tratamentos associados ao uso da madeira no ambiente construído e as práticas de especificação dos arquitetos paranaenses / Bárbara Alpendre da Silva– Curitiba, 2012.

195 f. : il., tab, graf.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil.

Orientador: Aloísio Leoni Schmid

1. Estruturas de madeira (Construção civil). 2. Ar - Qualidade. 3. Madeira – Preservação. I. Schmid, Aloísio Leoni. II. Título.

CDD 624.1532

TERMO DE APROVAÇÃO

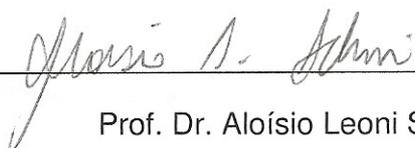
BÁRBARA ALPENDRE DA SILVA

SUPERFÍCIES EM MADEIRA E QUALIDADE DO AR:

UM ESTUDO SOBRE OS PRODUTOS E TRATAMENTOS ASSOCIADOS AO USO DA MADEIRA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E AS PRÁTICAS DE ESPECIFICAÇÃO DOS ARQUITETOS PARANAENSES

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

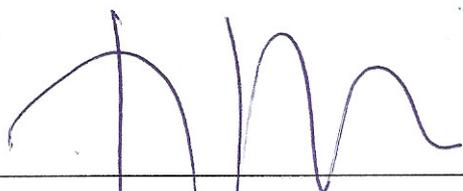
Orientador:



Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

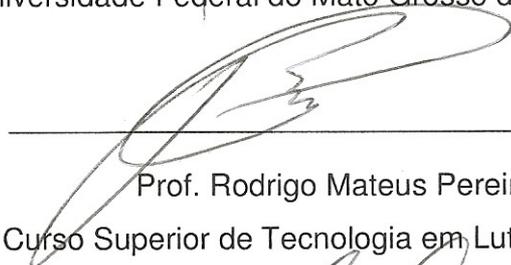
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, UFPR

Examinadores:



Prof.ª Dr.ª Andrea Naguissa Yuba

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS



Prof. Rodrigo Mateus Pereira

Curso Superior de Tecnologia em Luteria, UFPR



Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, UFPR

Curitiba, 06 de março de 2012

**À minha família, com amor, pela
colaboração e incentivo constantes.**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid, pelo apoio e valiosas contribuições, pela prontidão e disposição em cada momento desta caminhada, e ainda pela confiança e amizade.

Ao Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares, por sua ajuda e suporte, e pelos momentos de esclarecimento e difusão de ideias, e ainda à Prof^a. Dr^a. Graciela Ines Bolzon de Muniz, pela contribuição e simpatia, e à Prof^a. Dr^a. Andrea Naguissa Yuba e ao Prof. Rodrigo Mateus Pereira, membros de banca, pelas contribuições e sugestões na intenção de aperfeiçoar o presente trabalho.

À todos os professores do PPGECC, que de alguma forma contribuíram com o saber e com novas experiências, essenciais para o completo desenvolvimento desta pesquisa, e à Ziza, sempre disposta a resolver prontamente situações do cotidiano na Universidade.

Aos colegas do programa, especialmente à Carla Monich, Gisele Rocha e Helena Graf, pelas trocas, amizade e divisão de aflições e soluções nestes dois anos de companheirismo.

Aos meus pais, Antônio e Joselis, e ao meu namorado Rodrigo, pelo amor e carinho incondicionais, pelas palavras de incentivo nos momentos mais atribulados e pela convicção com que sempre me disseram ser capaz.

À CAPES, pelo provimento da bolsa auxílio que subsidiou financeiramente o desenvolvimento integral deste trabalho.

E, finalmente, à todos os profissionais que dispuseram de seu tempo para contribuir e participar deste estudo, com o desejo sincero de que as novas questões e o aprofundamento intelectual façam parte do cotidiano de todos nós na busca da boa arquitetura.

RESUMO

Devido aos conhecidos impactos ambientais provocados pela indústria da construção civil, a busca pela sustentabilidade tem motivado o uso de materiais naturais e com impacto ambiental reduzido. Neste sentido, a madeira e os produtos derivados são alternativas coerentes com as práticas do desenvolvimento sustentável e se tornaram opções de materiais consagrados para uso na arquitetura, tanto pelo apelo de sustentabilidade quanto pela percepção e aceitação do material por parte do usuário. No entanto, o uso de tais materiais está associado ao uso de preservativos químicos e produtos para tratamento e acabamento de superfícies, os quais, quando utilizados em ambientes internos, representam uma ameaça à qualidade do ar e à salubridade. Destaca-se, portanto, o papel dos profissionais especificadores na busca de soluções práticas para os possíveis riscos que tais produtos apresentam à saúde humana. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica a fim de oferecer atualização sobre os diferentes produtos associados ao uso da madeira no ambiente construído, considerando sua influência na qualidade do ar interior, impactos à saúde e restrições e cuidados durante o uso, e posteriormente, uma pesquisa de opinião com os profissionais da área no estado do Paraná, a fim de verificar o conhecimento destes sobre o assunto pesquisado. Todos os produtos pesquisados apresentaram alguma influência na salubridade dos ambientes, evidenciando-se a relevância da criação de espaços bem ventilados, com taxas adequadas de renovação do ar. Na pesquisa com os profissionais, observou-se que seu conhecimento ainda é insatisfatório, não havendo coerência entre suas práticas e afirmações. Além disso, a grande maioria mostra não ter conhecimento dos riscos relacionados ao uso dos produtos pesquisados e à reutilização da madeira tratada, comprovando-se a necessidade de elaboração de mais pesquisas e maior divulgação do assunto, contribuindo dessa forma com especificações conscientes para a concepção de ambientes saudáveis e mais sustentáveis.

Palavras-chave: Qualidade do Ar nos Interiores (QAI). Uso da madeira na arquitetura. Preservação. Tratamento de superfícies.

ABSTRACT

Due to the known environmental impacts caused by the construction industry, the search for sustainability has motivated the use of natural and low impact materials. Wood and the derived products are consistent with the practices of sustainable development and became an option for use in interior architecture, so much for the sustainability appeals as for the perception and acceptance of material by the users. However, the use of such materials is associated with the use of chemical preservatives and products for treatment and surface finishing, which, when used in indoor environments, pose a threat to air quality and environment salubrity. It is clear, therefore, the role of professional specifiers in finding practical solutions to possible risks that these products cause to human health. It was performed a literature search to provide update on the various products associated with the use of wood in the built environment, considering its influence on indoor air quality, health impacts and restrictions use and care, and later, a survey with professionals in the state of Paraná, to check their knowledge about the subject studied. All products researched had some influence on the health of environments, demonstrating the importance of creating ventilated spaces with adequate rates of air exchanges. In the survey with the professionals, was verified that their knowledge is still poor, with some inconsistencies between their statements and practices. Moreover, most shows do not have knowledge of the risks related to the use of the products researched and the reuse of treated wood, confirming the need for developing more research and greater disclosure of the subject, thus contributing to conscious specifications of healthier and more sustainable environments.

Key-words: Indoor Air Quality (IAQ). Wood in architecture. Wood preservation. Surface treatments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - SECÇÃO TRANSVERSAL DO TRONCO	46
FIGURA 2 - DANOS PROVOCADOS POR FATORES NÃO BIOLÓGICOS: UMIDADE, ATAQUES QUÍMICOS E MECÂNICOS.....	50
FIGURA 3 - DANOS PROVOCADOS POR FATORES BIOLÓGICOS: CUPINS E FUNGOS.....	51
FIGURA 4 - PAINÉIS DE MADEIRA COMPOSTA.....	52
FIGURA 5 - CHAPA DE OSB.....	53
FIGURA 6 - PAINEL COLADO (TECA).....	54
FIGURA 7 - DETALHE DE AMBIENTE DECORADO COM CHAPAS CRUAS DE OSB EM UMA MOSTRA DE DECORAÇÃO	56
FIGURA 8 - ESQUEMA DO PROCESSO DE COLETA DE DADOS	66
FIGURA 9 - TRATAMENTO DE MADEIRA EM AUTOCLAVE.....	76
FIGURA 10 - PAINEL DE CRUZETA RECÉM TRATADA COM CCA NO INTERIOR DO ESCRITÓRIO DE UMA MADEIREIRA EM CURITIBA-PR	81
FIGURA 11 - MÓVEL COM REVESTIMENTO EM GOFRATO (ESMALTE POLIURETÂNICO TEXTURIZADO).....	96
FIGURA 12 - MÓVEL LAQUEADO (LACA DE ALTO BRILHO À BASE DE RESINA NITROCELULÓSICA)	96
FIGURA 13 - SÓTÃO DE RESIDÊNCIA COM PISO, FORRO E ESTRUTURA TRATADOS COM <i>STAIN</i> IMPREGNANTE.....	98
FIGURA 14 - PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE PAINÉIS DE MDF.....	100
FIGURA 15 - LAMINADOS DECORATIVOS DE ALTA RESISTÊNCIA.....	101
FIGURA 16 - EXEMPLOS DE PADRÕES DE CHAPAS DE MDF COM REVESTIMENTO DE BAIXA PRESSÃO (BP)	102
FIGURA 18 - TUBULAÇÃO DE SAÍDA DOS RESÍDUOS.....	107
FIGURA 17 - EXAUSTORES EM SALA DE PINTURA DE MÓVEIS E PAINÉIS....	107

FIGURA 19 - SALA DE SECAGEM, DENTRO DO SETOR DE PINTURA	108
FIGURA 20 - SALA DE PINTURA ISOLADA DE OUTROS SETORES	108
FIGURA 21 - PERMEABILIDADE DAS ESQUADRIAS INTERNAS	109
FIGURA 22 - CIRCULAÇÃO DO AR EM AMBIENTES INTERNOS	110

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – GÊNERO	124
GRÁFICO 2 – GRAU DE INSTRUÇÃO X ANO DE CONCLUSÃO DO ÚLTIMO CURSO REALIZADO	127
GRÁFICO 3 - ÁREA DE ATUAÇÃO	128
GRÁFICO 4 - CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO	130
GRÁFICO 5 - CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO X GRAU DE INSTRUÇÃO.....	132
GRÁFICO 6 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS DE PISO.....	133
GRÁFICO 7 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS PARA FORROS	134
GRÁFICO 8 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS PARA PAREDES E PAINÉIS	135
GRÁFICO 9 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS X GRAU DE INSTRUÇÃO	136
GRÁFICO 10 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS X DATA DO ÚLTIMO CURSO	137
GRÁFICO 11 - ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA (PISOS E FORROS).....	139
GRÁFICO 12 - ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA (PAREDE E PAINÉIS).....	140
GRÁFICO 13 - CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO DOS ACABAMENTOS PARA MADEIRA.....	141

GRÁFICO 14 - ESPECIFICAÇÃO DE ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA X GRAU DE INSTRUÇÃO	142
GRÁFICO 15 - ESPECIFICAÇÃO DE ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA X ANO DE CONCLUSÃO DO ÚLTIMO CURSO.....	143
GRÁFICO 16 - MÉDIA DAS RESPOSTAS ÀS AFIRMAÇÕES X GRAU DE INSTRUÇÃO	146
GRÁFICO 17 - MÉDIA DAS RESPOSTAS ÀS AFIRMAÇÕES X DATA DE CONCLUSÃO DO ÚLTIMO CURSO.....	147
GRÁFICO 18 - PRODUTOS COM INFLUÊNCIA NA QAI.....	148
GRÁFICO 19 - PRODUTOS COM INFLUÊNCIA NA QAI X ANO DO ÚLTIMO CURSO REALIZADO	151

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - COMPOSTOS QUÍMICOS E EFEITOS À SAÚDE HUMANA	37
QUADRO 2 - TIPOLOGIA DAS QUESTÕES DO FORMULÁRIO DE PESQUISA....	69
QUADRO 3 - DEFINIÇÃO DA AMOSTRA DA PESQUISA	72
QUADRO 4 - ALGUMAS TIPOLOGIAS DE VERNIZES PARA MADEIRA DISPONÍVEIS NO MERCADO BRASILEIRO	94
QUADRO 5 - ALGUMAS TIPOLOGIAS DE TINTAS PARA MADEIRA DISPONÍVEIS NO MERCADO BRASILEIRO	95
QUADRO 6 - TECNOLOGIAS DE MODIFICAÇÃO TÉRMICA	114

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - POPULAÇÃO EFETIVA E TAXA DE RESPOSTAS.....	72
TABELA 2 - RETORNOS DIRETOS VIA CORREIO ELETRÔNICO.....	74
TABELA 3 - GÊNEROS E TÍTULOS	125
TABELA 4 - GRAU DE INSTRUÇÃO	126

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPA	– Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira
ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPM	– Associação Brasileira dos Preservadores de Madeira
ABRAF	– Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ACGIH	– <i>American Conference of Industrial Hygienists</i>
AFSC	– <i>Australia Forest Certification Scheme</i>
ANVISA	– Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BP	– laminado de baixa pressão
BRASINDOOR	– Sociedade Brasileira do Meio Ambiente e Controle da Qualidade do Ar nos Interiores
BSRIA	– <i>Building Services Research and Information Association</i>
BTX	– Benzeno, Tolueno, Xileno
CCA	– Arseniato de Cobre Cromatado
CCB	– Borato de Cobre Cromatado
CERFLOR	– Programa Brasileiro de Certificação Florestal
CNUMAD	– Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	– Conselho Nacional do Meio Ambiente
COSV	– Compostos Orgânicos Semivoláteis
COV	– Composto Orgânico Volátil
COV	– Compostos Orgânicos Voláteis
CREA-PR	– Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná

CSA – SFM	– <i>Canadian Standards Association – Sustainable Forest Management System</i>
DALY	– <i>Disability-Adjusted Life Year</i>
DATASUS	– Banco de dados do Sistema Único de Saúde
DEHP	– 2-etilhexil-ftalato
EGP	– <i>Edge Glued Panel</i>
EPA	– <i>United States Environmental Protection Agency</i>
EPI	– equipamento de proteção individual
FF	– <i>finish foil</i>
FISPQ	– Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
FSC	– <i>Forest Stewardship Council</i>
HDF	– <i>High Density Fiberboard</i>
HPA	– Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	– Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LADETEC	– Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (UFRJ)
LAGA	– Laboratório de Aerossóis e Gases Atmosféricos (USP)
MDF	– <i>Medium Density Fiberboard</i>
MDP	– <i>Medium Density Particleboard</i>
MTCC	– <i>Malaysian Thai Chamber of Commerce</i>
NIOSH	– <i>The National Institute for Occupational Safety and Health</i>
NR	– Norma Regulamentadora
OMS	– Organização Mundial da Saúde
ONU	– Organização das Nações Unidas
OSB	– <i>Oriented Strand Board</i>

OSHA	– <i>Occupational Safety and Health Administration</i>
PAI	– Poluição do Ar Interior
PIB	– Produto Interno Bruto
PPGECC	– Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil
PPr	– Polipropileno copolímero de Random
PVC	– Cloreto de Polivinila
QAI	– Qualidade do Ar Interior
SED	– Síndrome dos Edifícios Doentes
SIOPS	– Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	21
1.2 OBJETIVOS.....	22
1.2.1 Objetivo geral.....	22
1.2.2 Objetivos específicos.....	22
1.3 PRESSUPOSTO.....	22
1.4 JUSTIFICATIVAS	23
1.4.1 Social.....	23
1.4.2 Econômica.....	25
1.4.3 Ambiental.....	27
1.4.4 Tecnológica	28
1.5 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA	28
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	29
1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	30
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
2.1 SALUBRIDADE E QUALIDADE DO AR NOS INTERIORES.....	31
2.1.1 A evolução histórica do problema.....	32
2.1.2 A influência dos materiais de construção e de acabamento na QAI.....	33
2.1.3 Síndrome dos Edifícios Doentes (SED).....	37
2.1.4 A qualidade do ar nos interiores no Brasil	38
2.1.4.1 Situação das normas nacionais relacionadas à QAI	39
2.1.5 Saúde e sustentabilidade.....	40
2.1.6 Síntese e discussão.....	42
2.2 O USO DA MADEIRA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO	42
2.2.1 A madeira e o usuário – atributos e percepções do material	42
2.2.2 Uso sustentável da madeira	44
2.2.3 Durabilidade.....	46
2.2.4 Necessidade de uso dos preservativos	48
2.2.4.1 Fatores não biológicos	49
2.2.4.2 Fatores biológicos	50
2.2.5 Painéis de madeira composta.....	52

2.2.5.1	Painéis de madeira e emissões prejudiciais à QAI.....	54
2.2.6	Síntese e discussão.....	57
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	58
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	58
3.2	DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA	58
3.2.1	Unidade de análise	60
3.2.2	Testes de validade.....	60
3.2.2.1	Validade interna.....	60
3.2.2.2	Validade externa.....	61
3.2.2.3	Validade do constructo	61
3.3	PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS	61
3.3.1	Pesquisa bibliográfica.....	62
3.3.2	Levantamento – produtos associados ao uso da madeira no ambiente construído.....	62
3.3.3	Levantamento – opiniões e práticas profissionais	63
3.3.3.1	Método de coleta das respostas.....	64
3.3.3.2	Etapas do processo de coleta de dados.....	65
3.3.3.3	Elaboração do formulário da pesquisa (questionário)	67
3.3.3.4	Implementação do levantamento (<i>survey</i>).....	69
3.3.3.5	Amostra pesquisada.....	71
3.4	MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS	74
4	PRODUTOS ASSOCIADOS AO USO DA MADEIRA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO	75
4.1	PRESERVAÇÃO DA MADEIRA	75
4.1.1	Funções e métodos utilizados	75
4.1.2	Preservativos mais utilizados e efeitos ao homem e ao meio ambiente.....	77
4.1.2.1	Creosoto.....	78
4.1.2.2	Pentaclorofenol.....	79
4.1.2.3	CCA (Arseniato de cobre cromado).....	80
4.1.2.4	CCB (Borato de Cobre Cromatado).....	81
4.1.3	Alternativas para destinação de resíduos de madeira tratada.....	82
4.1.3.1	Minimização de resíduos.....	83
4.1.3.2	Reuso	84

4.1.3.3	Reciclagem.....	85
4.1.3.4	Combustão e incineração.....	86
4.1.3.5	Disposição final em aterro.....	87
4.1.4	Síntese e discussão.....	87
4.2	TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES EM MADEIRA.....	89
4.2.1	Funções e métodos utilizados.....	89
4.2.2	Principais produtos e efeitos provocados ao homem e ao meio ambiente.....	90
4.2.2.1	Vernizes e tintas.....	90
4.2.2.2	Complementos.....	96
4.2.2.3	Impregnantes.....	98
4.2.2.4	Óleos e ceras.....	99
4.2.2.5	Acabamentos mais comuns para painéis de madeira composta.....	100
4.2.3	Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) e efeitos à saúde humana.....	103
4.2.3.1	Formaldeído.....	104
4.2.4	Procedimento adequado para uso dos produtos.....	105
4.2.4.1	Cuidados na manipulação de tintas e vernizes durante a fabricação e pintura de painéis.....	106
4.2.4.2	Ventilação – edifícios e arquitetura.....	108
4.2.5	Síntese e discussão.....	111
4.3	PRODUTOS E MÉTODOS ALTERNATIVOS COM INFLUÊNCIA REDUZIDA NA SAÚDE HUMANA.....	112
4.3.1	Produtos e métodos alternativos para preservação da madeira.....	112
4.3.1.1	Tecnologias de modificação da madeira.....	113
4.3.1.2	Produtos naturais para tratamento da madeira.....	117
4.3.1.3	Uso da madeira porosa sem tratamento.....	119
4.3.2	Produtos naturais para tratamento e acabamento de superfícies.....	120
4.3.3	Síntese e discussão.....	122
5	PESQUISA COM PROFISSIONAIS – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	123
5.1	PERFIL DOS RESPONDENTES.....	123
5.1.1	Gênero e formação.....	123
5.1.2	Grau de instrução.....	125
5.1.3	Ano de conclusão do último curso realizado.....	126
5.1.4	Área de atuação.....	128

5.2	ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS NO AMBIENTE CONSTRUÍDO...	129
5.2.1	Critérios de especificação.....	129
5.2.2	Especificação de revestimentos de piso, forro e parede.....	133
5.3	ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA	138
5.3.1	Produtos mais utilizados	138
5.3.2	Critérios de especificação de acabamentos para superfícies em madeira ...	141
5.4	CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS SOBRE QAI, SALUBRIDADE E TOXICIDADE	144
5.5	SÍNTESE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	152
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	157
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	159
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
	DOCUMENTOS CONSULTADOS.....	172
	APÊNDICES	173

1 INTRODUÇÃO

O termo “saúde” é definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não meramente a ausência de doenças ou enfermidades (WHO, 2010). De acordo com relatórios divulgados pela própria organização, fatores ambientais têm tido cada vez maior influência na saúde física e mental humana. Tais fatores envolvem condições ambientais referentes ao meio externo e interno, fato o qual prova que um ambiente limpo e adequado à ocupação é um pré-requisito essencial para a boa saúde.

Da recente preocupação com a saúde ou a salubridade dos ambientes internos, surgiram pesquisas sobre a Qualidade do Ar nos Interiores (QAI), buscando investigar quais as possíveis fontes de poluição do ar nos ambientes internos. Tais pesquisas chegaram a importantes e similares conclusões: muitos dos materiais de construção e dos produtos para acabamento e revestimento utilizados nos ambientes internos apresentam emissões de contaminantes que contribuem com a redução efetiva da qualidade do ar em tais ambientes, expondo os usuários a efeitos adversos provocados à saúde (JONES, 1999; WESCHLER, 2009).

Com base em tais argumentos, a especificação de produtos e materiais para interiores vem sendo questionada devido à relação existente com a qualidade do ar nos interiores e a salubridade ambiental. Segundo estudos realizados em diversos ambientes internos citados por Gioda e Aquino Neto (2003b), as concentrações internas de alguns compostos poluentes são superiores às externas, provando que a necessidade de controle dos poluentes internos é tão ou mais intensa que o controle de poluentes externos, já que em geral passa-se a maior parte da vida em ambientes fechados.

Em paralelo, sabe-se que, com vistas à solução dos problemas ambientais causados pelo impacto da construção civil, surgiram novos materiais e técnicas construtivas, bem como o incentivo ao uso de materiais naturais e de fontes renováveis. A madeira, material que foi amplamente utilizado em diversas construções populares e continua em uso, surge neste panorama como um material alternativo coerente com as práticas de desenvolvimento sustentável e redução do

impacto ambiental na construção de edifícios. Além do material em seu estado bruto, os painéis derivados de madeira vêm sendo amplamente utilizados na fabricação de móveis, pisos, e outros elementos nos interiores, bem como em alguns sistemas construtivos. Vale lembrar ainda que o amplo crescimento da construção civil (o qual atingiu 13% no ano de 2010) relaciona-se diretamente com o aquecimento do setor madeireiro e florestal, já que influi num aumento de vendas em linhas de esquadrias, molduras, pisos e estruturas, bem como móveis e complementos (REMADE, 2011a). O estado do Paraná se destaca neste cenário por concentra a terceira maior área de plantio de *Pinus* e *Eucalyptus*, totalizando 13,0% da área de plantio total do Brasil, fato que evidencia o crescimento das indústrias e do setor madeireiro no estado (ABRAF, 2011).

Apesar da conotação de material sustentável, sabe-se que a madeira, por ser um material biológico e natural, tem algumas limitações já que sua degradação é progressiva. Para possibilitar seu uso e ampliar a durabilidade, a madeira tem sua utilização associada a produtos para preservação e tratamento de superfícies, os quais, além de aumentar a vida útil do material, possuem uma grande variedade de acabamentos estéticos para composições na arquitetura. No entanto, sabe-se que tais produtos constituem uma ameaça à qualidade do ar interior e à saúde dos ocupantes destes ambientes. Os preservativos químicos possuem alta toxicidade tanto para o homem quanto para o meio ambiente, e outros produtos utilizados para acabamento de superfícies (tintas, vernizes e outros) apresentam emissões de contaminantes em diferentes níveis. A utilização de tais produtos pode resultar em danos e prejuízos à saúde em diversas etapas do seu ciclo de vida: fabricação, manipulação, aplicação, utilização e ainda, posteriormente, no descarte final do material. Quanto aos painéis de madeira, mesmo sem a aplicação dos produtos supracitados, sabe-se que grande parte destes materiais disponíveis no mercado contém resinas à base de uréia-formaldeído. Tais resinas emitem formaldeído, composto químico tóxico associado a diversos sintomas e riscos à saúde, além de outros compostos que serão mencionados no decorrer da pesquisa (KIM *et al.*, 2010).

Embora exista demanda e incentivo ao uso de materiais naturais, deve-se ter a devida atenção para que tais materiais, embora estejam em conformidade com a questão ambiental, não sejam utilizados em conjunto com complementos nocivos

e tóxicos que entrem em confronto com a ideia de saúde e bem estar do usuário. Sabe-se que os produtos utilizados em ambientes internos relacionam-se com a preferência estética e funcional dos usuários, no entanto, arquitetos ou outros profissionais da área são procurados a fim de se obter, além de edifícios adequados e funcionais, ambientes contemporâneos e adaptados às necessidades dos proprietários. Neste contexto, considerando os profissionais da arquitetura como os principais especificadores de produtos para uso no ambiente construído, esta pesquisa busca verificar se aspectos relacionados à qualidade do ar e salubridade ambiental são levados em conta pelos mesmos no momento da especificação. Além de analisar o conhecimento do assunto por parte destes profissionais, serão levantados dados sobre o uso da madeira no ambiente construído, bem como os principais preservativos químicos e produtos utilizados para superfície, a fim de destacar características químicas nocivas nos materiais mais utilizados e disponíveis no mercado brasileiro. Este trabalho destina-se principalmente aos especificadores em geral, trazendo informações relevantes para a concepção de ambientes saudáveis e mais sustentáveis.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Observando a madeira enquanto material natural e os produtos associados à sua utilização no ambiente construído, bem como a relevância da questão da qualidade do ar nos ambientes internos, surge a seguinte questão:

Quais as influências dos produtos e tratamentos associados ao uso da madeira no ambiente construído na saúde dos ocupantes e como tais produtos e a madeira vem sendo utilizados pelos profissionais da arquitetura paranaense?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Estabelecer um panorama do uso da madeira sujeita a diferentes tipos de tratamento químico por profissionais da arquitetura paranaense, confrontando suas práticas com um levantamento abrangente de suas possíveis implicações à saúde dos usuários e ao ambiente.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os principais produtos para preservação e tratamento de superfícies em madeira disponíveis no mercado e seus riscos à saúde dos usuários;
- b) Verificar como tais produtos são especificados pelos arquitetos paranaenses, bem como o conhecimento destes com relação às características nocivas dos produtos especificados;

1.3 PRESSUPOSTO

O detalhamento e a especificação de revestimentos, muitos destes confeccionados em madeira, são itens relevantes nos projetos de arquitetura. Além da madeira em seu estado natural, vêm sendo utilizados painéis derivados de madeira com acabamentos diversos. Atualmente, a madeira e seus derivados têm sido divulgados como materiais sustentáveis que, em geral, devem ter a preferência dos especificadores e projetistas, pois são considerados materiais naturais e de fonte renovável, tendo assim impacto reduzido no meio ambiente. Neste sentido, considera-se de grande valia a intensificação do uso da madeira na construção civil, por estar adequada a questões ambientais e também ao conforto ambiental. No entanto, a madeira é utilizada em conjunto com outros produtos para revestimento e acabamento, os quais são especificados de acordo com a preferência estética do profissional, sem necessariamente se dar a devida atenção à influência que tais

produtos exercem na qualidade do ar nos interiores. Quanto à madeira tratada com preservativos químicos, além do uso indiscriminado em alguns casos, há ainda uma disposição geral para o reuso de materiais, que a inclui como reutilizável também em ambientes internos. Existe, contudo, outro aspecto relevante associado ao uso dos materiais naturais na construção civil e em ambientes internos que deve ser observado: a toxicidade dos produtos utilizados como complemento e a sua influência na qualidade do ar nos interiores.

1.4 JUSTIFICATIVAS

1.4.1 Social

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006) cita a poluição atmosférica exterior e interior como um grave risco à saúde ambiental e humana, e estima ser esta a causa de cerca de dois milhões de mortes prematuras por ano em todo o mundo. Neste contexto, nota-se que a qualidade do ar nos interiores é de importância extrema para a proteção da saúde dos ocupantes de ambientes internos e ainda um fator indispensável para construções mais saudáveis e, portanto, mais sustentáveis. De acordo com dados obtidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), a concentração interna de alguns poluentes pode ser de duas a cinco vezes maior que a concentração externa, fator o qual, juntamente com o tempo de permanência em ambientes internos, contribui com o fato de a QAI estar entre um dos cinco maiores riscos à saúde pública local. Cita-se ainda que o gás radioativo radônio¹ é a principal causa de câncer nos pulmões entre os não fumantes, sendo a segunda principal causa deste tipo de câncer nos Estados Unidos, responsável por aproximadamente 20.000 mortes ao ano (EPA, 2010). Outros poluentes presentes em ambientes internos são também responsáveis por diversas doenças, entre elas asbestose, mesotelioma, doenças respiratórias em geral (asma, rinite alérgica), tuberculose, edema pulmonar, pneumonia e carcinogênese (GOMES e KUWAHARA, 2008). Sabe-se ainda que a má QAI está

¹ Radônio é um gás radioativo que se origina no solo e nas rochas, podendo chegar às residências através da água e dos materiais de construção.

diretamente ligada à síndrome dos edifícios doentes (SED) e provoca diversos sintomas e problemas de saúde, incidindo negativamente sobre a qualidade de vida. Entre os sintomas da SED estão: desconforto agudo nos olhos e nariz, irritação na garganta, dores de cabeça, comichão, pele seca, tontura, náuseas, fadiga e sensibilidade aos odores (EPA, 1991). Além das emissões tóxicas, há materiais que são ou utilizam complementos tóxicos e são passíveis de outras formas contaminação como, por exemplo, contato direto com a pele ou olhos, ingestão, etc. O fato é que muitos desses materiais, embora legalizados e com uso permitido no Brasil, são prejudiciais à saúde dos usuários e também àqueles que trabalham com sua produção e manuseio.

No Brasil, a qualidade do ar nos interiores e a toxicidade dos materiais de construção civil ainda são áreas de pesquisa emergentes. Nota-se que a produção local ainda é escassa, provando a necessidade de desenvolvimento de pesquisas, principalmente em regiões de clima temperado com períodos anuais de baixas temperaturas devido à climatização artificial e à baixa taxa de trocas de ar entre o meio interno e o externo. Há poucos instrumentos legais nacionais para avaliação de ambientes não industriais, os quais baseiam-se em normas de órgãos internacionais², porém não são atualizados como tais. Faz-se necessário o estudo e estabelecimento de limites compatíveis à realidade local, estimando as emissões dos materiais mais utilizados e ainda o controle do seu uso nos interiores, buscando ambientes e materiais mais saudáveis.

Sendo a madeira um material com crescente incentivo ao uso devido ao apelo de sustentabilidade, os produtos para preservação e tratamento de superfícies serão avaliados no sentido de destacar sua toxicidade e efeitos nocivos à saúde humana. A presente pesquisa justifica-se socialmente considerando-se tais aspectos, destacando ainda o fato de a QAI e a toxicidade dos materiais estarem diretamente relacionadas à qualidade de vida dos ocupantes de ambientes internos. A identificação dos produtos e materiais tóxicos, bem como a proposição de diretrizes de utilização ou do uso de produtos alternativos menos nocivos, favorecerá

² Além da Organização Mundial da Saúde, outros órgãos internacionais que servem de base para as instruções normativas brasileiras são: *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), *The National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) e *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

a melhoria da qualidade ambiental, e conseqüentemente, a redução da ocorrência de doenças e dos sintomas já citados.

1.4.2 Econômica

De acordo com o Sistema DATASUS (2009), as doenças do aparelho respiratório são a segunda maior causa de internações no Brasil, representando 13,7% do total de internações no ano de 2007³. Nota-se ainda que, entre as crianças de 1 a 4 anos, 45,5% das internações também ocorreram devido a doenças respiratórias. Já as neoplasias foram responsáveis por 5,7% das internações no mesmo ano. Considerando que no ano de exercício de 2007 os gastos da União com assistência hospitalar e ambulatorial chegaram a mais de R\$ 22,5 bilhões (SIOPS-DATASUS, 2007), e sabendo que grande parte das doenças do trato respiratório tem ligação com a poluição do ar⁴, nota-se que reduzir os riscos de contaminação através da poluição do ar interior traria benefícios econômicos através da redução dos gastos públicos com saúde. Ainda nesta questão, as doenças e sintomas provocados pela baixa QAI podem trazer uma série de agravos à saúde com influência econômica: perda de dias de trabalho, custos com tratamento de saúde, medicamentos, internação e até mesmo a morte (GOMES e KUWAHARA, 2008).

Também é relevante citar a importância do setor madeireiro para a economia brasileira. O setor florestal e sua cadeia de produção, industrialização e comercialização representam aproximadamente 4,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (BRASIL, 2010). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (2009), no ano de 2009, a produção primária florestal brasileira somou um total de R\$ 13,6 bilhões, dos quais 66,4% foram provenientes do segmento da silvicultura (exploração de florestas plantadas) e 33,6%, do extrativismo vegetal. Quanto à produção nacional de madeira em tora, atingiu-se um total de mais de 122 milhões de metros cúbicos no mesmo ano, sendo destes 65,4 destinados à produção de papel e celulose, e 41,6 para outras finalidades (principalmente construção civil e

³ O dado divulgado não esclarece a origem das doenças (poluição do ar, materiais tóxicos ou outras).

⁴ No município de Curitiba, nos anos de 2004-2005, atribui-se 23,3% das internações por doenças respiratórias ao PM₁₀ – matéria particulada em suspensão no ar (MARCÍLIO e GOUVEIA, 2007).

movelaria). O valor total da produção de madeira em tora com uso destinado à construção civil, movelaria e outros foi de R\$ 2,83 bilhões. A Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF) destaca em seu anuário que em 2010, a área total de plantios florestais⁵ no Brasil atingiu quase 7 milhões de hectares (ABRAF, 2011). O relatório afirma ainda que o setor florestal gerou aproximadamente 640,5 mil empregos diretos e 1,45 milhões de empregos indiretos no mesmo ano, atingindo um valor bruto de produção de mais de R\$51,8 bilhões. Quanto à contribuição tributária, estima-se que o setor contribuiu com R\$7,4 bilhões, aproximadamente 0,57% do total arrecadado no Brasil.

Destaca-se ainda a importância econômica dos projetos de arquitetura e da arquitetura de interiores. Além de aumentar a satisfação do cliente com seu espaço privado, ambientes bem planejados contribuem amplamente com a valorização e facilidade de venda dos imóveis. Evita-se também a necessidade de alterações e manutenção constante pelo uso de materiais adequados e corretamente especificados para determinados fins. A pesquisa de orçamentos familiares realizada pelo IBGE entre os anos de 2002 e 2003 revela que as despesas com habitação foram as que tiveram maior participação nas despesas monetárias e não monetárias de consumo das famílias a nível nacional, somando cerca de 30% do total das despesas (IBGE, 2004). Entre as despesas com habitação foram relacionadas despesas com aluguel, serviços e taxas e outras associadas à manutenção do lar, artigos de limpeza, mobiliários, eletrodomésticos e outros artigos, bem como consertos em geral. As despesas com manutenção, artigos de limpeza e mobiliário e outros artigos do lar somam quase 7% dos 30% totais associados a despesas com habitação, o que mostra um gasto relativamente alto com investimento nas edificações já construídas e habitadas durante o seu ciclo de vida. A especificação de revestimentos, acabamentos e outros itens apropriados às necessidades dos usuários e com influência reduzida na saúde dos ocupantes pode vir a ser um fator redutor das despesas com manutenção do lar.

Em síntese, a redução de gastos com tratamentos de doenças e com a diminuição da produtividade individual, desenvolvimento da economia brasileira e

⁵ Eucalipto, pinus e outras espécies (acácia, seringueira, paricá, teca, araucária, pópulus, etc.).

ainda cortes nos gastos do orçamento familiar com despesas do lar são alguns dos fatores que motivam economicamente esta pesquisa.

1.4.3 Ambiental

A fim de explorar as vantagens ambientais da madeira como material de construção e acabamento, busca-se viabilizar e ampliar o seu uso de maneira adequada aos requisitos de conforto e salubridade ambiental. É notório que em algumas localidades, como no Brasil, a madeira tem seu uso preterido, o que ocorre em muitos casos por receio quanto à durabilidade do material ou ainda à resistência cultural que valoriza mais os imóveis em alvenaria (REMADE, 2011a). Segundo Batista (2011), a aparente efemeridade, bem como a aparente falta de modernização da casa de madeira provocou ao longo da história a preferência que muitas pessoas têm pela “casa de material”. A fixação definitiva e a marcação de território da casa de paredes sólidas foram ideias que se tornaram claras desde a década de 1950, com os primeiros conjuntos modernos construídos no Brasil. O concreto, desde então, veio sendo reafirmado como ícone de modernidade, legando à madeira uma função secundária. Deve-se entender, no entanto, que a madeira é um material de construção como outro qualquer, com qualidades e limitações que podem ser exploradas na arquitetura (BERRIEL, 2011). As mesmas considerações relacionadas ao uso da madeira como material de construção civil se repetem no caso dos materiais para revestimento e acabamento nos interiores. Em alguns casos os consumidores tendem a preferir forros em PVC, pisos cerâmicos e até o *drywall* a utilizar a madeira como revestimento de teto, piso ou paredes e divisórias, também por preocupações quanto à vida útil do material.

Com o intuito de explorar as qualidades e mitigar as limitações da madeira quanto à durabilidade, esta pesquisa busca compreender a necessidade de uso de produtos para sua preservação e tratamento. Além disso, a adoção de processos de preservação pode ser considerada um meio para reduzir a demanda por madeira para substituição, proporcionando benefícios ambientais e econômicos (RICHARDSON, 1993). Buscam-se também alternativas práticas e eficazes para a redução do uso de produtos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente.

1.4.4 Tecnológica

Visando melhorias no uso e aplicação, este estudo busca reunir e sintetizar informações que proporcionem maior conhecimento das técnicas e produtos para preservação e tratamento de superfícies em madeira, já que se torna evidente a lacuna tecnológica existente no que tange a preservação e tratamento de superfícies no Brasil. Havendo uma deficiência de dados e informações locais, o levantamento de dados e de novas tecnologias já divulgados em outros países e que ainda são desconhecidos de grande parte dos usuários e profissionais no Brasil favorece avanços nas tecnologias de uso do material, associado-as a demandas locais específicas. Além disso, elencar os produtos prejudiciais incentivará o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos que reduzam os riscos à saúde humana e agressões ao meio ambiente, favorecendo o desenvolvimento de alternativas saudáveis e mais sustentáveis para uso no ambiente construído.

A título de nivelção de conhecimento, a análise e avaliação das características químicas nocivas dos materiais tornarão esta pesquisa um agente de contribuição para especificações mais conscientes, fornecendo a arquitetos e especificadores em geral subsídios para a execução de edifícios e ambientes mais saudáveis e adequados à ocupação humana.

1.5 CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA

A qualidade do ar nos interiores (QAI) e a toxicidade dos materiais de construção civil são assuntos de interesse relativamente recente por parte dos pesquisadores internacionais e pouco explorados em pesquisas científicas a nível nacional. O mesmo se dá no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC) da Universidade Federal do Paraná, em que, apesar da existência de trabalhos ligados à questão do conforto ambiental, não constam trabalhos anteriores relacionados ao tema. Com relação a outros programas dentro da universidade, há uma linha de pesquisa no Departamento de Engenharia Ambiental que vem pesquisando assuntos relacionados à QAI e escolas públicas. Quanto ao enfoque dado à madeira, no PPGECC, a dissertação de Caroline

Bollmann Zaleski, cujo título é “Materiais e Conforto: Um estudo sobre a preferência por alguns materiais de acabamento e sua relação com o conforto percebido” procura, entre seus objetivos, explorar a possibilidade do uso da madeira em ambientes como a cozinha e o banheiro. Ainda outra, cujo título é “O uso da madeira em construções habitacionais: a experiência do passado e a perspectiva de sustentabilidade no exemplo da arquitetura chilena”, de autoria de Silvana Correia Laynes - de Castro, defendida no ano de 2008, apresenta relação com a presente pesquisa por abordar a madeira como material natural e mais sustentável. Considerando a importância do assunto em âmbito social, ambiental e tecnológico, buscar-se-á novas questões de pesquisa e proposições para desenvolvimento de estudos futuros.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Com relação aos materiais a serem estudados, o enfoque será na madeira e nos produtos utilizados para preservação e tratamento de superfícies que são tóxicos ou que têm relação direta ou indireta com a qualidade do ar interior. Os profissionais que participarão da pesquisa são atuantes no mercado da arquitetura no estado do Paraná, com registro ativo no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná (CREA-PR), integrantes do Catálogo Empresarial da instituição. Não serão propostos novos produtos nem novas técnicas, e sim um agrupamento de informações relevantes para o aprofundamento do tema, de forma a contribuir com especificações mais conscientes no que diz respeito aos produtos utilizados no ambiente construído. A pesquisa não discorrerá sobre espécies, propriedades e outros detalhes específicos da madeira, nem sobre detalhamento técnico dos processos de produção de revestimentos ou mobiliário. O enfoque será nos produtos utilizados para preservação, proteção e tratamento estético do material e sua influência na qualidade do ar e na salubridade dos ambientes internos. Pretende-se aguçar o interesse de pesquisadores e profissionais nas questões que relacionam sustentabilidade, saúde, conforto e

qualidade ambiental, incentivando a proposição de novos trabalhos com foco em tópicos pertinentes.

1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O capítulo 1 corresponde à introdução do trabalho e é composto pelo problema de pesquisa, objetivos, pressuposto, razões que levaram ao tema e delimitação do campo de pesquisa.

O capítulo 2 apresenta a base teórica da pesquisa, expondo conceitos relativos à qualidade do ar nos interiores (QAI) e salubridade, bem como definições e especificidades relacionadas ao uso da madeira no ambiente construído.

O capítulo 3 destaca a metodologia de pesquisa, explicando métodos e ferramentas utilizadas na elaboração e desenvolvimento do estudo.

O capítulo 4 traz um levantamento das principais tipologias de produtos associados ao uso da madeira no ambiente construído. Foram pesquisados os preservativos e produtos para acabamento e tratamento de superfícies bem como sua relação com a qualidade do ar interior e toxicidade, além de novas tecnologias e produtos naturais com toxicidade reduzida que vêm sendo pesquisados.

O capítulo 5 traz os resultados da pesquisa realizada com profissionais da arquitetura sobre o uso da madeira e demais produtos associados no ambiente construído, mostrando o conhecimento dos profissionais da área sobre a QAI e a toxicidade de alguns materiais especificados, além dos critérios utilizados no momento da especificação e uma discussão dos dados analisados no capítulo. Por fim, o capítulo 6 apresenta um fechamento de todo o estudo, destacando conclusões e contribuições da pesquisa além de recomendações para estudos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo fará uma exposição sobre a fundamentação teórica da pesquisa. Serão levantados alguns aspectos de interesse em perspectivas nacionais e internacionais, bem como a produção científica relevante sobre a QAI, salubridade nos interiores e uso da madeira no ambiente construído.

2.1 SALUBRIDADE E QUALIDADE DO AR NOS INTERIORES

Em um conceito amplo, a salubridade ambiental é definida como a “qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas⁶ favoráveis à saúde da população urbana e rural” (São Paulo, 1999⁷, *apud* BATISTA e SILVA, 2006). Um ambiente interno salubre refere-se a um ambiente saudável e sadio, com condições propícias à conservação da saúde dos seus ocupantes.

A Qualidade do Ar nos Interiores (QAI) surgiu como linha de pesquisa com a intenção de investigar características relacionadas à poluição do ar interior que contribuem com a insalubridade dos ambientes internos. A linha de pesquisa é relativamente recente e teve as primeiras manifestações na crise energética de 1970, em que, nos países de clima frio, surgiram edifícios selados como alternativa à racionalização de energia (GIODA e AQUINO NETO, 2003b). Paralelamente, inovações tecnológicas trouxeram para o cotidiano materiais de construção sintéticos, com apelo visual sugerindo conforto e praticidade e proporcionando redução de custos. A opção por mínimas taxas de troca de ar interno pelo externo, aliada a tais materiais, gerou um acúmulo de contaminantes nos interiores das edificações, que passaram a se mostrar sistematicamente mais poluídos que as áreas externas (JONES, 1999).

⁶ “Mesologia é a parte da biologia que trata das influências recíprocas dos organismos e do meio em que vivem” (MESOLOGIA, 2009).

⁷ SÃO PAULO. **ISA – Indicador de Salubridade Ambiental**. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Manual Básico. São Paulo, 1999.

Outras causas associadas à degradação da qualidade do ar interior são mencionadas por Weschler (2009): produtos utilizados prioritariamente nos interiores (produtos de limpeza, purificadores de ar, eletrodomésticos, equipamentos eletrônicos, roupas), hábitos pessoais (fumo, posse de animais de estimação, tempo gasto em ambientes internos) e outros fatores ligados ao edifício (condicionamento de ar, espaços reduzidos, poeira, mofo). As fontes emissoras de poluentes nocivos à saúde dos ocupantes de ambientes internos são diversas, permanecendo como inimigos invisíveis ao conforto e bem estar humano. Como resultado, doenças respiratórias, alergias e outros efeitos colaterais como náuseas e cefaleia vêm já há algumas décadas sendo associados com a permanência nos interiores. A questão torna-se ainda mais grave devido à permanência dos indivíduos em ambientes internos⁸ durante a maior parte da vida, ou ainda quando são abordados edifícios selados em regiões de climas extremos (quente, frio, seco, e também temperado) que apresentam uso intenso de climatização artificial.

2.1.1 A evolução histórica do problema

Apesar da recente preocupação e investigação, a poluição do ar interno é um problema que data das eras pré-históricas, pois a fuligem encontrada nos tetos das cavernas é uma evidência clara dos níveis elevados de poluição associados à má ventilação. Segundo Jones (1999), a fuligem nos telhados enegrecidos em residências também foi testemunho do grave problema de poluição do ar que continuou até o século XVI, quando chaminés e lareiras se tornaram mais populares. As pinturas do período da renascença são escuras por razão similar: a fuligem de velas nas igrejas e museus. Atualmente, há maior preocupação com a qualidade do ar interno, já que a QAI vem sendo relacionada às inovações tecnológicas na forma e composição dos edifícios.

Quanto às pesquisas na área, Weschler (2009) afirma, com base nos estudos de Andersen⁹ e Biersteker, De Graaf e Nass¹⁰, que a preocupação inicial

⁸ Tais ambientes são representados por residências, locais de trabalho, escolas, hospitais, locais de lazer, entre outros (BENNETT, 2009).

⁹ ANDERSEN, I. Relationships between outdoor and indoor air pollution. **Atmospheric Environment** 6, pp. 275–278, 1972.

com a questão da poluição do ar interior se relacionava com a maneira com que a poluição atmosférica influencia o ar interno. Por isso, os primeiros poluentes internos a serem pesquisados foram os que se originam no exterior, como por exemplo, dióxido de enxofre, óxido de nitrogênio, óxido de enxofre e partículas em suspensão. Posteriormente, com novas pesquisas e descobertas, voltou-se as atenções para outros poluentes exclusivamente internos e de fácil mensuração (formaldeído, radônio, amianto, fumaça de cigarro, compostos orgânicos voláteis), e posteriormente, pesticidas e outros compostos orgânicos semivoláteis. A melhoria dos instrumentos de análise e da sua sensibilidade aumentou o número de compostos encontrados nos interiores. Porém, há compostos cujos níveis ainda não foram mensurados e cuja presença é fruto de estudos analíticos e deduções, como por exemplo, hidroxilas, nitratos e hidroperóxidos, entre outros. Neste caso, e na ausência de outros estudos quantitativos, os poluentes foram avaliados pelo autor de acordo com a produção de diferentes produtos químicos na época e ainda observando-se os materiais mais comuns em determinado período.

2.1.2 A influência dos materiais de construção e de acabamento na QAI

Os materiais de construção e de acabamento figuram como fatores de influência na QAI. Neste contexto, fatores ligados ao edifício, como a climatização do ar e a ventilação, são agravados por produtos e materiais utilizados nos interiores que emitem vários compostos poluentes durante sua vida útil (JONES, 1999). Tais emissões originam-se dos próprios materiais de construção e de outros produtos utilizados nos interiores ou ainda de seus componentes, como resinas, aglutinantes e outros compostos químicos. As concentrações de determinados poluentes em ambientes internos relacionam-se com as taxas de emissão dos materiais e ainda com outros fatores – trocas de ar interno/externo (renovação do ar), poluentes provenientes do exterior, limpeza de superfícies, reações químicas que consomem determinados poluentes e ainda a remoção e limpeza do ar por meio de ventilação e filtragem (WESCHLER, 2009).

¹⁰ BIERSTEKER, K.; DE GRAAF, H.; NASS, C.A.G. Indoor air pollution in Rotterdam homes. **International Journal of Air and Water Pollution** 9, pp. 343–350, 1965.

Os compostos químicos contaminantes podem ser emitidos isoladamente por uma determinada fonte ou ainda reagir com outros materiais e/ou produtos compondo uma gama de outros poluentes (UHDE e SALTHAMMER, 2007). O ambiente interno é altamente reativo, com novos compostos sendo formados a cada instante. Tal condição é relevante devido ao fato de alguns dos produtos resultantes serem ainda mais reativos e/ou irritantes que os produtos iniciais da reação (WESCHLER e SHIELDS, 1997). Conseqüentemente, as emissões internas são classificadas como emissões primárias e secundárias. A emissão primária é proveniente de um material simples, ou seja, os compostos estão presentes no próprio produto. Nas emissões secundárias, os compostos são produzidos por reações no produto ou no ambiente interno (UHDE e SALTHAMMER, 2007).

Alguns exemplos de materiais com influência direta e indireta na qualidade do ar dos interiores, levantados em bibliografia nacional e internacional, são:

a) PVC (cloreto de polivinila)

O uso mais comum do PVC é nas tubulações de água dos edifícios. Ainda assim, o material emite alguns compostos semivoláteis que podem migrar para o ambiente interno com o passar do tempo (WESCHLER, 2009). Também é utilizado em outras aplicações como, por exemplo, esquadrias, base de carpetes, forros, divisórias, móveis externos, persianas e outros. Além do risco associado ao uso, há também risco de contaminação nos processos de fabricação, já que os vapores emitidos pelo PVC contém substâncias comprovadamente cancerígenas. Em incêndios, a queima do PVC pode produzir vapores tóxicos e ainda acelerar a degradação das estruturas em aço. O uso do material já foi proibido em obras públicas na Alemanha, e nos Estados Unidos, não pode ser utilizado nas rotas de fuga de incêndio nos edifícios (SCHMID, 2005).

b) Pisos

Os pisos vinílicos vêm ganhando popularidade e são hoje o material mais comum nos EUA depois dos carpetes (WESCHLER, 2009). Estes pisos possuem cerca de 30 a 40% de plastificantes a fim de manter a flexibilidade e a resistência. O plastificante mais utilizado nos revestimentos em PVC é o 2-etilhexil-ftalato (DEHP), estando presentes também outros ésteres de ftalato. Ftalatos são compostos químicos líquidos, incolores e inodoros, usados como plastificantes em diversos

tipos de plásticos, principalmente o PVC. Podem interferir no funcionamento endócrino normal, especialmente no sistema reprodutor masculino. Possuem baixa toxicidade aguda, mas existem indícios de toxicidade crônica, incluindo a carcinogenicidade, sendo as principais rotas de exposição humana a inalação, ingestão e o contato dérmico (LOUREIRO, 2002).

c) Tapetes e carpetes

Com relação à toxicidade, além dos produtos aplicados nas fibras (como surfactantes fluorados para evitar manchas), os sistemas de fixação ou de apoio (adesivo, espuma entre o piso e o tapete) são muitas vezes tratados com retardadores de chama. Atualmente há um número maior de normas e restrições para confecção e tratamento de carpetes, principalmente na Europa, pois na década de 80 estes foram identificados como as maiores fontes de poluentes internos (HODGSON, WOOLEY E DAISEY, 1993¹¹, apud WESCHLER, 2009). Porém, ainda assim sabe-se que os carpetes continuam a configurar ameaças nos ambientes internos, por serem facilitadores de acúmulo de poeira, ácaros, fungos e bactérias (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999) e também pela emissão de ozônio (UHDE e SALTHAMMER, 2007). A cola utilizada na instalação de carpetes e outros tipos de pisos também deve ser analisada com cautela: a grande maioria contém compostos tóxicos como o tolueno, substância capaz de afetar o sistema nervoso e facilmente absorvida pelos pulmões, podendo provocar irritações, cefaleia e outros sintomas após inalação ou contato (FORSTER, TANNHAUSENR e TANNHAUSER, 1994).

d) Rochas naturais

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

¹¹ HODGSON, A. T.; WOOLEY, J. D.; DAISEY, J. M. Emissions of volatile organic compounds from new carpets measured in a large-scale environmental chamber. **Journal of the Air & Waste Management Association** 43, 316–324, 1993.

próprias (BRICKUS e AQUINO NETO, 1999). Entre seus principais efeitos à saúde humana está a carcinogenicidade, podendo na forma de gás afetar principalmente os tecidos dos pulmões e do trato respiratório (NIOSH, 2005).

e) Tintas

Para uso interno, as tintas à base de solvente vêm ganhando a concorrência daquelas à base de água, que emitem menor quantidade de compostos orgânicos voláteis. As taxas de emissão e os compostos emitidos estão relacionados ao tipo de resina e de solvente usado na tinta (mais detalhes serão abordados na sessão 4.2.2.1 – Vernizes e tintas). As tintas mais comuns atualmente utilizam vinil e/ou acrílico. As versões látex possuem como agente coalescente o Texanol®, um isômero semivolátil que continua a ser emitido pelas superfícies pintadas até meses após a aplicação. Apesar da eliminação dos metais pesados (chumbo e mercúrio) das tintas para ambientes internos, o formaldeído ainda é usado como conservante em algumas variedades. Neste item vale lembrar o crescente apelo existente em relação às chamadas tintas “verdes”, naturais ou sustentáveis, que contém compostos insaturados, os quais podem reagir com o ozônio.

f) Mobiliário

Assim como em outros usos, a madeira maciça vem sendo substituída por materiais de madeira composta laminada, que apresentam emissões significativas em ambientes internos, as quais também serão abordadas nesta pesquisa. Com relação a outros materiais, espumas sintéticas usadas como enchimento em colchões e sofás, entre outros, têm sido tratadas com retardadores de chama, como por exemplo, a espuma de poliuretano, em que retardadores de chama bromados atingem de 10 a 30% de sua composição.

Dentro do item tintas e vernizes, os produtos relacionados ao uso da madeira no ambiente construído serão discutidos no item 4.2.2.1, e a madeira composta, no item 2.2.5. A fim de destacar a importância do assunto, alguns dos compostos associados às emissões dos exemplos acima citados foram relacionados no Quadro 1 a seguir, que destaca os prováveis efeitos provocados à saúde humana pela exposição a tais compostos. É válido considerar que tais efeitos variam de acordo com as taxas de emissão e concentração, taxas de troca de ar interno/externo, tempo de exposição (permanência nos ambientes), entre outros

fatores. Contudo, mesmo com baixas emissões e curtos períodos de exposição, irritações e sintomas agudos são manifestados caso não ocorra renovação do ar.

COMPOSTOS	DESCRIÇÃO QUÍMICA	EFEITOS À SAÚDE HUMANA	FONTE
Radônio	Elemento radioativo gasoso	- Câncer de pulmão - Mielóide - Leucemia linfoblástica	EPA, 2010
Asbestos	Silicatos hidratados impuros	- Câncer de pulmão - Mesotelioma - Asbestose (fibrose nos pulmões)	JONES, 1999
Formaldeído	Aldeído; gás incolor com odor pungente	- Carcinogênico - Efeitos agudos: espirros, irritações nos olhos coriza, tosse e pequenas - Efeitos crônicos: irritação das vias aéreas, edema pulmonar, pneumonia	JONES, 1999
Compostos Orgânicos Voláteis e Semivoláteis (COVs e SCOVs)	BTX (benzeno, tolueno, xileno) Compostos aromáticos Aldeídos, terpenos, éteres, ésteres, ftalatos	- SED (Síndrome dos Edifícios Doentes) - Alguns são carcinogênicos	JONES, 1999

QUADRO 1 - COMPOSTOS QUÍMICOS E EFEITOS À SAÚDE HUMANA

2.1.3 Síndrome dos Edifícios Doentes (SED)

Os aspectos que influenciam negativamente a qualidade do ar interior vêm provocando nos ocupantes sintomas que se relacionam à Síndrome dos Edifícios Doentes (SED). Estes sintomas incluem irritação de mucosas e membranas (olhos, garganta), efeitos neurotóxicos (dores de cabeça, fadiga, falta de concentração), sintomas respiratórios (falta de ar, tosse, chiado), sintomas dermatológicos (lesões cutâneas, prurido, secura) e ainda alterações sensoriais como percepção anormal ou aprimorada de odores e distúrbios visuais (REDLICH, SPARER e CULLEN, 1997).

A SED é caracterizada quando um indivíduo apresenta um ou mais sintomas ao estar no edifício em estudo, sem nenhuma razão aparente, e o sintoma

desaparece ao passar-se um determinado tempo fora do ambiente. Gioda e Aquino Neto (2003b) afirmam que, no Brasil, há pouca incidência de estudos e registros que relacionem a QAI à SED. Os autores acreditam que isto ocorre em razão do país ter condições climáticas que, em geral, dispensam a necessidade de uso de sistemas de condicionamento de ar e calefação. Porém, asseguram ainda a necessidade de desenvolver estudos na área dada a tendência de construção de edifícios selados devido a fatores estéticos e ao conforto térmico e acústico, que poderá resultar em um aumento no número de casos de SED no país.

Para exemplificar a gravidade da síndrome, pode-se citar a morte do Ministro das Comunicações, Sérgio Motta, em 1998. Portador de uma doença crônica, o ex-ministro não resistiu a uma grave infecção pulmonar provocada pela bactéria *Legionella*, frequentemente presente em sistemas de resfriamento, nos quais pode provocar contaminação através do ar condicionado ou nas proximidades das torres de arrefecimento. Este episódio destaca os sistemas de resfriamento e calefação como fortes contribuintes com a baixa qualidade do ar interno e com o aumento dos casos de SED, evidenciando a necessidade de manutenção frequente e controle dos poluentes internos.

2.1.4 A qualidade do ar nos interiores no Brasil

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

Sabe-se que os trabalhos pioneiros no Brasil relativos à poluição química no ar de interiores datam de 1992. Estes trabalhos foram viabilizados por uma parceria entre o Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (LADETEC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o Laboratório de Aerossóis e Gases Atmosféricos (LAGA) do Instituto de Química da Universidade de São Paulo ainda ativo na época. Em 1995, mesmo com poucos profissionais atuantes na área, foi criada a Sociedade Brasileira do Meio Ambiente e Controle da Qualidade do Ar nos

Interiores – BRASINDOOR, que desde então vem divulgando trabalhos realizados na área no Brasil. Posteriormente, em 1997, foi criado um programa de qualidade do ar de interiores pelo laboratório de toxicologia no CESTE/ENSP-FIOCRUZ/RJ (Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca – Fundação Oswaldo Cruz). Na sequência, foram realizados estudos quantitativos em busca de contaminantes mensuráveis em ambientes de diversas naturezas (GIODA e AQUINO NETO, 2003b). Tais estudos tornaram possível conhecer melhor quais os contaminantes que integram a realidade brasileira, suas concentrações médias e estimar as prováveis fontes poluentes. Porém, descobriram-se dados alarmantes, que mostram concentrações de poluentes internas superiores a concentrações externas, comprovando a presença de fontes internas de poluição. Estes dados devem instigar pesquisadores a desenvolver outros trabalhos, e mais ainda, a fortalecer a questão visando regulamentar fatores de influência na poluição interna favorecendo de tal forma a saúde do brasileiro. Consultas a anais de eventos que abordam a tecnologia no ambiente construído promovidos pela ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído) mostram que o assunto pouco aparece, sendo apenas mencionado sem aprofundamento em pesquisas atuais, o que prova e destaca a necessidade de desenvolvimento do tema na realidade brasileira. Outros trabalhos mais recentes que abordam a temática inerente a esta pesquisa foram desenvolvidos, no entanto, relacionam-se à toxicidade dos materiais e produtos associados ao uso da madeira, e não essencialmente à qualidade do ar nos interiores como área de conhecimento.

2.1.4.1 Situação das normas nacionais relacionadas à QAI

A primeira medida do governo federal foi o estabelecimento da Portaria 3.523/1998 do Ministério da Saúde, que contém regulamentos técnicos referentes à limpeza dos sistemas de climatização e outras medidas específicas de padrões de qualidade do ar visando minimizar riscos à saúde (BRASIL, 1998). Em decorrência desta Portaria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou a Resolução 176/2000, que estabelece parâmetros mínimos para a melhoria da qualidade do ar interno (ANVISA, 2000). Posteriormente, este mesmo órgão

publicou a Resolução 09/2003, que traz uma revisão e atualização da resolução normativa anterior (ANVISA, 2003). Há ainda as regulamentações de saúde ocupacional estabelecidas na NR-15 – Atividades e operações insalubres (BRASIL, 1978), que gera algumas controvérsias por ter padrões permissíveis ou ausentes que permitem altas exposições a determinados contaminantes. Quanto à poluição do ar em geral pode-se mencionar ainda a Resolução n° 03/1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990), que trata de poluentes atmosféricos e não especificamente de ambientes internos. Tais normas representam apenas um ponto de partida para parâmetros que ainda devem ser definidos. A maior deficiência da normativa brasileira é que, mesmo as normas e regulamentações tendo sido elaboradas em comparação com normas internacionais, não se mantêm atualizadas como tais. Além disso, outra lacuna envolve a omissão de parâmetros mais completos para compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, principalmente para os aldeídos, classes que envolvem contaminantes que trazem graves riscos à saúde e devem ser estudados mais profundamente para que sejam compostos padrões e restrições adequados.

2.1.5 Saúde e sustentabilidade

“Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, apud EDWARDS, 2008). A ampla e abrangente definição de “desenvolvimento sustentável” criada por Gro Harlem Brundtland, ministra da Dinamarca, durante a Comissão para o Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1987, gerou uma série de outras definições mais específicas para o termo “sustentabilidade”, advindas de diversos setores sociais e econômicos.

No ramo da arquitetura e da construção civil, o arquiteto Norman Foster define o projeto sustentável como a “criação de edificações eficientes do ponto de vista energético, **saudáveis**, confortáveis, de uso flexível e projetadas para terem uma longa vida útil” (EDWARDS, 2008). Similarmente, a *Building Services Research and Information Association* (BSRIA) definiu construção sustentável como a “**criação e gestão de edifícios saudáveis**, baseados em princípios ecológicos e no uso

eficiente dos recursos” (EDWARDS, 2008). Nota-se que a sustentabilidade, no que tange às edificações e à arquitetura, envolve diversos fatores que vão além do uso de materiais certificados, busca de eficiência energética e manejo adequado de recursos naturais. Estas e muitas outras definições do segmento incluem os termos “saudáveis” e “confortáveis” ao definir edifícios sustentáveis. A Agenda 21, documento que tem como pressuposto planejar sociedades sustentáveis em diversos aspectos e ainda mostrar como é possível inserir a sustentabilidade em ações diárias que ultrapassam as questões ambientais, abrange a proteção e promoção das condições da saúde humana e a redução dos riscos para a saúde decorrentes da poluição e dos perigos ambientais paralelamente a outras sugestões de ações prioritárias para atividades mais sustentáveis na indústria da construção civil (CNUMAD, 1992). Desta forma, o plano de ações para o século XXI reconhece a saúde ambiental como prioridade social para a promoção da saúde¹² (FREITAS; PORTO, 2006).

Em uma atitude preventivista, a sustentabilidade envolve a criação de edifícios saudáveis e perfeitamente adequados à ocupação. Com o propósito de reduzir alterações ambientais em micro e macro escala, são sugeridas algumas diretrizes: uso de materiais de construção naturais, uso de materiais para revestimento de piso, parede e teto que “respirem” e permitam a entrada e saída do ar, uso de pinturas e tratamentos de superfícies orgânicos, priorização da regulação natural da umidade no interior das residências, construção de edifícios com odores agradáveis e neutros, sem emissões de gases tóxicos, entre outros (LAZENBY, 2001). Neste contexto, os materiais naturais surgem como alternativas coerentes com as práticas de desenvolvimento sustentável, visando a redução do impacto ambiental na construção de edifícios e a composição de ambientes saudáveis. Com base em tal afirmação, a presente pesquisa visa avaliar mais a fundo o uso da madeira, analisando os produtos associados à sua utilização e sua influência na saúde humana e no meio ambiente.

¹² O conceito de promoção da saúde está ligado ao modelo preventivista e às intervenções que acontecem em momentos anteriores à doença ou ao conhecimento sobre causas e prevenção. Inclui medidas que compreendem o relacionamento do homem consigo mesmo e com o meio ambiente, objetivando melhoria na qualidade de vida dos seres humanos. Tem a ver com uma visão holística e natural do processo de viver (PEDROSA, 2004).

2.1.6 Síntese e discussão

As informações listadas nesta sessão têm como objetivo fornecer alguns conceitos e estabelecer o contexto em que está inserida a pesquisa. Fica clara a relação intrínseca entre a sustentabilidade e a concepção de ambientes salubres, bem como os cuidados necessários com a especificação de produtos para uso no ambiente construído. Apesar do número reduzido de pesquisas nacionais sobre a qualidade do ar nos interiores, é evidente a relevância do assunto e a necessidade de aprofundamento no tema. A fim de atender os objetivos e o recorte da pesquisa, a próxima sessão avaliará a madeira como material de construção, revestimento e acabamento, além de algumas implicações relativas à sua utilização.

2.2 O USO DA MADEIRA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Apesar das vantagens relacionadas ao uso da madeira, como a percepção favorável do material por parte do usuário e o forte apelo de sustentabilidade quando utilizado de maneira adequada, há algumas limitações e precauções em especial relacionados à sua utilização no ambiente construído. Nessa sessão serão abordadas algumas especificidades relacionadas ao uso da madeira no ambiente construído, além de uma breve abordagem sobre os painéis de madeira composta, destacando sua composição e utilização.

2.2.1 A madeira e o usuário – atributos e percepções do material

Peixe e Licheski (2010) estudaram a utilização da madeira nos espaços internos dos edifícios e as percepções e efeitos sensoriais dos usuários destes ambientes. Considerada pelos autores um material atemporal, imune a mudanças de tendências e um dos mais belos materiais para revestimento nos interiores, a madeira é citada como um material com uso abundante “em praticamente todos os períodos da civilização humana e igualmente encontrada tanto em residências luxuosas quanto em modestas construções vernaculares”. O estudo relata três

esferas de percepção da madeira pelos usuários de ambientes internos: prática, estética e simbólica.

Quanto à percepção prática, associada a critérios econômicos, cita-se o custo-benefício do material, sendo mencionado ainda que casas construídas por completo em madeira resultam em obras secas com canteiro de obras limpo e construção ágil. Acessível e de fácil manuseio, a madeira apresenta características técnicas e econômicas favoráveis, como boas condições naturais de isolamento térmico e absorção acústica, peso leve e boa resistência mecânica (BAUER, 2001¹³, *apud* PEIXE e LICHESKI, 2010). As diversas formas de encaixe e conexões entre peças de madeira ampliam as possibilidades de uso nos projetos de arquitetura, sendo mais uma característica que contribui com a percepção prática do material.

Conforme o relato dos autores, a percepção estética da madeira nos ambientes está diretamente relacionada aos processos sensoriais do usuário, o qual percebe um ambiente como esteticamente agradável quando manifesta uma sensação de bem-estar que permite uma identificação pessoal com o ambiente. Cita-se a madeira como um material familiar à grande maioria das pessoas, fator que pode estabelecer uma relação de dependência entre a percepção estética apresentada e as experiências passadas do usuário.

Experiências anteriores do usuário também influenciam na sua percepção simbólica. Através dos próprios elementos estéticos (textura, tratamento de superfície, cor, forma), o uso da madeira nos ambientes pode simbolizar desde valores simples relacionados à vida no campo (quando utilizados aspectos rústicos e a forma natural dos troncos) a valores de status elevado ou tradição (quando explorado o caráter nobre da madeira maciça em tons clássicos). SEIDEL (2008¹⁴, *apud* PEIXE e LICHESKI, 2010), comenta uma questão simbólica que relaciona as peças de madeira: peças esguias e leves podem passar a sensação de obra frágil e provisória, e peças maciças e de maiores dimensões e secções, de “robustez e durabilidade”. Ainda nesta questão, a madeira pode simbolizar uma aproximação do

¹³ BAUER, L. A. F. **Materiais de construção: novos materiais para a construção civil**. Vol.2. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001.

¹⁴ SEIDEL, F. **Architecture materials: maderas, legnos, madeiras**. Tradução: Bárbara Santos. Barcelona: LocTeam, 2008.

usuário com o ambiente natural, não comum à realidade urbana das grandes cidades.

Quanto ao uso da madeira como revestimento, Ching (2006) relata que a madeira é um dos pisos mais apreciados por seu “calor, aparência natural e atraente combinação entre conforto, elasticidade e durabilidade”, já que sob uso moderado, é mencionada como de fácil manutenção. Schmid (2005) afirma ainda que os pisos de madeira possuem efeito amortecedor, mesmo que sobre bases de concreto, tornando o caminhar aprazível. De forma similar, o autor destaca os revestimentos de painéis, que convidam ao toque e ao aconchego como outras superfícies de madeira por serem aparentes fontes de calor. As texturas e o apelo tátil do material também são elementos de atração.

Entre tantos aspectos perceptivos, nota-se claramente o potencial de uso que a madeira possui no ambiente construído. Variações de espécies, cores, texturas, acabamentos e formas tornam a madeira um material de múltiplas associações, cabendo ao arquiteto refletir em seus projetos percepções e valores pessoais do cliente.

2.2.2 Uso sustentável da madeira

Uma característica fundamental que enquadra a madeira como um material natural mais sustentável é o seu caráter renovável. Porém é importante ressaltar que a condição inicial para que a madeira seja considerada um material de fato renovável é que o nível de renovação das espécies seja superior ao índice de consumo pela indústria (TORGAL e JALALI, 2010). Natural e biodegradável, o material bruto destaca-se também pela relação entre este caráter renovável e o potencial de reciclagem e de reaproveitamento de resíduos. Com relação às sobras de materiais de construção, as quais geram entulho e poluição nas construções em concreto e alvenaria comum, os resíduos de madeira são considerados resíduos orgânicos, podendo ser beneficiados e consumidos. Recicláveis, sobras e resíduos de madeira podem ser reutilizados para elaboração de produtos derivados da madeira (painéis e madeira composta) ou ainda utilizados como combustível (ESTUQUI FILHO, 2006).

A energia embutida e as emissões de dióxido de carbono são fatores relevantes na avaliação da sustentabilidade ambiental na construção civil. A energia embutida é aquela utilizada na extração, transporte, processamento e montagem de materiais e o CO₂ é emitido pela queima de combustíveis fósseis, práticas de uso da terra e pelas reações dos processos industriais. Ainda, é devolvido à atmosfera quando da decomposição de materiais contendo carbono – se não ocorrer um processo ainda mais grave que é o da emissão de metano. O estudo elaborado por Gustavsson e Sathre (2006) concluiu, em concordância com outros autores, que edifícios estruturados em madeira apresentam energia embutida e emissões de CO₂ em quantidades bastante inferiores em relação àqueles estruturados em concreto. Ressaltam ainda que o uso da madeira na construção em substituição ao concreto, aliado à maior integração dos subprodutos da madeira em sistemas de abastecimento de energia, pode ser um meio eficaz de reduzir o uso de combustíveis fósseis e a emissão líquida de CO₂ para a atmosfera.

Há ainda outros aspectos relevantes que envolvem o uso sustentável da madeira, como por exemplo, a procedência do material. A madeira utilizada na construção civil é oriunda de florestas nativas ou de florestas plantadas, devendo estar sempre associada a um processo de manejo que respeite os mecanismos de sustentação do ecossistema, possibilitando assim a utilização e exploração de produtos e subprodutos florestais e madeireiros. A certificação florestal mostra-se um importante instrumento para orientar o consumidor na escolha de produtos ambientalmente corretos e com valor agregado devido às suas características de origem. Trata-se de um selo de garantia de origem, o qual comprova a existência de um processo de manejo adequado aos aspectos ambientais e legislativos (ABRAF, 2011), e não apenas a exploração que gera a degradação de florestas nativas. O sistema de certificação de maior relevância a nível global é o *Forest Stewardship Council* (FSC). No Brasil há ainda o Programa Brasileiro de Certificação Florestal (CERFLOR), ligado ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Outros exemplos são o sistema australiano *Australia Forest Certification Scheme* (AFSC), o canadense e o americano *Canadian Standards Association – Sustainable Forest Management System* (CSA – SFM), o conselho chileno *Certificación Forestal en Chile* (CERTFLOR) e o malaio *Malaysian Thai Chamber of Commerce* (MTCC).

Material essencial nas construções do passado, a madeira perdeu espaço após as primeiras correntes da arquitetura modernista tomarem seu lugar juntamente com as grandes estruturas de concreto armado. No entanto, tais atributos de sustentabilidade do material vêm justificar o recente resgate do uso da madeira, que tem se fortalecido tanto na construção civil (seja em edifícios, seus componentes ou técnicas construtivas diferenciadas) quanto nos interiores (como revestimento ou matéria-prima para confecção de móveis e afins).

2.2.3 Durabilidade

Paralelamente à existência prerrogativa de sistemas de certificação que auxiliam na proteção de florestas nativas, há ainda a necessidade de preservação do material para que tenha maior durabilidade. A durabilidade tem uma relação intrínseca com a sustentabilidade, pois quanto mais durável é o material, maior a sua vida útil e menor o seu impacto ambiental (TORRALBA e JALALI, 2010). No caso da madeira, sabe-se que sua deterioração progressiva, em especial quando utilizada em ambiente externo. Quando exposta à intempérie, a madeira sofre influência da variação de temperatura, precipitações, organismos xilófagos, fungos e outros, acelerando a sua deterioração.

A durabilidade natural da madeira refere-se à durabilidade natural do cerne (parte central e mais escura do tronco), já que o alburno de todas as espécies é considerado não durável e perecível, pois é a parte do tronco que contém os veios para transporte de água e seiva. É definida como a “durabilidade intrínseca da espécie botânica da madeira, ou seja, da sua resistência ao ataque de organismos xilófagos – insetos, fungos e perfuradores marinhos” (BRAZOLIN *et. al.*, 2004), e também a outros fatores que aceleram o processo de deterioração. As madeiras com cerne altamente durável são aquelas consideradas “nobres”, as quais não têm uso frequente atualmente, já que não estão disponíveis como no passado devido à extração indevida. São espécies que levam

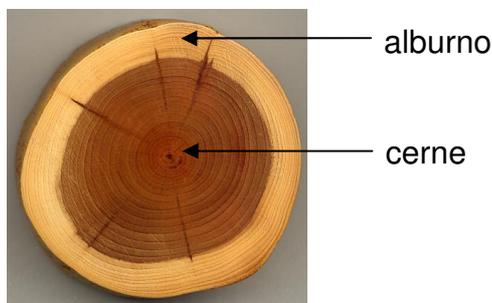


FIGURA 1 - SECÇÃO TRANSVERSAL DO TRONCO

FONTE: Imagem de domínio público

anos para se desenvolver e atingir o ponto para corte. Por isso, a utilização de madeiras de florestas plantadas, de baixa a média durabilidade, tem se tornado mais comum. O uso e o manejo sustentável das florestas plantadas possibilitam atender à demanda da indústria, reduzindo a pressão sobre reservas naturais.

Segundo a ABRAF (2011), as espécies mais cultivadas na silvicultura nacional são o *Eucalyptus* e o *Pinus*, que representam respectivamente 68,2% e 25,2% da área total de plantios florestais no Brasil. Outras espécies (Acácia, Teca, Araucária, Seringueira, entre outras) representam 6,6% desse total. O *Eucalyptus*, apesar da maioria das subespécies serem de fácil processamento, possui em geral madeira de pouca resistência e limitada duração, variando tais fatores de acordo com o uso, exposição e subespécie. É indicado para usos diversos na construção civil, da construção leve interna à pesada externa, mobiliários e produtos secundários como laminados e compensados, embalagens e paletes. O *Pinus*, também possui fácil processamento, com usos indicados similares aos do *Eucalyptus*, apresentando baixa resistência ao ataque de fungos e insetos (REMADE, 2011b). A baixa durabilidade natural e a suscetibilidade ao ataque de fungos e insetos destas espécies, as quais estão disponíveis em maior quantidade no mercado brasileiro, reforçam a necessidade do uso de produtos para preservação e tratamento da madeira. No item seguinte serão discutidos estes e outros aspectos relevantes que contribuem com a demanda por preservativos para melhoria da qualidade e durabilidade da madeira na construção civil.

É importante reforçar que tais características relativas à durabilidade da madeira, bem como a necessidade de uso de preservativos a ser discutida a seguir, são dados relevantes para a utilização da madeira tanto em meio externo ou em estruturas de madeira quanto para usos internos (móveis e revestimentos). Mesmo nos interiores a madeira fica suscetível, em diferentes níveis, a agentes que podem vir a causar danos como a umidade, luz UV, temperatura, risco, impacto, abrasão, aderência, produtos de limpeza e líquidos em geral (ABNT, 2000), podendo sofrer também nos interiores infestações de insetos e fungos.

2.2.4 Necessidade de uso dos preservativos

A madeira é um material de origem biológica, composto por moléculas de celulose e lignina. A anisotropia e a higroscopia são propriedades básicas do material. A anisotropia refere-se ao seu comportamento desigual, cujas propriedades mecânicas variam de acordo com a direção das fibras. Além disso, a madeira apresenta ainda variações dimensionais de acordo com a variação no teor de umidade. Esta última variação relaciona-se com a higroscopia – a capacidade da madeira absorver e perder umidade de acordo com fatores climáticos, tais como umidade e temperatura. A condição padrão de umidade da madeira é de 12%, sendo a umidade a relação entre a água contida na madeira e a massa da madeira seca (ANBT, 1997). Com a umidade a 30%, atinge-se o ponto de saturação das fibras – PSF (FREITAS, 1989¹⁵, *apud* ESTUQUI FILHO, 2006).

A preservação é um conjunto de medidas preventivas e curativas para controle de agentes biológicos, físicos e químicos que afetam as propriedades da madeira, sendo tais medidas adotadas no desenvolvimento e na manutenção de componentes do ambiente construído elaborados com o material (BRAZOLIN *et al.*, 2004). O incentivo ao uso da madeira como material de construção civil trouxe também as práticas erradas de manuseio e uma redução significativa na sua qualidade. Por tais razões, a demanda por tratamentos preservativos aumentou drasticamente, tanto para os produtos para pré-tratamento (tratamento feito antes da utilização em construções) quanto para o combate de processos degenerativos já iniciados ou pragas já instaladas no material.

Os produtos para preservação e tratamento da madeira são utilizados para ampliar a durabilidade e para melhoria de características visuais do material, ampliando sua resistência e qualidade. Mostram-se geralmente necessários para contrapor-se a determinados fatores que favorecem a degradação da madeira, sendo alguns destes comentados a seguir.

¹⁵ FREITAS, A. R. Madeira: material nobre pouco utilizado no Brasil (Conferência). **Madeira na arquitetura, construção civil e mobiliário** (livro). Editora Projeto, p. 5-25, 1989.

2.2.4.1 Fatores não biológicos

Entre os fatores não biológicos que contribuem com a degradação da madeira, pode-se citar a combustão, o intemperismo e os hábitos pessoais. Quanto à combustão, a madeira é um material que deve ser utilizado seco tornando-se assim combustível, no entanto, no Brasil, pouco se fala na proteção ou retardamento de chamas, mais visado em outros países. O intemperismo afeta principalmente as superfícies da madeira utilizada em meio externo. Os raios solares provocam ressecamento que causa a retração e o descoloramento da superfície, podendo favorecer o surgimento de trincas. A água da chuva penetra nas trincas é absorvida, provocando o excesso de umidade (GONZAGA, 2006).

O excesso de umidade também ocorre no interior dos edifícios construídos em madeira, e pode ser causado por outros motivos além dos fatores climáticos. Condensação, escoamentos e derramamentos que possibilitam o contato do material com a água têm se tornado causas da deterioração e decadência dos edifícios. Outro fator que contribui com o aumento de umidade do interior dos edifícios é o estilo de vida dos ocupantes. Nos países mais frios, a busca por eficiência energética e conforto favoreceu o aumento do uso de materiais isolantes e do aquecimento, bem como mudanças diversas no microclima, gerando elevados níveis de vapor d'água no interior dos edifícios. Os efeitos de altos níveis de umidade em materiais de construção civil podem ser devastadores, pois podem provocar o apodrecimento e surgimento de fungos (WATT; COLSTON; SPALDING, 2000).

Os hábitos pessoais estão associados ao aumento da umidade devido à ausência de ventilação, mas também têm relação direta com ataques químicos e mecânicos provocados nas superfícies de madeira. Tais ataques relacionam-se às condições de uso do material, incluindo choques, contato com produtos de limpeza, exposição à umidade excessiva e outras impurezas. Os hábitos dos ocupantes, temperatura interna e ventilação, por exemplo, são vistos como pontos importantes a serem considerados no controle da degradação da madeira (WATT; COLSTON; SPALDING, 2000).



FIGURA 2 - DANOS PROVOCADOS POR FATORES NÃO BIOLÓGICOS: UMIDADE, ATAQUES QUÍMICOS E MECÂNICOS

2.2.4.2 Fatores biológicos

Correspondem aos parasitas vegetais (fungos) ou animais (insetos) que infestam a madeira e causam prejuízos variados, de furos à destruição total do lenho (NENNEWITZ *et al.*, 2008).

Os fungos provocam o apodrecimento da madeira. Neste sentido, a umidade é especialmente prejudicial, pois torna o material suscetível ao ataque destes parasitas e cria condições de deterioração química e biológica e os acabamentos de superfície são destruídos. Fungos requerem condições especiais para se desenvolver: umidade da madeira acima de 20%, oxigênio – não sobrevivem submersos e precisam de aeração, pouca luz solar, temperatura entre 0°C e 60°C, sendo a temperatura ideal entre 25°C e 30°C. Podem ser bolores primários (que se alimentam de açúcares e resíduos de madeira), fungos manchadores (não afetam a estrutura, porém diminuem o valor da madeira por manchar a superfície) ou de podridão. Os fungos que produzem podridão são classificados como de podridão mole, parda ou branca. Todos provocam amolecimento, apodrecimento, colapso das características mecânicas, perda de peso e rachaduras, porém em diferentes velocidades e intensidades (GONZAGA, 2006). Um importante fator relacionado à salubridade dos ambientes internos é que, com o crescimento dos fungos, ocorre o aparecimento de esporos em grande número, os quais têm efeito direto na saúde dos ocupantes do edifício. Fisk, Eliseeva e Mendell (2010) confirmam em seu estudo que a umidade e o mofo no interior das residências estão associados com aumentos significativos em infecções respiratórias e bronquite nos usuários. Os autores

afirmam que, caso sejam determinados como causas principais das doenças, o controle efetivo da umidade e do mofo pode prevenir substancialmente as infecções respiratórias.

As infestações de insetos xilófagos iniciam-se com ovos colocados próximos à superfície de madeira. As larvas formam pequenos casulos dos quais emergem os insetos adultos, notados pela presença nos ambientes ou pelo pó característico das fezes dos insetos xilófagos (WATT; COLSTON; SPALDING, 2000). Gonzaga (2006) classifica os insetos xilófagos basicamente como brocas e cupins. As brocas são besouros, da ordem dos coleópteros, que engloba milhares de espécies. Algumas espécies atacam as árvores vivas, podendo nas mais jovens atacar o cerne. Outras, menores, atacam a madeira serrada em busca de açúcares e amidos. Atingem preferencialmente o alburno e não apreciam a madeira seca, sendo o resíduo notado nos ambientes um pó fino e claro. Os cupins são insetos da ordem *isoptera* (sem asas – com exceção dos reprodutores, que perdem as asas após o acasalamento). Podem ser térmitas ou cupins da madeira seca. Os térmitas são cupins do solo, onde formam colônias, e se alimentam de celulose. Preferem atacar árvores recém caídas e plantas às madeiras de construção, podendo ainda assim atacar madeiras depositadas em pavimentos térreos ou subsolos. Os cupins da madeira seca são em sua maioria da espécie *Cryptotermes brevis*, que vivem no interior da madeira e a devoram em galerias, de onde saem apenas para se reproduzir. Menores, menos numerosos e menos devastadores, são notados pela presença de pequenos furos, abertos das galerias para aeração e despejo dos próprios excrementos, que são granulados escuros.



FIGURA 3 - DANOS PROVOCADOS POR FATORES BIOLÓGICOS: CUPINS E FUNGOS

FONTE: Imagens de domínio público

2.2.5 Painéis de madeira composta

Os painéis de madeira composta dividem-se em dois grupos principais: os painéis de madeira reconstituída e os painéis de madeira processada mecanicamente. Os painéis de madeira reconstituída são subprodutos da madeira, fabricados com madeira em lâminas, sarrafos, partículas, fibras ou em diferentes estágios de desagregação, aglutinadas por meio de cola ou resinas. Surgiram como alternativa à escassez e ao encarecimento da madeira maciça, e vêm sendo cada vez mais utilizados atualmente. Em todo o mundo, são empregados como matéria-prima para a fabricação dos painéis resíduos industriais de madeira, madeiras de qualidade inferior, não-industrializáveis, provenientes de florestas plantadas, bem como a madeira sem serventia reciclada ou processada. Na produção nacional, a principal matéria-prima são as madeiras de florestas plantadas, principalmente eucalipto e pinus (BNDES, 2008). Os painéis de madeira processada mecanicamente são produzidos com partes maiores de madeira, como lâminas ou pequenas peças, utilizando cola e não resina aglutinante na sua produção.



FIGURA 4 - PAINÉIS DE MADEIRA COMPOSTA

As definições e características dos principais painéis comercializados no mercado brasileiro estão relacionadas abaixo, com base no documento “Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas” (BNDES, 2008). Os painéis listados são de madeira reconstituída, com exceção dos compensados e painéis colados (EGP), que representam os painéis processados mecanicamente.

a) Aglomerado / MDP (*Medium Density Particleboard*)

Os painéis de partículas de média densidade são chapas fabricadas com partículas de madeira, dispostas em três camadas, sendo as partículas maiores posicionadas no centro e as mais finas nas superfícies externas. As partículas são aglutinadas e compactadas entre si com resina sintética, por meio de calor e

pressão (ABIPA, 2011). A nova nomenclatura para o aglomerado – MDP – surgiu devido aos novos processos de fabricação iniciados a partir de 1990. De prensagem cíclica, passou-se a utilizar a prensagem contínua, o que conferiu mais resistência ao produto e levou os fabricantes a criar a nova nomenclatura para dissociar o novo produto do aglomerado. O MDP é mais utilizado na fabricação de móveis retilíneos, já que não permite usinagem, e também na construção civil.

b) MDF (*Medium Density Fiberboard*)

Os painéis de fibras de média densidade são os mais conhecidos no mercado em geral, diferindo do MDP pela sua composição: como a própria nomenclatura explica, é confeccionado por fibras de madeira, igualmente aglutinadas com colas ou resinas e compactadas com calor e pressão. A principal característica das chapas de MDF é que são usináveis e por isso permitem os mais variados usos na indústria moveleira, podendo ser facilmente torneadas e entalhadas (ABIPA, 2011). Além do amplo uso na fabricação de mobiliário, o MDF também é muito utilizado na construção civil como piso, rodapé, divisórias e outros. O HDF (*High Density Fiberboard*) é uma variação do MDF com maior densidade, menor espessura e fibras longas, possuindo as mesmas aplicações. Ambos possuem preços mais altos e maior versatilidade que o MDP e as chapas de fibras.

c) Chapa de fibra dura (*Hardboard*)

Chapa de espessura fina, resultante de um processo de prensagem a quente, sem adição de resinas, que reativa os aglutinantes da própria madeira (lignina). Apesar de não utilizar colas e resinas, o processo de fabricação das chapas duras é mais antigo e poluente, chamado de “via úmida”, pois utiliza água. Estes painéis também são utilizados na indústria moveleira, no entanto, para fins menos nobres: fundos de armários e gavetas.

d) OSB (*Oriented Strand Board*)

Os painéis de tiras orientadas são formados por diversas camadas de lascas ou tiras de madeira orientadas perpendicularmente e unidas com resinas sob ação e calor, como o MDP e o MDF. Também utilizado na fabricação de móveis, o OSB



FIGURA 5 - CHAPA DE OSB

é mais utilizado em painéis decorativos, embalagens e na construção civil em formas para concreto e tapumes.

e) Compensados

São painéis compostos por várias lâminas de madeira, coladas umas sobre as outras, em várias camadas, com resina fenólica ou uréia-formaldeído. Apresentam elevada resistência mecânica e três variedades: multilaminado (lâminas sobrepostas coladas transversalmente), sarrafeado ou *blockboard* (miolo intercalando sarrafos e lâminas coladas em sentido perpendicular às capas) e compensado de madeira maciça ou *three-ply* (três camadas cruzadas de sarrafos colados nas laterais). São adequados para uso em móveis e na construção civil, tanto na parte estrutural quanto na parte decorativa.

f) EGP (*Edge Glued Panel*)

Também chamados de painéis colados, são formados por um conjunto de peças de madeira coladas lateralmente, montando um painel. Utilizam emendas chamadas de *finger-joint*, as quais possuem uma extremidade com encaixe para auxiliar na junção das peças de menores dimensões. Em geral, não se utiliza revestimento, pois o próprio desenho da madeira encaixada já proporciona um efeito decorativo. Podem ser confeccionados com sobras e restos de madeira de outros usos, e o modelo mais conhecido atualmente são os painéis de madeira teca.



FIGURA 6 - PAINEL COLADO (TECA)

2.2.5.1 Painéis de madeira e emissões prejudiciais à QAI

Apesar de ter se tornado mais popular no Brasil por volta dos anos 1990, a madeira composta tornou-se conhecida após a II Guerra Mundial quando passou a substituir o uso de madeira maciça. Os primeiros produtos fabricados utilizavam resina adesiva fenólica ou com uréia-formaldeído, possuindo taxas de emissão de formaldeído relativamente altas ($>1000\mu\text{g m}^{-2} \text{ h}$). Com o surgimento de parâmetros

sugeridos ou impostos aos fabricantes, passou-se a utilizar resinas com emissões reduzidas de fenóis e formaldeído. Contudo, ainda não há instruções normativas específicas sobre as emissões de formaldeído no Brasil. Há poucas empresas que afirmam seguir as normas europeias de baixas emissões, contudo, não é uma prática obrigatória no país. Os materiais que se encontram no mercado atualmente (MDF, OSB e outros) emitem também aldeídos e terpenos (WESCHLER, 2009).

Baumann *et al.* (2000) afirma que os materiais de construção e de mobiliário, os quais frequentemente são feitos de MDF e MDP, contribuem potencialmente com as emissões de compostos orgânicos voláteis nos interiores. Em seu estudo, realizado com estes materiais em pequenas câmaras, mediu as emissões através de cromatografia gasosa e identificou, além de aldeídos e terpenos, pequenas cadeias lineares de alcoóis e cetonas. Além disso, observou que diferentes taxas de emissões foram obtidas em diferentes produtos, variando as emissões de acordo também com as espécies de madeira. Com relação às emissões de formaldeído, Hodgson, Beal e McIlvaine (2002) destacam que os painéis de partículas (aglomerados, MPD) são os que apresentam níveis mais elevados de emissões, no entanto as emissões de outros aldeídos não são mensuráveis. As superfícies de MDF também possuem taxas de emissões de formaldeído relativamente altas. O mesmo estudo afirma que a madeira compensada possui as taxas mais elevadas de emissão de hexanal e outros aldeídos, emitindo também pentanal e Compostos Orgânicos Voláteis (COVs).

Com relação aos OSBs, o estudo de Salthammer *et al.* (2003) analisou as chapas quanto à liberação de COVs em câmaras de ensaio. Os principais compostos monitorados foram terpenos e aldeídos alifáticos, demonstrando que, apesar das concentrações no interior das câmaras dependerem dos parâmetros de processamento, os OSBs são as principais fontes emissoras desses contaminantes no ar. A medição de poluentes no interior de casas recém fabricadas com o material comprovou tais afirmações. Makowski e Ohlmeyer (2005) verificaram em seu experimento que os principais COVs emitidos pelo OSB e pelas chapas de madeira composta em geral são os terpenos e os aldeídos. Os autores mostram que a forma de armazenamento das chapas influi na concentração de terpenos, que começou a mostrar redução 28 dias após o início nos testes de emissão. No entanto, os

aldeídos de origem autoxidativa começam a se formar depois da fabricação, atingindo posteriormente a concentração/emissão máxima. Observa-se que são muitos os fatores que influenciam nas emissões dos painéis, sendo necessárias diversas medições para análise das concentrações e decaimento destas emissões.

Embora as implicações na saúde provocadas pelos terpenos ainda sejam desconhecidas, é possível atingir alguns benefícios por reduzir as concentrações de tais compostos nos interiores. Como já destacado no Quadro 1, os COVs são alguns dos compostos químicos responsáveis pela síndrome dos edifícios doentes, sendo parte deles carcinogênicos. O quadro também destaca os efeitos já confirmados relacionados às emissões de formaldeído. Comprovado como sendo carcinogênico pela Organização Mundial da Saúde no ano de 2004, um alerta publicado nos Estados Unidos recentemente, em junho de 2011, veio reforçar esta questão. Além disso, outros efeitos relacionados a irritações agudas e crônicas são observados – ver item 2.4.2.6 Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) e efeitos à saúde humana.

Dado o potencial prejuízo à qualidade do ar e à saúde dos ocupantes em ambientes que contém tais poluentes, devem ser consideradas medidas preventivas para reduzir as concentrações desses compostos. Em primeira instância, painéis com uréia-formaldeído e formaldeído devem ser evitados, bem como alguns acabamentos que contribuem com emissões significativas, que serão explorados a seguir. Como em alguns casos não há substitutos, deve-se ter o cuidado de utilizar tais painéis completamente revestidos em todos os lados. Películas vinílicas e laminados podem ser alternativas eficazes, no entanto, materiais alternativos devem ser testados e avaliados quanto às emissões contaminantes antes da sua utilização (HODGSON; BEAL; MCILVAINE, 2002). Como tais avaliações e padrões limite de exposição não estão disponíveis na legislação



FIGURA 7 - DETALHE DE AMBIENTE DECORADO COM CHAPAS CRUAS DE OSB EM UMA MOSTRA DE DECORAÇÃO

brasileira, deve-se atentar às pesquisas internacionais quanto a parâmetros e novas sugestões de tecnologias e alternativas para melhoria da qualidade do ar nos interiores nesta questão. Além disso, fica evidente que a utilização de painéis de madeira composta sem revestimento ou acabamento e com sua superfície completamente em contato com o ar interior é prejudicial, devendo ser esta questão de interesse especial dos especificadores de produtos e materiais para interiores. Um mau exemplo nesta questão está representado na Figura 7: em uma mostra de decoração, um ambiente que utilizou chapas de OSB sem revestimento (alguns painéis receberam uma fina demão de verniz e outros, tinta preta) foi premiado como o projeto mais sustentável da mostra, evidenciando o desconhecimento com relação aos danos à saúde que podem ser provocados pelo mau uso de alguns materiais nos interiores.

2.2.6 Síntese e discussão

Nesta sessão, foram apresentados conceitos e informações relativas ao uso da madeira na construção civil. Nota-se a importância e a necessidade do uso de preservativos e produtos para tratamento das superfícies em madeira, tendo-se em mente que as madeiras com maior utilização atualmente são provenientes de florestas plantadas e são espécies com menor durabilidade e resistência. Vale ressaltar que há muitas informações técnicas sobre o material que não foram citadas, mas sim informações básicas e relevantes, cujo objetivo inclui destacar as vantagens do uso da madeira enquanto material natural, a necessidade de uso de produtos complementares para prolongar a sua vida útil e a importância de identificar e especificar produtos adequados para uso associado à madeira e também aos painéis de madeira composta. Tais painéis foram destacados como prejudiciais antes mesmo da aplicação de produtos para revestimento, acabamento ou tratamento das superfícies. Isto evidencia um cuidado especial na especificação, visando a obtenção de ambientes mais sustentáveis e confortáveis, mas também saudáveis e adequados à ocupação.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Durante as etapas iniciais do desenvolvimento desta pesquisa, foram buscadas informações acerca de produtos e materiais de construção, acabamentos e revestimentos diversos com influência na QAI. Havendo uma grande gama de itens, e ainda o enfoque de algumas pesquisas na questão da arquitetura mais sustentável, optou-se pela investigação daqueles produtos associados ao uso da madeira na arquitetura. Ao investigar os diversos preservativos químicos, produtos para acabamento e revestimento da madeira e ainda outros subprodutos do próprio material, foram verificadas informações relevantes que deveriam integrar o conhecimento dos especificadores em geral.

Com base em tais informações, e observando informalmente a arquitetura produzida atualmente, foi levantada a questão de que os profissionais da arquitetura, em grande parte, desconhecem muitos dados relativos à salubridade dos ambientes e à composição dos produtos e materiais que especificam na composição do ambiente construído. Logo, optou-se por verificar o conhecimento de tais profissionais por meio de um levantamento de opiniões (*survey*). Sabendo da provável desinformação de muitos sobre o assunto e buscando despertar um maior interesse nas questões relacionadas à QAI e à salubridade ambiental, foi desenvolvido um arquivo com uma compilação sintética dos dados e produtos analisados na pesquisa, ao qual tiveram acesso os profissionais que participaram da pesquisa de opinião.

3.2 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa tem caráter exploratório, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema tornando-o mais explícito, tendo como objetivo principal o aprimoramento de ideias, desenvolvendo, esclarecendo e modificando

conceitos, tendo em vista a formulação de hipóteses e novos problemas para estudos futuros (GIL,1996). Sendo assim, a estratégia a ser adotada corresponderá à elaboração de uma pesquisa bibliográfica com objetivo de buscar referenciais na literatura científica nacional e internacional para posterior análise comparativa com as práticas de especificação dos profissionais da arquitetura, as quais serão investigadas por meio de um levantamento – também de caráter exploratório.

Gil (1989) destaca que os estudos exploratórios são, entre outras estratégias de pesquisa, aqueles em que há menor rigidez no processo de planejamento. A partir de um tema genérico e pouco explorado, torna-se necessário maior esclarecimento e delimitação, podendo ser exigida uma extensa revisão de literatura, discussão com especialistas ou outros procedimentos. É comum nesta estratégia a utilização de levantamento bibliográfico e documental. Devido a pouca exploração do tema, torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis, sendo este tipo de hipóteses um provável produto final, juntamente com um problema mais esclarecido e passível de investigação por meio de estratégias fixas e sistemáticas. Quanto ao levantamento, o autor afirma que pode ser entendido como uma pesquisa social, que permite a obtenção de novos conhecimentos sobre opiniões e atitudes dos pesquisados. As informações de um grupo significativo são investigadas para posterior análise quantitativa, cruzando informações a fim de obter as conclusões e análises que atendam à questão de pesquisa.

Embora não se caracterize uma pesquisa-ação propriamente dita, também faz parte do escopo a contribuição social da pesquisa, visto que além da coleta de informações no levantamento, tem-se a intenção de influenciar a opinião dos profissionais após a coleta dos dados. Isso ocorrerá com a divulgação de uma compilação sintética dos dados obtidos durante o levantamento dos produtos associados ao uso da madeira no ambiente construído. Os dados ali levantados, os quais serão destacados no protocolo de coleta de dados, trarão informações variadas aos leitores e respondentes, contribuindo com especificações mais conscientes durante a concepção dos projetos de arquitetura.

Assume-se nesta pesquisa um projeto de pesquisa flexível, com características qualitativas. Robson (2002) afirma que neste tipo de projeto são tomadas algumas decisões iniciais sobre os métodos de coleta de dados e sobre as

estratégias de pesquisa, porém, não são decisões definitivas e/ou exclusivas. A partir do envolvimento com a pesquisa, surgiram novas necessidades, esclarecimento das questões de pesquisa ou ainda novos métodos de coleta de dados, evoluindo a estratégia paralelamente com o desenvolvimento dos trabalhos.

3.2.1 Unidade de análise

A unidade de análise, também chamada de escopo conceitual, corresponde ao objeto de estudo, estando diretamente relacionada com as questões de pesquisa e os objetivos estabelecidos. O escopo conceitual da presente pesquisa corresponde à influência dos produtos para preservação e tratamento de superfícies em madeira na qualidade do ar e na salubridade ambiental e às práticas de especificação dos arquitetos paranaenses no que diz respeito ao uso da madeira e de tais produtos.

3.2.2 Testes de validade

Dada a necessidade de um projeto de pesquisa garantir confiabilidade, Robert Yin (2005) e Colin Robson (2002) mencionam os itens seguintes como testes lógicos utilizados para determinar a qualidade e a validade de pesquisas empíricas.

3.2.2.1 Validade interna

Yin (2005) afirma que estudos exploratórios não possuem validade interna. Porém, para Robson (2002), a validade interna se torna explícita na relação causa-efeito entre o objeto de estudo e a estratégia de pesquisa.

O presente estudo procura obter a sua validade interna ao mostrar que a estratégia de pesquisa é apropriada ao tema e tornará possível chegar ao objetivo proposto. Além disso, ao elaborar conclusões e resultados, foi realizada a triangulação de dados, comparando dados levantados na revisão bibliográfica e no levantamento, a fim de chegar a conclusões corretas e confiáveis, aferindo confiabilidade à pesquisa. Quanto ao levantamento, a elaboração do teste piloto e das etapas revisionais de pré-testes do questionário contribui com a validade interna da pesquisa.

3.2.2.2 Validade externa

Segundo Robson (2002), a validade externa de um projeto de pesquisa corresponde ao seu potencial de generalização, envolvendo todos os particulares da pesquisa. No caso deste estudo, a generalização das conclusões obtidas tornou-se possível pelo alcance de representatividade da amostra. Neste caso, a generalização das práticas e métodos de especificação será possível para arquitetos paranaenses inseridos no contexto do perfil dos pesquisados. Não há necessária aplicabilidade das conclusões fora do universo pesquisado. Quanto às observações obtidas na literatura sobre os produtos para preservação da madeira, podem ser aferidas a outros produtos de uso e composição similares, independente de marca ou processo de fabricação.

3.2.2.3 Validade do constructo

De acordo com Gil (1989), a validação do constructo “procura verificar a extensão em que o teste mede um definido ‘constructo’, ou seja, o atributo humano que se supõe refletido na realização do teste”. A validade do constructo é buscada pela execução do protocolo de coleta de dados e pelo uso de fontes secundárias na revisão bibliográfica, garantindo que os estudos tomados como base têm valor científico e contribuem positivamente com o objetivo da pesquisa. Um bom protocolo de dados, que estabelece medidas operacionais corretas para os conceitos que estão em estudo, contribui com a validade do constructo (YIN, 2005). Contudo, recai sobre o presente trabalho a dúvida a respeito da veracidade das respostas recebidas, que é típica dos questionários aplicados por correspondência, sem a presença do pesquisador.

3.3 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

O protocolo de coleta de dados é o instrumento que orienta o pesquisador no desenvolvimento da pesquisa, bem como uma importante tática para elevar a confiabilidade do estudo (YIN, 2005). Relaciona-se diretamente com o objetivo do

trabalho e dá instruções ao pesquisador de como proceder para coletar os dados necessários, estando diretamente ligado à estratégia de pesquisa. A seguir estão relacionadas as etapas que conduzem esta pesquisa.

3.3.1 Pesquisa bibliográfica

A etapa referente à revisão da literatura foi desenvolvida à base de material já elaborado e, nesta pesquisa, inclui principalmente fontes secundárias (artigos científicos, dissertações e teses), buscando a análise de pesquisas já realizadas e favorecendo de tal forma a geração de conhecimento.

A pesquisa bibliográfica tem como objetivo verificar o estado da arte a respeito da qualidade do ar nos interiores e da utilização da madeira no ambiente construído. Em um primeiro momento, foram levantados conceitos e aspectos gerais relativos à qualidade do ar nos interiores, bem como a importância e a relevância do problema da baixa QAI, além de fatores diversos com influência negativa na questão. Em seguida, foram consideradas as vantagens no uso da madeira, como por exemplo, os atributos e percepções do usuário e a possibilidade de uso sustentável, bem como algumas desvantagens, associadas à inevitável degradação do material e à necessidade de uso de produtos complementares, como os preservativos e outros para tratamento de superfícies.

Dado o caráter exploratório deste estudo, visto que existem poucas pesquisas e trabalhos científicos na área (principalmente por parte de pesquisadores de ambiente construído), esta etapa, assim como a seguinte, tem grande importância para a pesquisa.

3.3.2 Levantamento – produtos associados ao uso da madeira no ambiente construído

Esta etapa corresponde à identificação da tipologia, aplicação e composição dos principais produtos associados à utilização da madeira, bem como a relação existente entre estes produtos e a salubridade dos interiores e a QAI. Foi dividida em três itens principais: preservativos químicos, produtos para tratamento e acabamento de superfícies e produtos e métodos alternativos com influência reduzida na QAI e

na saúde humana. Os dados buscados são de fontes diversas: primárias, secundárias e ainda informações obtidas diretamente junto aos fabricantes.

Este item serviu de auxílio na avaliação das práticas de especificação dos profissionais da arquitetura pesquisados na etapa seguinte. Foi sintetizado e divulgado entre aqueles que participaram da pesquisa de opinião a fim de ampliar seu conhecimento sobre os diversos produtos disponíveis e vantagens e desvantagens envolvidas na sua utilização.

3.3.3 Levantamento – opiniões e práticas profissionais

A segunda etapa da coleta de dados consistiu na elaboração de uma pesquisa de opinião, com o objetivo de obter informações diretas dos especificadores. Dessa forma, foram avaliadas as práticas de especificação dos profissionais da arquitetura no que diz respeito ao uso da madeira em ambientes internos, bem como o conhecimento de arquitetos e designers de interiores sobre a influência de determinados produtos na QAI.

O levantamento, cujo termo equivalente em inglês é “*survey*”, também pode ser chamado de estudo transversal ou abordagem *snap-shot*. Robson (2002) define os levantamentos mais como uma estratégia de pesquisa do que como um método propriamente dito. O autor afirma também que as principais preocupações em um levantamento não estão relacionadas às questões da estratégia global da pesquisa, mas sim com questões práticas ligadas ao projeto detalhado do instrumento a ser utilizado (em geral um questionário, composto em grande parte ou totalmente de perguntas de múltipla escolha), à determinação da amostra a ser pesquisada e ainda a se garantir taxas de resposta elevadas.

Robson (2002) destaca ainda que os levantamentos podem ser utilizados em conjunto com qualquer método de pesquisa, mas ressalta que no caso das pesquisas exploratórias deve-se ter atenção especial. Neste tipo de pesquisa, os levantamentos podem ser ineficientes, já que têm a tendência de possuir grande número de questões abertas, o que dificulta a análise. Os levantamentos funcionam melhor com questionários padronizados, onde se tem a certeza de que cada questão terá a mesma interpretação para os diversos entrevistados. Fica evidente

que um pré-requisito essencial dos levantamentos é saber *exatamente* que tipo de informação se quer coletar. Geralmente as informações obtidas se referem a comportamentos e características pessoais, buscando correlações entre a amostra pesquisada. Em um levantamento, as variáveis que se busca compreender são determinadas em um questionário piloto, onde são sugeridos mecanismos potenciais (entrevistas pré-estruturadas, grupos específicos ou outros métodos de coleta de dados) e estudos preliminares.

3.3.3.1 Método de coleta das respostas

Segundo Robson (2002), levantamentos podem ser realizados por meio de três tipos de coleta de respostas: pesquisas face a face, onde é necessária uma equipe para a realização do preenchimento dos questionários, entrevistas (por telefone ou pessoalmente) e através do auto-preenchimento do questionário por parte do respondente (sendo o questionário neste caso enviado por correspondência postal ou correio eletrônico).

Nesta pesquisa, a abordagem escolhida para o levantamento trata-se da coleta dos dados por meio de um formulário em ambiente virtual (*e-survey*). Os questionários foram enviados aos profissionais participantes via correio eletrônico e, após o preenchimento, as respostas passavam a integrar automaticamente o banco de dados da pesquisa através de uma ferramenta *online* denominada “*Google Docs*”. Este método apresenta algumas vantagens e desvantagens. É a melhor maneira de se atingir uma grande amostra, com custos reduzidos e em um período de tempo razoável e, além disso, a forma anônima como os questionários são preenchidos pode encorajar o entrevistado a responder as questões com franqueza, sendo sensível à pesquisa e aos resultados que se deseja obter. Por outro lado, o maior problema encontrado é a baixa taxa de respostas, já que muitos simplesmente ignoram a correspondência eletrônica por motivos diversos. Outra questão é que a sequência de resposta das questões pode não ser respeitada, o que pode vir a influenciar as respostas dadas. Além disso, não se sabe ao certo se a pessoa é o que ou quem diz ser nem se respondeu seriamente às questões, sendo o pesquisador inapto a detectar tais vieses ou outras ambiguidades ou equívocos do

respondente. Características pessoais ou formação também são itens complicadores.

Com relação a tais preocupações e situações adversas, há que se elaborar o questionário com muita atenção, buscando eliminar ao máximo os vieses da pesquisa. No caso da formação/grau de instrução, o levantamento a ser realizado nesta pesquisa conta com um nivelamento, já que os profissionais pesquisados são, em sua grande maioria, graduados ou com formação técnico-profissional, reduzindo este viés. Quanto às ambiguidades ou possíveis equívocos cometidos pelo respondente, a solução foi a elaboração de um questionário não muito extenso, conciso e de fácil compreensão, sem questões abertas e com alternativas de múltipla escolha sem muitas opções de resposta. No que diz respeito à baixa taxa de respostas, foi elaborada uma síntese dos dados obtidos durante a pesquisa, os quais foram compilados em forma de texto informativo e encaminhados a todos os profissionais que responderam o questionário. Busca-se desta forma incentivar o preenchimento dos questionários, aguçando a curiosidade dos profissionais pelo assunto pesquisado e fornecendo ainda diretrizes para melhoria da QAI que podem vir a servir de auxílio no processo de especificação, aumentando seu conhecimento sobre o assunto.

3.3.3.2 Etapas do processo de coleta de dados

Neste item, serão relacionadas as etapas que compõe o processo de coleta e análise de dados do levantamento. A Figura 8 ilustra este processo.

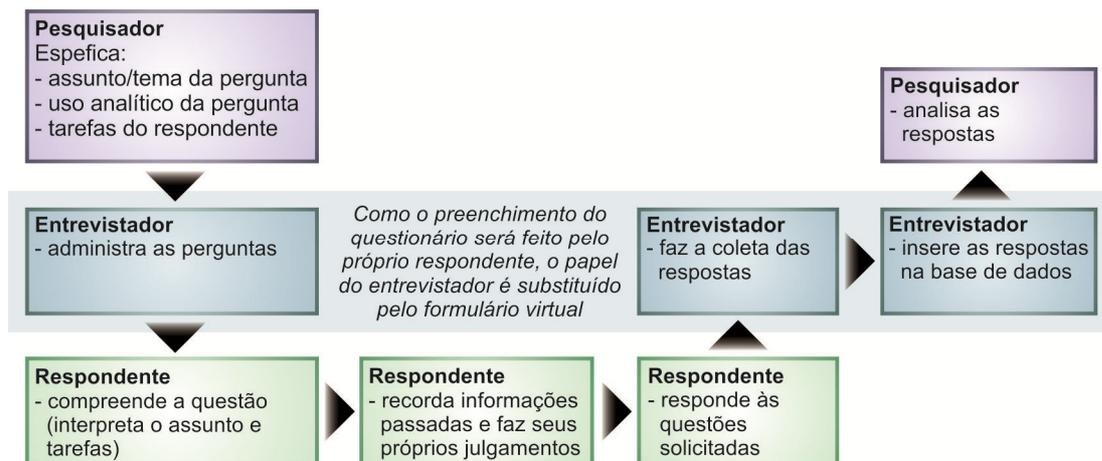


FIGURA 8 - ESQUEMA DO PROCESSO DE COLETA DE DADOS

FONTE: ROBSON (2002), adaptado pela autora.

Robson (2002) organiza a coleta de dados por meio de um levantamento com questionários em um processo com oito etapas, as quais estão relacionadas a seguir:

1. Desenvolvimento da questão de pesquisa, estudo do projeto de pesquisa (incluindo a seleção da amostra para pré-testes e para o estudo final), elaboração da versão preliminar do questionário;
2. Teste informal da versão preliminar do questionário;
3. Revisão da versão prévia do questionário;
4. Pré-teste da versão revisada por meio de entrevistas ou preenchimento dos questionários por um grupo pré-selecionado;
5. Nova revisão do questionário (para elaboração da versão final);
6. Entrevistas da coleta de dados (neste caso, envio dos formulários via correio eletrônico);
7. Reunião dos dados e preparação das planilhas e gráficos para análise;
8. Análise final dos dados e escrita do relatório com os resultados.

Após a coleta de dados, os questionários são analisados a fim de obter as respostas das questões levantadas, bem como identificar possíveis correlações entre os integrantes da amostra pesquisada.

3.3.3.3 Elaboração do formulário da pesquisa (questionário)

A elaboração do questionário para o levantamento é a etapa que demanda mais tempo e atenção do pesquisador. Como já mencionado, por meio de formulários bem elaborados, tem-se a chance de reduzir os vieses da pesquisa e ainda obter mais facilmente os resultados esperados.

Robson (2002) faz várias observações pertinentes quanto à elaboração do formulário de pesquisa. O autor reforça em primeira instância que as questões devem utilizar linguagem simples, evitar jargões ou termos desconhecidos aos respondentes, evitar questões muito longas ou com interpretação dúbia, perguntas ambíguas, negativas ou que induzam a uma resposta. Outro ponto relevante é que as perguntas devem estar adequadas às características/formação da população que compõe a amostra (um exemplo no caso desta pesquisa é evitar fazer perguntas muito específicas sobre produtos químicos ou efeitos à saúde aos especificadores, já que tais assuntos estão fora da sua área de atuação). O pesquisador deve se assegurar que as questões do formulário tenham o mesmo significado para todos os respondentes. É importante que o pesquisador não force o respondente a criar uma determinada opinião no momento da pesquisa: em alguns casos, pode-se não ter opinião formada sobre determinado assunto, e essa alternativa deve estar presente nas respostas. Também devem ser fornecidos esclarecimentos sobre a pergunta na própria pergunta, e não nas respostas, e no caso de haver necessidade de referências, as alternativas devem ser claras. A forma como as questões são escritas também é importante: além de evitar detalhes desnecessários, deve-se escrever da forma pessoal, para evitar que o respondente imagine que a resposta se refira a outros e não a ele mesmo. O autor afirma ainda que a aparência e o formato dos questionários são essenciais. O questionário deve parecer simples de ser respondido e ter instruções claras. Páginas bem apresentáveis, respostas de múltipla escolha, perguntas iniciais fáceis e interessantes são meios de aguçar o interesse das pessoas que compõem a amostra.

Como já salientado, o questionário trata da especificação de materiais de revestimento e acabamento ou itens diversos em madeira no ambiente construído, além da relação dos materiais especificados com a qualidade do ar. As perguntas partem de um universo mais generalizado para um mais específico, e objetam

analisar as práticas e conhecimentos dos profissionais. O formulário utilizado para a coleta dos dados encontra-se nos apêndices deste volume.

Com o preenchimento dos formulários por parte da população pesquisada, buscou-se esclarecer os seguintes pontos:

- Critérios de especificação que os profissionais da área consideram mais relevantes;
- Frequência de especificação de materiais para uso interno confeccionados ou derivados de madeira em relação a outros materiais bastante utilizados na arquitetura;
- Acabamentos mais especificados para produtos e materiais em madeira ou derivados, bem como os critérios que mais influenciam nesta escolha;
- Grau de conhecimento e aproximação dos profissionais com a questão da salubridade ambiental e da QAI;
- Peculiaridades e correlações associadas ao perfil do participante e seus conhecimentos sobre o assunto.

Com relação aos produtos e materiais citados no formulário de pesquisa, correspondem àqueles considerados de uso comum e foram definidos com base na observação da produção arquitetônica atual, publicações informativas sobre arquitetura e ainda no conhecimento profissional da autora. Já os produtos para acabamento de superfícies em madeira foram levantados em uma etapa desta pesquisa.

É válido comentar que as questões foram elaboradas em sua totalidade na forma de questões fechadas e semi-fechadas, havendo ao fim do formulário um espaço de preenchimento não obrigatório para o respondente se expressar com críticas, comentários ou sugestões. As questões foram divididas em sessões, conforme o Quadro 2 a seguir destaca.

Sessão	Tema	Tipologia de questão	N° de questões
1	Informações pessoais – formação e atividade profissional	Fechada/semi-fechada	5
2	Especificação de revestimentos no ambiente construído	Fechada (Escala de Likert)/semi-fechada	4
3	Acabamentos para superfícies em madeira	Fechada (Escala de Likert)/semi-fechada	4
4	Qualidade do ar, salubridade e toxicidade dos materiais	Fechada (Escala de Likert)/semi-fechada	2

QUADRO 2 - TIPOLOGIA DAS QUESTÕES DO FORMULÁRIO DE PESQUISA

Na Escala de Likert, considerada uma importante ferramenta nas pesquisas sociais, as respostas variam de acordo com o grau de intensidade desejado pelo respondente. Pode apresentar quantas categorias o pesquisador achar conveniente, sendo mais comuns aquelas com quatro ou cinco categorias. É válido destacar que, no formulário desta pesquisa, esta escala foi utilizada com quatro categorias, eliminando-se o termo central. Tomou-se esta decisão para que o respondente optasse por uma alternativa à qual estava inclinado, evitando assim que o termo central fosse confundido com uma categoria neutra como, por exemplo, “não sei” ou “não aplico” (ALEXANDRE *et.al.*, 2003).

3.3.3.4 Implementação do levantamento (*survey*)

A implementação do levantamento seguiu as etapas sugeridas por Robson (2002) já citadas. Após o desenvolvimento da revisão bibliográfica e do levantamento dos produtos e materiais associados ao uso da madeira no ambiente construído, deu-se início à elaboração dos formulários. Após a conclusão do formulário piloto, foi realizado um pré-teste com um grupo de dez profissionais.

Alterações no texto de chamada a fim de deixá-lo mais convidativo, bem como no formato de algumas questões foram as principais contribuições, juntamente com o teste na tabulação dos resultados. Foi na tabulação do questionário piloto que as questões relacionadas à frequência de especificação tiveram o número de alternativas de respostas reduzidas de cinco para quatro, a fim de eliminar o termo central como categoria neutra. Outra alteração relevante realizada na versão piloto do questionário foi a configuração da questão 9. Anteriormente as afirmações configuravam 3 questões simples com duas opções de resposta (sim/não). Para

melhorar a compreensão e facilitar a resposta, além de possibilitar uma análise mais real da opinião do respondente, a questão passou a ser única e as opções de resposta a seguir a escala de Likert, também sem o termo central. Assim, o profissional pôde responder avaliando o próprio grau de concordância com as afirmações, possibilitando algumas observações mais específicas na análise dos resultados. Verificados tais pontos, fez-se uma nova revisão e, por fim, foi finalizada a versão definitiva do formulário, elaborados os convites e enviados para a amostra selecionada.

Como já comentado, o formulário foi elaborado utilizando a ferramenta *Google Docs*. A ferramenta foi escolhida pelo fácil acesso, disponibilidade e facilidade de edição. Para o envio dos convites, via correio eletrônico, foi utilizada uma ferramenta de *email marketing*. Os convites foram elaborados cuidadosamente a fim de chamar a atenção dos respondentes e incentivá-los a participar. Foram observados os seguintes aspectos:

- Inserção de imagem contendo logotipo, nome da instituição acadêmica e nome do programa de pós-graduação do qual faz parte esta pesquisa, como cabeçalho da mensagem;
- Texto elaborado com pouca extensão e destaque nas partes principais a fim de facilitar a leitura;
- Destaque da importância da participação individual para a pesquisa;
- Garantia de anonimato;
- Disponibilização dos contatos da autora e do orientador da pesquisa;
- Observação informando como os endereços eletrônicos foram obtidos e destacando que o único fim das mensagens era fazer o convite para a participação na pesquisa;
- Utilização de endereço eletrônico da instituição acadêmica, a fim de conferir maior credibilidade à pesquisa e seriedade à mensagem;
- Adoção de uma estratégia de estímulo à participação – aqueles que participassem, teriam a oportunidade de fazer o *download* do arquivo com

o texto informativo contendo a síntese dos dados obtidos em etapa anterior da pesquisa.

O período de aceitação de respostas para a pesquisa durou trinta dias e foram feitos a todos os integrantes da amostra um total de dois convites, com intervalo de 17 dias. A razão deste intervalo foi obter duas situações distintas para atingir um maior número de visualizações dos convites. A primeira mensagem foi enviada no dia 04 de novembro de 2011, sexta-feira, no período da tarde, e a segunda, no dia 22 de novembro, terça-feira, no fim da manhã. As telas com os convites podem ser observadas nos apêndices deste documento.

3.3.3.5 Amostra pesquisada

Sendo a intenção inicial fazer a aplicação do questionário entre os profissionais da arquitetura paranaense, buscou-se atingir aqueles que exercem a profissão de forma legal, com registro ativo no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná – CREA-PR. De acordo com consulta realizada no endereço eletrônico do conselho, obteve-se a informação que a população de profissionais inscritos na modalidade arquitetura¹⁶ em todas as inspetorias do estado é de 7.111 (dados do segundo semestre de 2011). Não sendo possível o acesso a todos estes profissionais, considerou-se como possíveis integrantes da amostra aqueles que constituem o Catálogo Empresarial do CREA-PR 2010-2011 (CREA-PR, 2010). Com a depuração do cadastro, após a exclusão de duplicidades, erros de digitação e endereços eletrônicos incompletos, obteve-se um total de 5.721 endereços, correspondentes a 5.567 indivíduos/empresas.

¹⁶ Estão incluídos na modalidade arquitetura os profissionais com os seguintes títulos: arquiteto(a), arquiteto(a) e urbanista, desenhista técnico(a), engenheiro(a) arquiteto(a), técnico(a) desenhista de arquitetura, técnico(a) em decoração, técnico(a) em desenho industrial, técnico(a) em paisagismo, técnico(a) industrial – programação visual e artes gráficas e urbanista (CREA-PR, 2011).

Modalidade	População Total CREA-PR	População considerada no levantamento – Catálogo Empresarial CREA-PR
Arquitetura	7.111	6.187 (cadastro bruto)
Total de endereços de correio eletrônico		5.721 (cadastro depurado)
Total de indivíduos / empresas		5.567

QUADRO 3 - DEFINIÇÃO DA AMOSTRA DA PESQUISA

FONTE: CREA-PR, 2011.

O período de aceitação de respostas iniciou no dia 04 de novembro de 2011, após o envio do primeiro convite. Com o envio do segundo convite, no dia 22 do mesmo mês, possibilitou-se a obtenção de maior número de retornos e respostas, garantindo assim maior validade para a pesquisa. Além disso, foi atingido um número maior de profissionais, os quais puderam participar preenchendo o formulário e tendo acesso às informações divulgadas, fato relevante para a pesquisa já que uma aproximação dos profissionais com o assunto também fazia parte do escopo deste estudo. Pode-se observar na tabela 1 que a taxa de respostas foi de 6,8%, para a população efetiva de 4.843 indivíduos/empresas.

TABELA 1 - POPULAÇÃO EFETIVA E TAXA DE RESPOSTAS

1° Envio: 04/11/11	Totais	%
2° Envio: 22/11/11		
Total de <i>emails</i> enviados	5.721	100,0%
<i>Emails</i> adicionais para um mesmo contato	154	2,7%
Total de <i>emails</i> devolvidos	724	12,7%
População total de profissionais	7.111	100%
População efetiva (indivíduos que receberam os convites)	4.843	68%
Total de respostas válidas *	327	6,8%

* porcentagem em relação ao total de indivíduos que receberam o convite (4.843)

Com o objetivo de atingir um maior número de participantes, os convites foram enviados a todos os endereços eletrônicos válidos obtidos, sendo excluídos apenas os endereços repetidos. Porém, alguns indivíduos ou empresas possuem mais de um endereço eletrônico válido cadastrado, totalizando 154 endereços adicionais. Portanto, para a composição do número de participantes da pesquisa (indivíduos que receberam os convites), este número foi excluído do total, partindo-

se do princípio que um mesmo indivíduo, recebendo o convite em mais de um endereço, participará da pesquisa uma única vez. É válido destacar ainda que, em relação à população total de inscritos no CREA-PR sob a modalidade Arquitetura (7.111), obteve-se acesso a 68,1% destes, ou seja, 4.843 indivíduos receberam os convites. Sendo o número de respostas válidas obtidas igual a 327 (6,8% do total de receptores), este número representa em relação à população total 4,6% de participantes. Através do cálculo da margem de erro pode-se verificar a representatividade de uma amostra “n” em relação a uma população “N”, com base na expressão de Yamane (1967):

$$e = \sqrt{\frac{N - n}{Nn}}$$

A margem de erro¹⁷ da amostra pesquisada, com nível de confiança de 95%, é de aproximadamente 5%, demonstrando-se assim que a amostra pesquisada é representativa e pode inferir estatisticamente sobre a população em estudo¹⁸. Houve ainda, além das respostas via formulário, alguns retornos diretos via correio eletrônico, alegando diversidade em área de atuação e conseqüente incapacidade de participação na pesquisa, além de problemas relacionados à visualização do link ou ainda elogios e agradecimentos pela participação. Outros se mostraram interessados em receber os resultados da pesquisa após a conclusão de todas as etapas, os quais foram incluídos em uma lista de interessados e receberão um retorno futuro. A Tabela 2 destaca os retornos diretos recebidos.

¹⁷ O erro amostral é aleatório, ou seja, as estimativas comportam-se de maneira variada em torno do verdadeiro parâmetro, estando acima ou abaixo do mesmo.

¹⁸ Considerou-se a margem de erro de 5% e o nível de confiança de 95% por serem estes considerados aceitáveis para fazer inferências, já que permitem uma amostragem adequada e sem grandes dimensões, favorecendo assim a pesquisa com relação à custos e viabilidade.

TABELA 2 - RETORNOS DIRETOS VIA CORREIO ELETRÔNICO

Retornos diretos	Totais	% (em relação ao total de receptores)
<i>Positivos</i>	44	0,9%
Elogios e à disposição	6	0,1%
Solicitação dos resultados	32	0,7%
Problemas com o link/formulário	6	0,1%
<i>Negativos</i>	0	0,0%
<i>Neutros</i>	29	0,6%
Áreas não afins	11	0,2%
Confirmação de origem	1	0,0%
Confirmação de participação	13	0,3%
Indefinidos (cópia formulário ou arquivo texto)	4	0,1%
Total de retornos	73	1,5%

3.4 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados levantados sobre os produtos para preservação e tratamento de superfícies em madeira foi realizada através do agrupamento de dados de mesma ordem: função do produto, interferência na salubridade e na QAI, poluentes emitidos, efeitos à saúde humana, etc. Os dados da coleta de dados realizada através do formulário de pesquisa foram organizados em matrizes para identificar possíveis correlações entre os respondentes, observando se são fortes, fracas ou inexistentes. Robson (2002) afirma que a análise deve ser coerente e convincente, identificando quais mecanismos estão presentes em cada contexto.

4 PRODUTOS ASSOCIADOS AO USO DA MADEIRA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Neste capítulo serão relacionados os diversos produtos associados ao uso da madeira, em especial aqueles mais utilizados na construção civil e nos ambientes internos. Primeiramente, serão comentados os principais preservativos químicos de madeira, métodos de tratamento e funções, além de considerações importantes relacionadas ao reuso, reciclagem e disposição final da madeira tratada. Posteriormente serão comentados os produtos mais utilizados para tratamento de superfícies em madeira e acabamentos diversos utilizados em ambientes internos. A análise e os demais comentários envolvem fundamentalmente a composição dos diversos produtos e a toxicidade que apresentam à saúde humana bem como a influência negativa na qualidade do ar nos interiores. Como complemento, serão fornecidos alguns detalhes relacionados ao uso adequado e seguro de alguns produtos e ainda produtos e métodos alternativos com funções similares, porém com impacto reduzido na qualidade do ar interno e, conseqüentemente, na saúde dos ocupantes.

Como já comentado no protocolo de coleta de dados, os dados e especificidades levantados neste capítulo são oriundos de fontes diversas – primárias, secundárias, contato direto com fornecedores e fabricantes, buscando assim maior detalhamento e confiabilidade das informações obtidas.

4.1 PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

4.1.1 Funções e métodos utilizados

Devido às características mencionadas na revisão bibliográfica, nos casos em que se constata a possibilidade de ataque de fungos e insetos ou ainda outras formas de degradação da madeira, é necessário o uso de preservativos químicos para garantir a segurança da sua utilização na construção civil. É válido comentar ainda que a necessidade de uso de preservativos deve ser analisada com cautela,

pois pode configurar de certa forma uma isenção do compromisso em realizar um bom projeto de arquitetura, onde se tomem as devidas providências para proteção do material além da escolha de espécies adequadas para o fim a que se destinam.

A NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeira (ABNT, 1997), relata que a aplicação dos preservativos químicos pode ser feita com diferentes recursos: pincelamento, aspersão, pulverização, imersão, banho quente-frio, substituição da seiva e autoclave. O banho quente-frio corresponde a um processo de imersão de 2 horas no preservativo aquecido, seguido da imersão por 4 horas no preservativo “frio”, que se encontra em temperatura ambiente. No método da substituição da seiva, as toras roliças e sem casca são colocadas verticalmente em um recipiente com as bases mergulhadas na solução preservativa. A seiva evapora pela superfície nas partes superiores das peças, e a penetração do preservativo ocorre por capilaridade, através de um fluxo ascendente que força a penetração (BARREIROS, 200X). No processo da autoclave, retira-se o ar dos capilares da madeira através de vácuo, em seguida, preenche-se a autoclave com o preservativo injetado sob pressão para penetrar na madeira. Retira-se a solução restante não absorvida e também o excesso de preservativo novamente por meio de vácuo e, posteriormente, gotejamento (ABPM, 2011).



FIGURA 9 - TRATAMENTO DE MADEIRA EM AUTOCLAVE

FONTE: FLORIDA, 2005.

O preservativo a ser utilizado depende da espécie botânica, que deve permitir o tipo de tratamento desejado, da umidade da madeira no momento do

tratamento, do processo de aplicação do produto e dos parâmetros de qualidade necessários (retenção e penetração do produto preservativo na madeira). Além disso, tem de satisfazer à classe de risco, determinada em função da durabilidade natural, tratabilidade e riscos biológicos aos quais o material estará exposto (BRAZOLIN *et al.*, 2004). A NBR 7190 recomenda como procedimentos mínimos de preservação o pincelamento nas dicotiledôneas (*Eucalyptus*) e a impregnação em autoclave para as coníferas (*Pinus*).

Como será descrito a seguir, todos os preservativos químicos apresentam algum risco à saúde humana e ao meio ambiente. O alerta neste sentido é que a madeira tratada seja utilizada para fins específicos na construção civil, como por exemplo, o uso em ambientes externos ou apenas estrutural, evitando-se utilizá-la como revestimento em ambientes internos e para aplicações diversas que possibilitem contato direto com o ar interno e o usuário.

4.1.2 Preservativos mais utilizados e efeitos ao homem e ao meio ambiente

Assim como os demais materiais de construção e acabamentos, os produtos para preservação da madeira devem ser investigados quanto à toxicidade devido aos danos que podem causar ao homem e ao meio ambiente em uma ou mais etapas do seu ciclo de vida – fabricação, utilização, descarte ou reciclagem. Os produtos para proteção englobam três grandes áreas de atuação no processamento da madeira: proteção contra insetos, proteção contra fungos e proteção contra incêndios (NENNEWITZ, *et al.* 2008). Quanto aos tratamentos preventivos e de combate às pragas, deve-se ter especial cautela, já que a eficácia do produto está diretamente relacionada à sua toxicidade.

Há diversas questões envolvidas no uso dos preservativos. Watt, Colston e Spalding (2000) destacam que os produtos preservativos devem combinar as seguintes propriedades: toxicidade adequada para combate dos organismos decompositores, capacidade de penetração, estabilidade química, manuseio seguro, custo acessível e disponibilidade no mercado, não reduzir a resistência nem provocar alterações dimensionais na madeira e ainda não provocar problemas de saúde imediatos ou a longo prazo para os ocupantes ou usuários do edifício.

De acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997), os principais tipos de preservativos de ação prolongada (fungicidas e inseticidas), responsáveis por cerca de 80% da madeira tratada no mundo são o creosoto, o pentaclorofenol, o CCA (Cromo – Cobre – Arsênio) e o CCB (Cromo – Cobre – Boro). A seguir, serão listadas as principais características destes preservativos, bem como os possíveis prejuízos provocados à saúde humana.

4.1.2.1 Creosoto

É um preservativo oleoso utilizado diretamente nesta forma, não necessitando de um veículo ou solvente. Possui coloração escura e grande viscosidade em temperatura ambiente, é resistente à lixiviação e muito eficiente como inseticida e fungicida, no entanto, dificulta a aplicação de acabamentos e altera a coloração natural da madeira. Obtido sob altas temperaturas, a partir da destilação do alcatrão da hulha betuminosa, é um subproduto das usinas siderúrgicas e contém mais de 200 compostos químicos em sua composição, principalmente compostos orgânicos voláteis, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, ácidos e bases de alcatrão (SILVA, 2007).

Apesar da eficácia comprovada e do baixo custo, o creosoto apresenta alta toxicidade e problemas de exsudação, ou seja, excesso de produto na superfície tratada, o que provoca a irritação da pele das pessoas que entram em contato direto com tal superfície. No entanto, o creosoto é muito utilizado para preservar madeiras utilizadas para construção de postes, dormentes, mourões e outras peças estruturais que supostamente não ficam em contato com pessoas ou animais (SILVA, 2007). Pode-se citar como exemplo da toxicidade do preservativo as emissões medidas no setor de armazenagem de postes recém tratados. As emissões de compostos orgânicos voláteis (COVs) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) neste setor se mostram intensas nos primeiros dias pós-tratamento, reduzindo-se proporcionalmente até a estabilização a partir do oitavo dia. No dia do tratamento, as emissões de benzeno, comprovadamente carcinogênico por ser uma substância genotóxica que provoca mutações no DNA e causa diversos tipos de câncer (leucemia, linfomas, mielomas), chegaram a atingir um nível quase sete vezes mais alto do que o valor considerado como limite de exposição. As concentrações de

COVs no ar chegam a variar de 35 mg/m³ no dia do tratamento até 5 mg/m³ oito dias depois, e as de hidrocarbonteos policíclicos aromáticos variaram de 28 µg/m³ no dia do tratamento a 4 µg/m³oito dias depois (GALLEGO *et al.*, 2008). Os meios de exposição ao creosoto são a inalação e o contato com a pele ou olhos. Os sintomas de intoxicação incluem dermatites e bronquite, sendo que a NIOSH (*The National Institute for Occupational Safety and Health – USA*) considera o material como um potencial agente cancerígeno, podendo provocar tumores nos rins, pulmões e na pele (NIOSH, 2005). A exposição ao creosoto pode ainda afetar de outras maneiras o sistema respiratório, a pele e o sistema urinário (rins, bexiga).

4.1.2.2 Pentaclorofenol

É um preservativo oleossolúvel, ou seja, necessita de um veículo oleoso para penetrar na madeira. Comercialmente disponível no formato de pequenas escamas, pode ser dissolvido em diversas substâncias orgânicas, mas geralmente é dissolvido em óleo na proporção de 5%. É um produto organoclorado, obtido pela reação entre o fenol e o cloro. Empregado como fungicida e inseticida, tem caráter ácido e não pode ser utilizado em ambiente marinho.

Como o creosoto, o pentaclorofenol possui eficácia comprovada como preservativo e resiste à lixiviação, além de não ser volátil nem corroer metais. No entanto, é muito tóxico ao meio ambiente e extremamente prejudicial à saúde humana e por isso não pode mais ser utilizado como preservativo em diversos países por proibição legal, inclusive no Brasil (SILVA, 2007). A Resolução RDC n°164 de 2006 proíbe expressamente o uso do pentaclorofenol e sais derivados no Brasil, incluindo a importação do produto, exceto para fins de análises laboratoriais (BRASIL, 2006). Tais medidas preventivas são essenciais, pois a inalação, absorção através da pele, ingestão ou contato com pele ou olhos podem ser fatais. A exposição ao pentaclorofenol pode afetar olhos, pele, fígado, rins, sistema respiratório, sistema cardiovascular e sistema nervoso central. Os sintomas são irritação nos olhos, nariz e garganta, espirros, tosse, fraqueza, anorexia, perda de peso, transpiração excessiva, tontura, dor de cabeça, náuseas, vômito, dificuldade para respirar, dores no tórax, febre alta e dermatites (NIOSH, 2005). Além dos prejuízos já citados à saúde humana, o pentaclorofenol também afeta animais e

permanece no meio ambiente, podendo causar danos aos ecossistemas e danos biológicos a diversas espécies (BRASIL, 2006).

4.1.2.3 CCA (Arseniato de cobre cromado)

Também chamado de Celcure, é citado como o preservativo hidrossolúvel mais utilizado em todo o mundo. Basicamente, o arsênio é o agente inseticida, o cobre, o fungicida, e o cromo, o elemento fixador. É considerado o produto mais efetivo para o tratamento a vácuo e pressão pois não altera a condutividade elétrica e a combustibilidade da madeira, não aumenta a corrosividade, não deixa resíduos em sua superfície e favorece a durabilidade de acabamentos (SILVA, 2006). No entanto, o preservativo já foi proibido em diversos países como Japão, Indonésia, Suécia e Dinamarca, pois é considerado extremamente tóxico (classe I). Tal classificação se dá devido ao cromo ser um metal pesado e o arsênio, um elemento muito nocivo ao ser humano.

Os efeitos à saúde humana relacionados com o CCA são relativos àqueles provocados por compostos inorgânicos com arsênio em sua composição: náuseas, dores de cabeça, diarreia, dores e desconfortos abdominais, salivação intensa, febre baixa, irritação das vias respiratórias superiores. Os efeitos são progressivos e a longo prazo podem afetar o fígado e provocar queda de cabelos e unhas, anemia e dermatites. Quanto aos efeitos crônicos, estudos em laboratório mostram que a exposição pode provocar defeitos genéticos e ainda pode ser associada ao desenvolvimento de tumores em pessoas que entraram em contato com o arsênio através de água ou ar contaminado (THOMASSON *et al.*, 2006). Katz e Salem (2005) citam alguns estudos que mostram acréscimo na taxa de mortalidade por câncer entre carpinteiros expostos à madeira tratada com CCA devido ao excessivo aumento nos casos de câncer de pulmão e leucemia. Devido à alta toxicidade pela presença do arsênio, deve-se evitar o uso indiscriminado da madeira tratada, evitando expressamente o seu uso em ambientes fechados, de pequenas dimensões e com relativa proximidade às pessoas como no exemplo mostrado na Figura 10.



FIGURA 10 - PAINEL DE CRUZETA RECÉM TRATADA COM CCA NO INTERIOR DO ESCRITÓRIO DE UMA MADEIREIRA EM CURITIBA-PR

É importante destacar que não há casos em que se tenham comprovado riscos à saúde pública pelo uso da madeira com CCA em ambientes domésticos, no entanto há na última década uma tendência mundial de evitar produtos com arsênio em ambientes internos a fim de reduzir o contato direto com os ocupantes, buscando produtos alternativos para os mesmos fins.

4.1.2.4 CCB (Borato de Cobre Cromatado)

O CCB, que difere do CCA por substituir o arsênio por ácido bórico, foi desenvolvido em resposta às preocupações com a toxicidade do CCA. Além de menos tóxico, o ácido bórico migra mais profundamente na madeira após o tratamento. Por ser lixiviável, pode ser esgotado a partir da superfície da madeira, o que a torna mais vulnerável ao ataque de fungos e torna os boratos inadequados para peças diretamente expostas às intempéries (LEBOW, 2007). Apesar de ser a opção menos tóxica entre os produtos mais utilizados, a perda por lixiviação torna o produto menos eficaz contra insetos (SILVA, 2007), além de ser motivo de preocupação pela liberação dos constituintes na superfície do material. Quanto à contaminação, o potencial de exposição ao cobre também é especialmente preocupante, principalmente quando se trata do meio aquático (KATZ e SALEM, 2005).

4.1.3 Alternativas para destinação de resíduos de madeira tratada

A destinação de resíduos de madeira tratada, os quais podem ser provenientes de demolições de edifícios, sobras da construção civil ou ainda de outros usos como postes, mourões e dormentes, é uma questão relevante com relação ao uso de preservativos tóxicos. As alternativas existentes – reuso, reciclagem, combustão e incineração e disposição final em aterro – têm como objetivo dar a destinação correta a estes resíduos, manipulando-os de forma segura e ambientalmente responsável.

Embora o reuso e a reciclagem sejam práticas ecologicamente corretas e adequadas aos preceitos da arquitetura sustentável, o contato direto com tais resíduos pode causar danos à saúde humana, e seu descarte indiscriminado, contaminação do meio ambiente. Neste sentido devem ser tomadas as devidas precauções a fim de que os resíduos de madeira tratada tenham usos toleráveis predeterminados. A NBR 10004 (ABNT, 2004) classifica os efluentes líquidos e demais resíduos originados no processo de preservação da madeira como resíduos perigosos e tóxicos. Se os produtos preservativos são de alta toxicidade, assim como os resíduos gerados, certamente o mesmo se aplica aos resíduos de produtos impregnados.

A seguir, serão considerados alguns detalhes sobre as alternativas disponíveis atualmente, visando facilitar a tomada de decisão do profissional que busca de alguma forma reduzir ou aproveitar resíduos contaminados de origens diversas. Além destas informações, uma avaliação detalhada do resíduo pode ser de grande ajuda na tomada de decisão. Ensaios de retenção¹⁹ e solubilização²⁰ podem ajudar a verificar a concentração de preservativos químicos no resíduo, facilitando a opção por uma ou outra alternativa para sua destinação. Entende-se que tais pesquisas e avaliações laboratoriais demandam custos e tempo, porém estas são

¹⁹ A NBR 6232:1973, intitulada “Penetração e retenção de preservativo em postes de madeira” discorre sobre um método que fixa os modos pelos quais devem ser feitos os ensaios de penetração e retenção de preservativos em madeira preservada.

²⁰ Ensaios de solubilização devem ser realizados de acordo com a NBR 10006:2004 – “Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos”. O procedimento normativo visa diferenciar os resíduos classificados na NBR 10004 (ABNT, 2004) como classe II A - não-inertes - e classe II B – inertes, definindo se o resíduo apresenta ou não algum risco de contaminação.

essenciais no caso de empresas que buscam propor ao mercado peças para reutilização, em especial em ambientes internos (móveis ou revestimentos).

4.1.3.1 Minimização de resíduos

Em uma primeira análise, há que se comentar que existem alternativas para os resíduos de madeira tratada já existentes e sem destinação adequada pré-definida, no entanto, a situação ideal do ponto de vista ambiental é que não haja resíduos e se busque o menor índice de desperdício possível. Nota-se que a redução na geração de resíduos é possível desde que sejam adotadas normas e procedimentos técnicos adequados, bem como medidas preventivas e boas práticas na preservação da madeira.

Solo-Gabriele e Townsend (1998) apresentam algumas soluções práticas para a minimização de resíduos. Primeiramente, os autores comentam que, apesar de todas as vantagens na utilização da madeira (principalmente aquelas relacionadas a fatores ambientais), devem ser utilizados outros materiais para fins estruturais se o que se deseja é a redução de resíduos contaminados no meio ambiente. Para isso citam a madeira plástica, concreto, alumínio, fibra de vidro, pedra e outros. No entanto, se a intenção é a utilização da madeira, buscar espécies com maior resistência natural também é uma alternativa interessante. Outro ponto comentado pelos autores é o uso de produtos e tecnologias alternativos para a preservação da madeira, com menor impacto ao meio ambiente e toxicidade reduzida (algumas opções serão abordadas no item 4.3 – Produtos e métodos alternativos com influência reduzida na saúde humana). Por fim, os autores comentam ainda o emprego de métodos para aumentar a vida útil das peças tratadas, incluindo tratamentos suplementares, “re-tratamento” das peças e ainda o aprimoramento do processo, treinando funcionários e aparelhando a madeira nas dimensões finais de uso antes do tratamento, evitando geração de resíduos no processo de acabamento. Além destes procedimentos, também é importante comentar a necessidade de o usuário estar a par das características dos produtos tratados, possibilidades adequadas de uso e dos riscos ambientais do descarte indiscriminado de peças no lixo comum, tornando de conhecimento geral normas e informações detalhadas a respeito.

4.1.3.2 Reuso

Em se tratando de resíduos em geral, o reuso corresponde à primeira alternativa a ser considerada, já que requer processamento mínimo do resíduo, enquanto a reciclagem envolve mudanças significativas nas suas características. No caso dos resíduos de madeira tratada este mesmo princípio se aplica, além de também ser uma boa solução por evitar a exposição do resíduo.

Quanto ao reuso, há atualmente uma predisposição à reutilização de peças em madeira em ambientes internos, atribuindo ao ambiente caráter rústico e diferenciado. No entanto, essa predisposição ao reuso inclui madeira de diferentes origens, o que pode envolver inclusive a reutilização de dormentes, por exemplo, tratados com creosoto, CCA ou outros preservativos químicos de alta toxicidade. Como já citado, o CCA é um dos produtos mais prejudiciais ao homem por conter arsênio, devendo ser a sua reutilização reservada exclusivamente para áreas externas, longe do contato com seres humanos. Ao buscar materiais de demolição para reaproveitamento e composição de ambientes, arquitetos e designers devem procurar utilizar nos interiores apenas materiais e produtos outrora utilizados também em ambientes internos, procurando investigar ainda o histórico das peças, a fim de identificar que tipo de produto foi utilizado para tratamento em etapa anterior no ciclo de vida. Sugere-se, portanto, que ao reutilizar peças em madeira se dê preferência a antigos assoalhos e outros tipos de revestimentos, evitando peças estruturais ou de uso externo (dormentes, postes e mourões), as quais recebem tratamento químico de maior intensidade. No caso de reutilização de peças tratadas, em se tratando daquelas utilizadas no meio externo, deve-se atentar ao manuseio e outros processos realizados, como cortes e furações. Para tais, deve-se requerer o uso de EPI e atentar à disposição final da serragem, evitando qualquer contato durante o processamento, bem como a aspiração de partículas contaminadas.

Uma opção de reuso adequado de peças tratadas é aproveitá-las para uso em ambientes externos em projetos paisagísticos, desde que não haja contato direto com pessoas como, por exemplo, no caso de mobiliário. O reaproveitamento dessas peças em cercas, escadas e passarelas externas, equipamentos urbanos (totens e outros) e atracadouros para embarcações também são usos viáveis. Além disso, a reutilização das peças tratadas para o mesmo fim a que se destinavam em etapa

anterior do ciclo de vida também se mostra uma solução apropriada para os resíduos gerados.

4.1.3.3 Reciclagem

Para a reciclagem de resíduos, o primeiro passo é quantificá-los e categorizá-los de acordo com a fonte e tipo de material. No caso da madeira tratada, é relevante citar que há porções que podem não ser contaminadas, já que o tratamento preservativo atinge o alburno e não a porção do cerne da madeira. Após serem realizados os devidos testes – neste caso até mesmo testes colorimétricos são capazes para identificar porções contaminadas e não contaminadas, pode-se separar a parte não atingida pelo preservativo e utilizá-la para diversos fins.

Com relação à porção atingida pelos preservativos, a reciclagem da madeira tratada também exige cuidados especiais. A sugestão é que a madeira tratada e seus resíduos sejam separados na própria fonte geradora, onde já se tem conhecimento do tratamento utilizado e por isso, a separação seria mais efetiva do que tentar separá-la após o descarte (FLORIDA, 2005). Solo-Gabriele e Townsend (1998) destacam que estes resíduos processados podem servir de matéria-prima para a fabricação de compostos diversos como madeira-madeira, madeira-cimento, madeira-gesso e madeira-plástico. Embora haja atualmente uma tendência de aproveitamento de resíduos diversos de madeira para a fabricação de compósitos madeira-madeira (painéis tipo OSB, MDF e outros – para maiores detalhes sobre os painéis ver item 2.2.5 – Painéis de madeira composta), os resíduos de madeira tratada não são considerados adequados para este fim. Na fabricação dos painéis, são necessárias colas e resinas para a aglutinação de lascas e partículas, no entanto a interferência do produto preservativo na interface fibra-adesivo e as propriedades voláteis dos preservativos orgânicos podem provocar dificuldades no processo de colagem (FELTON e DE GROOT, 1996²¹, *apud* SOLO-GABRIELE e TOWNSEND, 1998). Afirma-se ainda que os compósitos madeira-cimento representam uma das alternativas mais vantajosas e promissoras. Além de estabilizar os metais pesados no interior de uma matriz de cimento, estes

²¹ FELTON, C; DE GROOT, R. C. The recycling potential of preservative treated wood. **Forest Products Journal**, 46 (7/8), pp. 37-46, 1996.

compósitos são altamente resistentes ao fogo, têm baixa densidade e possuem propriedades de isolamento melhores do que produtos fabricados inteiramente em cimento, possibilitando grande variedade de usos. Alguns estudos mostram também que esses compósitos possuem maior resistência, provavelmente pela presença do cromo em alguns preservativos, o que favorece uma ligação mais forte entre a madeira e o cimento (SCHMIDT *et al.*, 1994²², *apud* SOLO-GABRIELE e TOWNSEND, 1998). Os compósitos madeira-gesso também são resistentes ao fogo, no entanto, pela sensibilidade do gesso à água, têm sua aplicação limitada a ambientes internos. Os compósitos madeira-plástico já são mais facilmente encontrados no mercado e correspondem a uma mistura de lascas de madeira com plástico reciclado, utilizado geralmente para fabricação de decks. Por fim, os autores citam ainda que há novas tecnologias em desenvolvimento capazes de extrair os metais pesados das fibras da madeira, tornando-as limpas e possibilitando sua reutilização ou transformação em outros produtos de forma segura. Porém, restam ainda como resíduo os metais pesados e compósitos extraídos da madeira tratada, configurando um novo problema com o descarte.

4.1.3.4 Combustão e incineração

Nenhuma madeira tratada pode ser incinerada como lixo comum, ou em fogueiras abertas ou pequenos fornos, no entanto, há diferenças entre o processo de incineração de madeira tratada com preservativos orgânicos e com compostos que incluem metais pesados. A madeira tratada com compostos orgânicos (como o creosoto) pode ser incinerada seguramente em incineradores industriais equipados com filtros adequados, podendo também ser utilizada para a produção de energia. Já os metais pesados são um problema a parte: não são destruídos e permanecem nas cinzas, e o arsênio, a temperaturas acima de 300°C, é volatilizado e pode escapar para o ar. Nestes casos, devem ser utilizados equipamentos específicos e técnicas apropriadas, dispendo as cinzas de maneira ambientalmente adequada. Também pode ser feito o reaproveitamento dos metais das cinzas para a fabricação de CCA (SOLO-GABRIELE e TOWNSEND, 1998).

²² SCHMIDT, R.; MARCH, R.; BALANTINECZ; COOPER, P. A. Increased wood-cement compatibility of chromate treated wood. **Forest Products Journal**, 44 (7/8), pp. 44-46, 1994.

Uma alternativa para a incineração da madeira tratada ainda em desenvolvimento na França é o “*Chartherm*”, um processo tecnológico que envolve o tratamento térmico e obtém como produto dos resíduos carbono inerte com pureza de 99% (HERY, 2008). No entanto, este processo ainda está em fase de pesquisa e desenvolvimento e ainda não é amplamente utilizado para a reciclagem da madeira tratada. Há ainda outras tecnologias sendo pesquisadas, como a queima a baixas temperaturas, gasificação em fornalhas metalúrgicas a altas temperaturas e outras que visam recuperar os metais e a energia dos resíduos de madeira tratada. Destaca-se que independentemente do método e da tecnologia utilizada para a incineração, o cuidado com as emissões gasosas são essenciais em todo e qualquer processo.

4.1.3.5 Disposição final em aterro

No que se refere à disposição final da madeira tratada, deve-se destacar que o simples descarte em aterros industriais pode provocar contaminação do húmus com arsênio e outros compostos, impossibilitando sua utilização sobre o solo. Para a disposição final em aterros, é fundamental que sejam seguidos critérios e normas operacionais a fim de evitar danos à segurança e à saúde pública e minimizar impactos ambientais.

Os maiores problemas com relação à disposição final de resíduos de madeira tratada em aterros sanitários são o custo e os volumes a serem dispostos, sendo uma alternativa a retalhação do resíduo. Além disso, é essencial que haja proteção do solo para evitar a contaminação do lençol freático, o que não é comum no Brasil já que a grande maioria dos municípios não possui um aterro sanitário e sim lixões com mínimos cuidados preventivos com relação à contaminação, os quais não configuram uma solução viável.

4.1.4 Síntese e discussão

Nesta sessão, puderam ser analisados os preservativos químicos de madeira, observando sua toxicidade ao meio ambiente e seus efeitos nocivos à saúde humana. Tais produtos devem ser utilizados com muita cautela,

principalmente na construção civil e nos interiores. O uso indiscriminado de madeira tratada em ambientes internos pode ser extremamente prejudicial, sendo os profissionais especificadores os responsáveis pela triagem de todo o material sugerido para uso em suas obras e projetos. Embora atualmente existam poucas alternativas para tais tratamentos no Brasil, os quais se mostram comprovadamente necessários para ampliar a durabilidade da madeira, deve-se investir em pesquisas e desenvolvimento de novos produtos que sejam igualmente ou similarmente eficientes, porém, sem afetar a saúde dos usuários. Já existem outros tratamentos mais adequados para a madeira, principalmente na Europa, os quais serão discutidos no item 4.3.1. Além disso, há alguns produtos mais adequados já em desenvolvimento, baseados em substâncias naturais e com toxicidade inferior. Infelizmente tais produtos ainda não atingem o desempenho necessário e exigem maior manutenção, o que leva usuários e produtores de madeira a optar pela opção mais acessível, rápida e eficaz: os produtos de alta toxicidade. Tornar tais dados de conhecimento do público leigo é de vital importância, já que a madeira tratada com CCA, por exemplo, é amplamente utilizada no Brasil. Apesar de ainda não ser o ideal, a troca do preservativo pelo CCB já representaria um avanço e uma razoável contribuição na redução do uso de produtos químicos perigosos e altamente nocivos ao homem e ao meio ambiente. Com relação à destinação final dos resíduos de madeira tratada, enquanto ainda não se tem a solução ideal, sugere-se a criação de parâmetros de identificação da madeira tratada, com símbolos, cores ou outros recursos visuais que alertem leigos quanto à periculosidade do material, de forma a impedir o uso inadequado de sobras e resíduos, evitando assim a contaminação humana e ambiental em alguma etapa do ciclo de vida. É necessário que o próprio segmento de preservação da madeira priorize alternativas para a destinação dos resíduos, sem depender única e exclusivamente dos aterros como forma de descarte.

4.2 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES EM MADEIRA

4.2.1 Funções e métodos utilizados

Os produtos para tratamento de superfícies têm como função proteger a madeira contra impurezas, umidade e ataques mecânicos e químicos, vitalizar a superfície e realçar aspectos decorativos e estéticos (NENNEWITZ *et al.*, 2008).

Em geral, a aplicação dos produtos para acabamento de superfícies em madeira é feita de três maneiras diferentes. A aplicação manual, aplicação manual mecânica e a aplicação mecânica. Na primeira, o complemento, esmalte ou verniz é aplicado com pequenos instrumentos manuais, estando o resultado final relacionado diretamente à habilidade do operador e às condições do seu equipamento. A aplicação manual mecânica é feita através de pequenas máquinas portáteis (revólver pulverizador ou pistola de pressão), também manipulados pelo operador. Por fim, a aplicação mecânica é executada por maquinário de grandes dimensões, sendo utilizada em fábricas e em determinados processos de produção de produtos para revestimento que são comercializados prontos para colocação e dispensam outros acabamentos. Comparando-se os processos, chegou-se à conclusão que a aplicação manual produz acabamentos de melhor resistência e durabilidade, pois o operador pressiona o produto contra a madeira e provoca maior penetração e ancoragem (SILVA *et al.*, 2003).

As propriedades das superfícies que exercem influência direta no comportamento das pinturas e alguns outros revestimentos são a permeabilidade, a porosidade, a resistência à radiação solar, a plasticidade/fragilidade²³ e a reatividade química. A madeira possui alta porosidade e permeabilidade, baixa resistência à radiação solar e reatividade química, e sua característica mais peculiar é a higroscopia (FAZENDA, 2005). Devido a tais características, o acabamento tem papel importante na impermeabilização e proteção das peças em madeira do excesso de umidade, o que demanda cuidados especiais, como a utilização de complementos (fundos ou seladores), que serão comentados a seguir.

²³ A plasticidade corresponde à propriedade do material de sofrer alterações mediante forças externas e retornar à forma inicial sem ser danificado e, a fragilidade, a propriedade de o material se romper facilmente sem sofrer deformação (FAZENDA, 2005).

Uma cobertura, para ter utilização adequada e duradoura, deve atender às exigências do substrato e ainda resistir à influência do clima, meio ambiente, produtos de limpeza e manutenção. Dentro de tais critérios, os produtos mais utilizados para acabamento de revestimentos de pisos e forros em ambientes internos são os vernizes, *stains*, óleos e ceras, sendo em alguns casos utilizada a tinta óleo ou esmalte. Para acabamento de móveis e painéis, em madeira maciça ou painéis de madeira compensada, são utilizados os mesmos produtos ou ainda outras alternativas que visam, além da durabilidade e proteção, uma ampla variedade de acabamentos estéticos.

4.2.2 Principais produtos e efeitos provocados ao homem e ao meio ambiente

Grande parte dos produtos utilizados para tratamento de superfícies atualmente apresentam algum tipo de emissão gasosa que prejudica a qualidade do ar nos ambientes internos. Suas características tóxicas são de grande relevância, pois podem torná-los inadequados para uso devido à influência na qualidade do ar e aos prejuízos provocados à saúde humana.

Os produtos descritos a seguir são utilizados em ambientes internos, como acabamento de peças ou revestimentos em madeira (portas, pisos, forros) ou ainda em móveis e painéis. Podem ser utilizados sobre a madeira maciça ou ainda em móveis de MDF com acabamento em madeira laminada ou pintura no caso das tintas.

4.2.2.1 Vernizes e tintas

As tintas e os vernizes são preparados resultantes da combinação de elementos sólidos, voláteis e aditivos, com funções específicas que conferem propriedades especiais ao produto final (SÃO PAULO, 2006). A seguir, serão comentadas as principais matérias primas dos produtos disponíveis no mercado.

As resinas compõem os elementos sólidos de tintas e vernizes, responsáveis pela formação das películas. Correspondem ao item de maior importância entre as matérias-primas, pois definem características essenciais (aderência, tempo de cura, acabamento, resistência, aplicação) de cada produto. As

resinas sintéticas utilizadas nos produtos para madeira (acabamento e complemento) são caracterizadas a seguir, com base em Fazenda (2005):

- Resinas alquídicas: surgiram com a necessidade de melhorar as características físico-químicas dos óleos utilizados em tintas, que tinham secagem lenta, menor aderência, facilidade de amarelecimento e outras desvantagens. As resinas alquídicas puras são polímeros obtidos por meio de uma reação de esterificação. Há ainda as resinas alquídicas modificadas, que incluem outros produtos (resinas fenólicas, poliuretânicas). Possuem maior resistência e aderência e secagem mais rápida, sendo o solvente mais utilizado o aguarrás mineral.

- Resinas poliuretânicas: quimicamente são chamadas também de resinas alquídicas uretanizadas. Possuem poliisocianatos e alta toxicidade, exigindo maior cuidado com o manuseio. Quando comparadas às resinas alquídicas, as resinas uretanizadas apresentam superior resistência química à água, melhor secagem e aderência e inferior estabilidade da cor. As tintas que têm como base resinas poliuretânicas são produtos bicomponentes, ou seja, além das resinas, necessitam de um segundo componente: um catalisador. A secagem ocorre pela evaporação de solventes e pela reação química entre as resinas e o catalisador. São muito utilizadas na indústria moveleira pela qualidade do acabamento final (que pode ser acetinado, fosco ou com brilho) e pela resistência.

- Resinas epóxi: são obtidas a partir do bisfenol A, substância potencialmente cancerígena utilizada também na fabricação de plásticos. As tintas à base de resina epóxi são bicomponentes e, assim como as a base de resinas poliuretânicas, necessitam de um catalisador para a cura.

- Resina nitrocelulose: produzida pela reação entre celulose altamente purificada e os ácidos nítrico e sulfúrico. Bastante utilizada na obtenção de lacas, vernizes e seladores cujo sistema de cura é a evaporação do solvente (descrita a seguir).

- Resinas fenólicas: obtidas a partir da reação entre um fenol e um aldeído, geralmente o formaldeído (formol). Têm uso variado em processos industriais, como laminados, adesivos (utilizados na fabricação de MDF), tintas e vernizes. São utilizadas em tintas e vernizes com duas finalidades – alterar outros polímeros ou

como agentes de reticulação durante a cura. Conferem a tais produtos acabamento de alto brilho, secagem rápida, alta aderência, resiste à umidade e à alcalinidade, sendo utilizados também para restauração de madeiras antigas.

- Resinas acrílicas: entre os produtos para madeira, é utilizada principalmente naqueles a base d'água. Formam-se a partir de reações de polimerização.

Os solventes são os elementos voláteis e correspondem à parte líquida das tintas e vernizes. Podem ser orgânicos, subdivididos em hidrocarbonetos (alifáticos, aromáticos ou terpênicos), oxigenados (incluem alcoóis, acetatos, cetonas, ésteres), clorados ou de base aquosa. A escolha do solvente deve basear-se na resina que compõe a tinta ou verniz, bem como a forma de aplicação. Os solventes orgânicos são elementos que afetam diretamente a qualidade do ar, devido às emissões dos compostos orgânicos voláteis (COVs), e por isso existe um esforço atualmente em se diminuir o uso destes solventes. Para isso vêm sendo utilizadas diversas alternativas, sendo a principal a utilização de base aquosa nas tintas e vernizes, empregando a água como fase volátil e uma pequena quantidade de líquidos orgânicos compatíveis. Outras alternativas são o aumento do teor de sólidos nos produtos, o desenvolvimento de tintas em pó, sistemas de cura por ultra-violeta, e outras (SÃO PAULO, 2006).

O processo de secagem ou cura ocorre quando a parte sólida da mistura forma uma película que adere à superfície pintada, após a evaporação do componente volátil, que pode ocorrer de diversas formas. Nas tintas e vernizes utilizados para madeira, os processos de formação do revestimento mais comuns de acordo com Fazenda (2008) são:

- Evaporação do solvente: o solvente evapora após a aplicação, formando uma película sólida dura, flexível e aderente à superfície pintada. Como a película permanece sensível ao solvente, trata-se de um processo físico e reversível. Ex.: lacas nitrocelulósicas e acrílicas.

- Secagem oxidativa: o revestimento se forma através de uma reação química entre os grupos reativos da resina sob ação do oxigênio do ar e efeito

catalítico²⁴ dos aditivos secantes presentes na fórmula. Ex.: tinta a óleo e esmaltes sintéticos.

- Reação entre dois componentes à temperatura ambiente: o revestimento se forma por meio de uma reação química que ocorre entre a resina base e um agente catalisador. Ex.: tintas epóxi e vernizes poliuretânicos.

- Ação de energia radiante sobre a tinta aplicada: a cura ocorre com uma reação química entre a resina, o solvente específico e aditivos fotoiniciadores. A reação geralmente ocorre pela exposição à luz solar (UV) em períodos de curta exposição e à temperatura ambiente. Ex.: vernizes e tintas UV utilizados em revestimentos e mobiliário.

Os vernizes são os produtos mais populares na indústria de madeira para ambientes internos. Transparentes e levemente pigmentados, penetram de 2 a 3 mm na madeira e as versões incolores apresentam baixa proteção contra raios UV (NENNEWITZ, *et al.* 2008). Podem ser aplicados sobre seladores e tingidores e estão disponíveis em diversas tipologias e formulações, variando características como brilho e secagem (SILVA *et al.*, 2003), conforme mostra o Quadro 4.

²⁴ Efeito catalítico ou catálise são expressões que se referem ao processo de aceleração de uma reação química, o qual ocorre através do acréscimo de outras substâncias químicas (catalisadores) à fórmula inicial.

TIPOLOGIA	RESINA BASE	CURA (SECAGEM)	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Verniz copal	Alquídica	Evaporação do solvente	Uso exclusivamente interno. Transparente, película de resistência média.
Verniz marítimo	Alquídica / Alquídica uretanizada	Evaporação do solvente	Uso interno/externo. Resistente, pouca espessura, diversos acabamentos. Mais usado em portas e caixilhos, decks e peças em contato com a água
Verniz sintético	Alquídica	Evaporação do solvente	Velocidade de secagem lenta.
Verniz tingidor	Alquídica	Evaporação do solvente	Altera a cor do substrato.
Verniz filtro solar	Alquídica / Alquídica uretanizada	Cura UV / Evaporação do solvente	Protege contra a radiação solar.
Verniz poliuretânico	Poliuretânica (alquídica uretanizada)	Reação com catalisador à temperatura ambiente	Possui alta resistência e é muito utilizado na indústria moveleira. Altamente tóxico no processo de pintura e aplicação.
Verniz restaurador	Fenólica	Reações diversas entre os componentes à temperatura ambiente	Utilizado em esquadrias e beirais, de uso interno e externo, tem filtro solar de alto desempenho e resistente às intempéries. Recomendado para restauração de madeiras antigas.
Verniz à base d'água	Acrílica / alquídica uretanizada	Evaporação do solvente / reação com catalisador à temperatura ambiente	Utiliza água como maior parte do solvente, sendo a opção menos agressiva e mais adequada para uso interno.

QUADRO 4 - ALGUMAS TIPOLOGIAS DE VERNIZES PARA MADEIRA DISPONÍVEIS NO MERCADO BRASILEIRO

FONTE: A autora, baseado em Fazenda (2008).

De acordo com SILVA *et al.* (2003), as tintas são “conhecidas, vulgarmente, como vernizes que contêm pigmentos”. São geralmente utilizadas sobre os *primers* ou fundos (serão discutidos a seguir) e alteram totalmente a aparência da madeira. As tintas utilizadas para pintura de superfícies em madeira são os esmaltes e a tinta a óleo, como pode ser observado nos exemplos do Quadro 5, a seguir.

TIPOLOGIA	RESINA BASE	CURA (SECAGEM)	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Tinta a óleo brilhante	Alquídica	Evaporação do solvente	Aparência similar ao esmalte, porém com mais brilho, possui secagem lenta, baixa resistência às intempéries, facilidade de amarelecimento, entre outras características que a fizeram perder espaço no mercado.
Esmalte sintético	Alquídicas	Evaporação do solvente	Velocidade de secagem lenta.
Esmalte a base d'água	Acrílica / alquídica uretanizada	Evaporação do solvente / reação com catalisador à temperatura ambiente	Utiliza água como maior parte do solvente, sendo a opção menos agressiva e mais adequada para uso interno.
Esmalte poliuretânico texturizado (gofrato)	Poliuretânica (alquídica uretanizada)	Reação com catalisador à temperatura ambiente	Elevada flexibilidade e resistência química. Muito utilizado na indústria moveleira.
Laca	Nitrocelulose / alquídica	Evaporação do solvente	Pintura de alto brilho, muito utilizada na indústria moveleira.
Esmalte epóxi	Epóxi	Reação com catalisador à temperatura ambiente	Tem acabamento brilhante e apresenta grande durabilidade, resistência à umidade e abrasão, dureza e aderência. Não utilizado em madeiras resinosas.

QUADRO 5 - ALGUMAS TIPOLOGIAS DE TINTAS PARA MADEIRA DISPONÍVEIS NO MERCADO BRASILEIRO

FONTE: A autora, baseado em Fazenda (2008).

Nos Quadros 4 e 5 não foram citados os principais solventes utilizados na fabricação das tintas e vernizes porque há uma grande variedade de solventes orgânicos (utilizados nas tintas sintéticas), os quais variam de acordo com o fabricante e qualidades variadas desejadas para um produto específico. Nas tintas de base aquosa, o principal solvente utilizado é a água, aliado a uma pequena porcentagem de solvente orgânico, utilizado neste caso para acelerar o processo de cura. Com relação aos produtos utilizados para diluição das tintas, usa-se, além da água nos produtos de base aquosa, thinner e aguarrás, sendo o primeiro em geral à base de solventes oxigenados, e o segundo, à base de hidrocarbonetos. Um dos principais fabricantes de produtos do gênero destinados à madeira²⁵ orienta que o thinner é um diluente apropriado para produtos de secagem rápida e a base de

²⁵ Tintas Renner Sayerlack. Disponível em: < http://www.sayerlack.com.br/wp-content/themes/sayerlack/material_tecnico/Linha_Complementar/Diluentes.pdf>. Acesso em: 20/06/2011.

nitrocelulose, enquanto a aguarrás, para produtos sintéticos de secagem mais lenta, com a advertência de que não devem ser utilizados de forma inversa. Além disso, o fabricante afirma que ambos não devem ser utilizados em produtos de base aquosa.

A evaporação do solvente, principalmente na primeira etapa de formação do revestimento após a aplicação da tinta ou verniz, é a principal origem das emissões resultantes da sua utilização constituídas principalmente por compostos orgânicos voláteis – COVs. No entanto, mesmo que com taxas variadas de decaimento, as emissões gasosas continuam ocorrendo durante o ciclo de vida destes produtos, até serem quase que extintas. Essas emissões podem resultar em efeitos à saúde dos ocupantes dos edifícios, os quais serão citados ao fim desta sessão. Contudo, vêm crescendo atualmente as opções de tintas que utilizam base aquosa no mercado, e estas já representam 80% de todas as tintas consumidas pelo setor da construção civil. O uso de água ao invés de solventes voláteis reduz significativamente as emissões tóxicas gasosas, já que a parte volátil deste tipo de tintas é constituída, em média, por 98% de água e 2% de compostos orgânicos (SÃO PAULO, 2006).



FIGURA 11 - MÓVEL COM REVESTIMENTO EM GOFRATO (ESMALTE POLIURETÂNICO TEXTURIZADO)



FIGURA 12 - MÓVEL LAQUEADO (LACA DE ALTO BRILHO À BASE DE RESINA NITROCELULÓSICA)

4.2.2.2 Complementos

Os complementos são produtos que auxiliam na fixação, duração, proteção e aplicação de tintas e vernizes. Os complementos para madeira relacionados à

pintura e envernizamento que são mais utilizados são os seladores e fundos (também conhecidos como *primers*). Os seladores têm como objetivo selar a superfície da madeira, fechando poros e espaços intercelulares, evitando ganho e perda de água e preparando a superfície para o acabamento final. Há seladores que servem também de acabamento final, obtendo-se como resultado uma “película nivelada e transparente, destacando a grã da madeira” (SILVA *et al.*,2003). Já os fundos, são variações dos seladores que possuem pigmentos, geralmente de cor branca, e tem a finalidade de cobrir madeiras cuja estética não agrada o usuário, ou para a retirada de marcas e depressões.

Fazenda (2008) destaca alguns dos principais complementos utilizados para superfícies em madeira:

- Selador nitrocelulose (à base de resina nitrocelulósica, a qual é responsável pela aderência à superfície);
- Selador à base d'água (de secagem rápida, alta penetração, baixo odor, preserva a cor natural da madeira);
- Fundo sintético nivelador (além de preparar a superfície em madeira para receber a pintura, nivela e preenche sulcos e imperfeições);
- Fundo à base d'água (em geral utilizado antes da pintura com esmalte à base d'água);
- Isolante para madeira à base d'água (utilizado para solucionar a migração de resinas em madeiras duras e resinosas e aumentar a durabilidade da pintura).

Os fundos e seladores utilizam as mesmas resinas do produto de acabamento que será utilizado, favorecendo a aderência no substrato. A composição dos complementos é similar a das tintas e vernizes, e por isso, estes produtos também apresentam emissões de COVs e, quanto à toxicidade, demandam os mesmos cuidados no manuseio.

4.2.2.3 Impregnantes

Os produtos impregnantes, conhecidos como *stains*, são métodos de tratamento superficial, e têm como objetivo tratar a superfície em madeira, ampliando a sua durabilidade e resistência a ataques de insetos xilófagos e fungos, repelindo também a umidade. Não formam películas como os vernizes, em sua grande maioria penetram deixando um filme quase que imperceptível. Os *stains* têm elevada resistência à radiação solar, e destacam o aspecto natural da madeira, sem dar brilho ou outros acabamentos na superfície. São utilizados diretamente sobre a madeira, pois o uso de seladores impediria a penetração e a ação do *stain* (FAZENDA, 2008).

Os *stains* também são caracterizados pelas emissões de compostos orgânicos voláteis. As emissões provenientes do material são caracterizadas por processos de evaporação da superfície e de difusão interna. O tempo total de emissões pode ser dividido em três períodos. No primeiro, logo após a aplicação, as emissões são caracterizadas pela evaporação e por um alto e rápido decaimento das emissões. Este período dura aproximadamente três horas e corresponde à emissão de aproximadamente 36% da massa total de COVs a ser emitida. O segundo período é de transição entre a evaporação e a difusão, e leva de três a seis horas, com 3% da massa total de COVs emitida. O terceiro período, ao contrário do primeiro, é caracterizado por um baixo e lento decaimento das taxas de emissões. Neste período é emitida 61% da massa total de COVs, cujo tempo das emissões é variável de acordo com o produto utilizado e refere-se ao período de utilização dos ambientes internos com o material já aplicado (ZHANG *et al.*, 1998).



FIGURA 13 - SÓTÃO DE RESIDÊNCIA COM PISO, FORRO E ESTRUTURA TRATADOS COM *STAIN* IMPREGNANTE

4.2.2.4 Óleos e ceras

Os óleos e ceras são geralmente utilizados após o processo de usinagem e tratamento nas superfícies de madeira, a fim de proteger, limpar e conservar os acabamentos (SILVA *et al.*,2003). As ceras são utilizadas diretamente sobre a superfície de madeira, sobre uma ou mais demãos de óleo diluído, ou para manutenção de superfícies envernizadas. Os óleos podem ser utilizados sem outros complementos ou com a aplicação de cera, no entanto, não podem ser utilizados antes da aplicação de vernizes e esmaltes, pois não há compatibilidade entre resinas e óleos, ocorrendo destruição precoce do acabamento e ausência de fixação sobre o substrato resinoso (REMADE, 2007). As informações abaixo foram obtidas junto a um fabricante (General Iron Fittings²⁶). Alguns exemplos de produtos dessa natureza são:

- Óleo de tungue: originário da planta oriental de mesmo nome, tem ação impregnante e acabamento elástico, é adequado a substratos porosos e confere à madeira cor amarelada e acabamento acetinado.

- Óleo de linhaça: exige a aplicação de fungicidas antes da aplicação do óleo. O acabamento semi-brilhante e transparente escurece com o tempo e pode deixar manchas, mas é considerado resistente a riscos superficiais.

- Cera de carnaúba: disponível em cores e acabamentos variados, é indicada para móveis e outros revestimentos em madeira e considerada de boa durabilidade. Entre os outros produtos pesquisados, é o único que não aparece como ecológico, natural e atóxico, pois utiliza outros produtos químicos em sua composição, como os aldeídos.

- Cera de abelha: de acabamento acetinado, protege madeiras absorventes contra o ressecamento e é recomendada para objetos que tem contato com a pele, por ser atóxica e sem silicone ou aditivos. Pode ser utilizada para proteção de utensílios de cozinha.

Apesar de a grande maioria destes produtos ser considerada natural, sabe-se que alguns são utilizados com solventes voláteis, podendo ocorrer emissões de

²⁶ Disponível em: <<http://www.ironfittings.com.br/>>. Acesso em: 22/06/2011.

COVs, de forma similar à que ocorre nas tintas e vernizes. A cera de carnaúba é um bom exemplo: é frequentemente utilizada juntamente com solventes e formaldeído, e vem sendo pesquisada com relação à sua toxicidade. Neste sentido, é relevante notar que nem sempre os produtos de origem natural são realmente isentos de emissões ou atóxicos. A terebentina, por exemplo, é um solvente de origem natural obtido da destilação de resinas de coníferas, constituída principalmente por terpenos. Com diversas possibilidades de uso em tintas e vernizes, este solvente é orgânico e também apresenta emissões de COVs.

4.2.2.5 Acabamentos mais comuns para painéis de madeira composta

Entre a variedade de produtos citados acima, muitos são utilizados também nos painéis de madeira composta, principalmente algumas tintas e vernizes, utilizados para a confecção dos acabamentos mais utilizados para este tipo de painéis: laminação, pintura laca e esmalte poliuretânico texturizado (ou gofrato, conhecido popularmente como “fórmica líquida”). Em visita a uma fábrica de móveis em Curitiba, pôde ser verificado o processo de laminação com lâminas naturais de madeira e pintura dos painéis, o qual pode ser observado na Figura 14.



FIGURA 14 - PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE PAINÉIS DE MDF

O primeiro passo da laminação envolve a escolha dos materiais e acabamentos a serem utilizados, incluindo a tipologia de madeira composta e a lâmina a ser utilizada. Após aplicar a cola de contato nestas duas superfícies, o

marceneiro as aquece e seca para melhorar a aderência e faz a colagem. Em seguida, regulariza a superfície, corta os excessos e faz o lixamento da peça, que fica como na imagem 8. O painel segue para a pintura (aplicação de verniz), mas antes são dadas duas demãos de selador (fundo transparente), intercaladas com secagem e lixamento, e posteriormente é feita a pintura com verniz fosco PU (poliuretânico). O processo de pintura do gofrato fosco e da laca brilhante é similar, porém, exclui a etapa de laminação e utiliza fundo na cor da tinta.

Além das lâminas de madeira naturais, a laminação pode ser feita com os laminados decorativos de alta resistência, ou laminados melamínicos. O processo dispensa toda a etapa de pintura e restringe-se à colagem do laminado sobre as chapas cruas.



FIGURA 15 - LAMINADOS DECORATIVOS DE ALTA RESISTÊNCIA

Após concluída a etapa de revestimento e acabamento, os produtos utilizados nos móveis e painéis comportam-se como já descrito no item tintas e vernizes, apresentando emissões de COVs. No que se refere à laminação, cabe ainda um alerta com relação à cola de contato utilizada: em sua composição são utilizados solventes alifáticos e oxigenados, aumentando as emissões de COVs durante o processo de fabricação.

Além destes acabamentos, uma solução com menor custo e maior rapidez na fabricação dos móveis são os painéis com revestimento laminado de baixa pressão (BP), ou revestimento melamínico. Tais painéis já são prontos para utilização e dispensam pinturas e outros acabamentos. O laminado de baixa pressão é uma “lâmina celulósica impregnada com resina melamínica que com alta temperatura e pressão é fundida aos painéis de madeira, resultando em um painel

pronto para uso” (ABIPA, 2011). Há uma grande diversidade de padrões feitos em BP no mercado: unicolores, madeirados (imitando madeiras variadas, e em alguns casos com texturas que imitam os veios naturais) ou fantasia (imitando outros materiais como, por exemplo, o couro). O BP é mais resistente que os materiais que recebem lâminas e pinturas, apresentando resistência a riscos. Há ainda outra opção: a chamada “lâmina ecológica” ou *finish foil* (FF), que também é uma lâmina celulósica, no entanto, é envernizada e laminada sobre o MDF, com diversidade de padrões similar ao BP, mas com acabamentos variados que podem ser reenvernizáveis ou já com vernizes de alto brilho ou semi-fosco.



FIGURA 16 - EXEMPLOS DE PADRÕES DE CHAPAS DE MDF COM REVESTIMENTO DE BAIXA PRESSÃO (BP)

Como já citado anteriormente, os painéis derivados de madeira apresentam, em geral, emissões de formaldeído, devido à resina uréia-formaldeído utilizada na sua fabricação. Contudo, os materiais de revestimento de superfície citados neste item podem reduzir as emissões de formaldeído dos painéis. Em seu estudo, Kim *et al.* (2010) examinou o nível de formaldeído e emissões totais de COVs emitido por painéis com diferentes acabamentos de superfície a fim de verificar a capacidade de cada material de reduzir tais emissões. Como resultado, verificou que diversos produtos similares ao BP e ao FF mostraram reduções significativas nas emissões de formaldeído medidas em uma câmara de pequenas dimensões. Contudo, as superfícies que empregam laminados, pinturas e vernizes, apesar de reduzir as emissões de formaldeído, aumentaram substancialmente as emissões totais de COVs. O material que apresentou melhores resultados para os dois casos foi o revestimento de superfície em PVC, que reduz as emissões de COVs e formaldeído.

Contudo, como já mostrado no QUADRO 1, o PVC apresentam emissões de compostos orgânicos semivoláteis e emissões extremamente tóxicas durante a combustão. Para se obter o resultado mais adequado, devem ser analisadas as diversas condições de instalação do móvel ou revestimento e os produtos a serem utilizados, bem como condições de renovação de ar do ambiente. Em geral, ainda não há produtos completamente isentos de toxicidade ou emissões gasosas, devendo-se atentar às soluções cabíveis para cada caso, em busca da melhor opção disponível.

4.2.3 Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) e efeitos à saúde humana

Conforme destacado até o momento, os compostos orgânicos voláteis são os compostos mais emitidos pelos produtos analisados neste estudo. Embora já tenham sido comentados alguns sintomas diretamente relacionados à exposição a tais compostos, este item visa caracterizá-los e destacar outros sintomas agudos e crônicos, evidenciando a necessidade de maiores cuidados e atenção ao se especificar produtos para uso no ambiente construído.

Carmo e Prado (1999) definem brevemente os compostos orgânicos voláteis como aqueles que contêm carbono e hidrogênio (orgânicos), e que se volatizam à temperatura ambiente (voláteis). Estão presentes na grande maioria dos solventes sintéticos e adesivos, e em outros materiais. Jones (1999) afirma que as concentrações de COVs são muito maiores em edifícios novos ou após reformas. Segundo o autor, isso ocorre porque muitos compostos são emitidos em maiores proporções em um curto período de tempo logo após a aplicação, com decaimento rápido e exponencial das emissões que, após esse período inicial, prosseguem em menores concentrações.

Os sintomas associados à exposição podem ser agudos ou crônicos, sendo pessoas asmáticas ou com problemas respiratórios mais suscetíveis, mesmo sendo um curto período de exposição (JONES, 1999). Entre alguns sintomas agudos pode-se citar: cansaço, dores de cabeça, tonturas, fraqueza, sonolência, irritação dos olhos, da pele e do sistema respiratório. Altas concentrações de COVs são narcóticos potenciais e podem provocar depressão do sistema nervoso central

(MARONI; SEIFERT; LINDVALL, 1995²⁷, *apud* JONES, 1999). Em concentrações extremas, alguns COVs podem resultar em comprometimento da função neurocomportamental (BURTON, 1997²⁸, *apud* JONES, 1999). Jones (1999) relaciona alguns sintomas a valores de concentração de COVs no ambiente: 0,025 mg/m³ pode provocar dores de cabeça, sonolência, fadiga e confusão. Concentrações maiores de 0,188 mg/m³ de compostos como o tolueno podem provocar letargia, tonturas e confusões. Estes sintomas podem progredir ao coma, convulsões e morte com níveis próximos a 35 mg/m³, no entanto, concentrações tão altas nunca foram verificadas em ambientes não industriais. Além destes sintomas, exposições contínuas a longo prazo podem resultar em efeitos crônicos e cânceres, já que muitos COVs testados em animais em laboratório são comprovadamente carcinogênicos.

Além destes sintomas, um composto pode reagir com outros, processo chamado de sinergia, e provocar sintomas mais graves à saúde. Devido ao fato de não se conhecer por completo a toxicidade e os efeitos à saúde provocados pelos COVs, a sugestão é que a exposição a estes compostos seja sistematicamente reduzida, principalmente no que diz respeito aos materiais de construção e produtos utilizados no ambiente construído (CARMO e PRADO, 1999).

4.2.3.1 Formaldeído

O formaldeído também é um composto orgânico volátil e faz parte da família dos aldeídos. Por ser um importante e grave poluente, utilizado em diversos materiais de construção e também muito frequente nos interiores, merece alguns comentários à parte dos já realizados para os demais COVs. Carmo e Prado (1999) descrevem o formaldeído como incolor, com odor pungente e influenciado quimicamente pela temperatura e umidade, podendo ser encontrado em estado gasoso, solução aquosa e como polímero sólido. Por ser extremamente solúvel em água, pode facilmente irritar qualquer parte do corpo humano que contenha umidade, como os olhos e o trato respiratório superior. Assim como outros COVs, é

²⁷ MARONI, M.; SEIFERT, B.; LINDVALL, T. **Indoor Air Quality – a Comprehensive Reference Book**. Elsevier:Amsterdam, 1995.

²⁸ BURTON, B. T. Volatile organic compounds. In: BARDANA, E. J.; MONTANARO, A. **Indoor Air Pollution and Health**. Marcel Dekker: New York, 1997, pp. 127-153.

mais frequente nos edifícios recém construídos ou após reformas, sendo um componente de diversos materiais de construção, como aqueles já citados (chapas de madeira composta, adesivos e tintas) e ainda espumas de isolamento, papel de parede, vidro e outros. Os autores afirmam ainda que a simples presença humana e as atividades desenvolvidas em ambientes fechados podem aumentar as concentrações de formaldeído. Além disso, as emissões do gás aumentam com o aumento de temperatura e umidade, e reduzem com maiores taxas de troca de ar com o meio externo.

Os efeitos associados à exposição ao formaldeído podem estar relacionados à inalação ou ao contato direto. Concentrações inferiores a $1,2 \text{ mg/m}^3$ podem resultar em espirros, tosse ou irritação nos olhos, embora os sintomas desapareçam após um período de exposição. Sabe-se também que os vapores de formaldeído são irritantes para a pele e para o trato respiratório (JONES, 1999). Carmo e Prado (1999) afirmam ainda que, por ser muito tóxico, o formaldeído pode provocar destruição do revestimento interno nasal, com redução da capacidade do sistema respiratório em reter partículas e micróbios, resultando em doenças respiratórias. Náuseas, reações alérgicas e chiados durante a respiração também foram associados a concentrações de formaldeído nos ambientes internos. Além destes sintomas, como já citado no item 2.2.5.1, o formaldeído já é considerado comprovadamente como carcinogênico.

Apesar da proibição do benzeno e de restrições ao uso e manipulação de determinados compostos, as legislações e instruções normativas brasileiras ainda não fazem referência a concentrações máximas de COVs e formaldeído nos interiores. Como referência e a título de curiosidade, a legislação portuguesa cita como concentração máxima de formaldeído para obtenção de certificado de QAI $0,1 \text{ mg/m}^3$, e de COVs, $0,6 \text{ mg/m}^3$ (PORTUGAL, 2006). Carmo e Prado (1999) afirmam que o nível usual de formaldeído no ar interno e externo é de $0,36 \text{ mg/m}^3$ – mais de três vezes o sugerido na legislação portuguesa para obtenção da certificação.

4.2.4 Procedimento adequado para uso dos produtos

De acordo com o levantamento realizado neste item, nota-se que de fato não existe entre os produtos mais utilizados e disponíveis no mercado artigos

completamente isentos de emissões tóxicas em alguma fase do ciclo de vida. O que se nota é uma progressiva preocupação com a questão da presença dos compostos orgânicos voláteis em ambientes internos, fato que vem incentivando o desenvolvimento de produtos com emissões reduzidas e menos agressivos, como por exemplo, as tintas à base de água. Sabe-se que tais produtos não deixarão de ser utilizados, nem surgirão novos produtos completamente adequados a fim de substituir os itens hoje no mercado por outros de igual função, qualidade e durabilidade e sem nenhum prejuízo à qualidade do ar em um curto período de tempo. Por isso, além das pesquisas e desenvolvimento de novos produtos e métodos (os quais serão discutidos a seguir) é necessário destacar maneiras corretas e mais adequadas para se utilizar os produtos que estão à disposição de profissionais e consumidores. Tais informações têm como objetivo reduzir os prejuízos causados pelos diversos produtos utilizados no ambiente construído na qualidade do ar, tanto durante sua aplicação quanto durante a ocupação do edifício.

4.2.4.1 Cuidados na manipulação de tintas e vernizes durante a fabricação e pintura de painéis

Além das emissões de COVs durante a vida útil do acabamento, é válido ressaltar que são necessários cuidados especiais durante a sua manipulação e aplicação. Os produtos sintéticos, com relação à toxicidade, são considerados irritantes para a pele, olhos e trato respiratório, podendo causar efeitos narcóticos e irritação do trato respiratório em uma única exposição, conforme prescrito nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) de alguns produtos disponíveis no mercado. Já os produtos bicomponentes à base de resina epóxi e poliuretânica, os quais utilizam catalisadores para a cura, são considerados de altíssima toxicidade durante a manipulação devido à presença de poliisocianatos (FAZENDA, 2005). Devido à evidente toxicidade na manipulação, os EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) para o setor de pintura e envernizamento de madeira são: jaqueta e calça ou macacões em lona, capacete de segurança, óculos de segurança (modelo ampla visão com furos laterais para ventilação), protetores auriculares de inserção ou abafadores de ruído, respiradores com filtros para produtos químicos, luvas de borracha e botas de couro com biqueira (SILVA *et al.*,2003).

Embora seja de extrema necessidade a utilização do EPI, muitos trabalhadores se recusam a utilizá-lo. Durante a visita realizada à fábrica já comentada, um funcionário que não utilizava o equipamento foi entrevistado e informou que os produtos poliuretânizados são extremamente fortes e a aplicação não pode ser realizada sem máscaras. O mesmo informou também que com frequência sente dores de cabeça ao sair do trabalho, mas as irritações nos olhos e vias aéreas são mais raras, pois, segundo ele, já está habituado ao trabalho e por isso, dispensa o uso do EPI completo, utilizando máscaras apenas para a pintura com tintas e fundos poliuretânicos.

É de extrema importância que trabalhadores tenham consciência da gravidade de ficarem expostos diretamente a tais produtos e utilizem equipamentos de proteção adequados. No caso de revestimentos já instalados nos edifícios, deve se realizar a aplicação dos acabamentos com EPI e prover ventilação adequada, o que favorecerá tanto os trabalhadores presentes no recinto quando a velocidade de cura dos acabamentos. Além disso, é muito importante eliminar resíduos do ambiente. No caso das fábricas e indústrias moveleiras, os contaminantes têm de ser eliminados por um sistema de exaustão, que visa coletar impurezas ou pó de partículas, bem como o excesso de produtos aplicados, armazenando os resíduos fora do ambiente a fim de mantê-lo limpo (SILVA *et al.*,2003). As figuras abaixo mostram o sistema de exaustão de uma sala de pintura.



FIGURA 18 - EXAUSTORES EM SALA DE PINTURA DE MÓVEIS E PAINÉIS



FIGURA 17 - TUBULAÇÃO DE SAÍDA DOS RESÍDUOS

A fim de evitar contaminação do ar de outros ambientes no local de fabricação dos móveis, o setor de pintura deve ser isolado da área restante, assim como o setor de secagem, conforme mostram as imagens abaixo.



FIGURA 19 - SALA DE SECAGEM,
DENTRO DO SETOR DE PINTURA



FIGURA 20 - SALA DE PINTURA
ISOLADA DE OUTROS SETORES

A atividade de pintura a pistola com esmaltes, tintas, vernizes e solvente contendo hidrocarbonetos aromáticos é considerada pela NR-15 – Atividades e operações insalubres (BRASIL, 1978) como grau máximo de insalubridade, e o emprego de isocianatos em produtos poliuretânicos, de grau médio. É de vital importância que a legislação ambiental e demais normas vigentes sejam seguidas à risca no setor, a fim de manter a integridade física dos trabalhadores.

4.2.4.2 Ventilação – edifícios e arquitetura

Não sendo possível eliminar por completo as fontes de contaminantes nos interiores das edificações, é necessário ventilá-los ao máximo a fim de diluir suas concentrações para que não mais representem um fator de ameaça. A renovação do ar é fundamental em qualquer edifício, tanto para diluição das concentrações de poluentes, interferindo na qualidade física, química e biológica do ar, quanto para obtenção do conforto térmico sem necessidade de climatização artificial.

Cunha (2010) destaca que apesar da ventilação ter importância reconhecida na arquitetura, a concepção de sistemas de ventilação natural não vem sendo realizada eficientemente devido a dois fatores principais: a necessidade de minimização de custos (tanto na especificação de materiais quanto nas técnicas construtivas) e a execução de projetos inadequados. Segundo o autor, o segredo do

êxito do projeto de ventilação natural está na ideia de permeabilidade entre as esquadrias externas e internas e os vãos nos interiores. Para isso, é necessário garantir um fluxo permanente de ar considerando as diferenças de pressão originadas pelos ventos e variações de temperaturas, vitais para o estabelecimento da ventilação espontânea. Deve-se notar que a obtenção de um fluxo permanente de ar não é possível quando há nos edifícios portas internas sem dispositivos de ventilação. A fim de manter a privacidade visual, sem comprometer a renovação do ar, sugere-se a criação de esquadrias com bandeiras móveis, venezianas inferiores e superiores, aberturas laterais às portas e outros elementos arquitetônicos diversos que mantenham a permeabilidade necessária para renovação e manutenção da qualidade do ar interior. É importante que tais elementos possibilitem o controle de fluxos de ar, já que para ocorrer a ventilação higiênica e de conforto é necessário que as esquadrias possibilitem movimentos de ar em diferentes alturas.

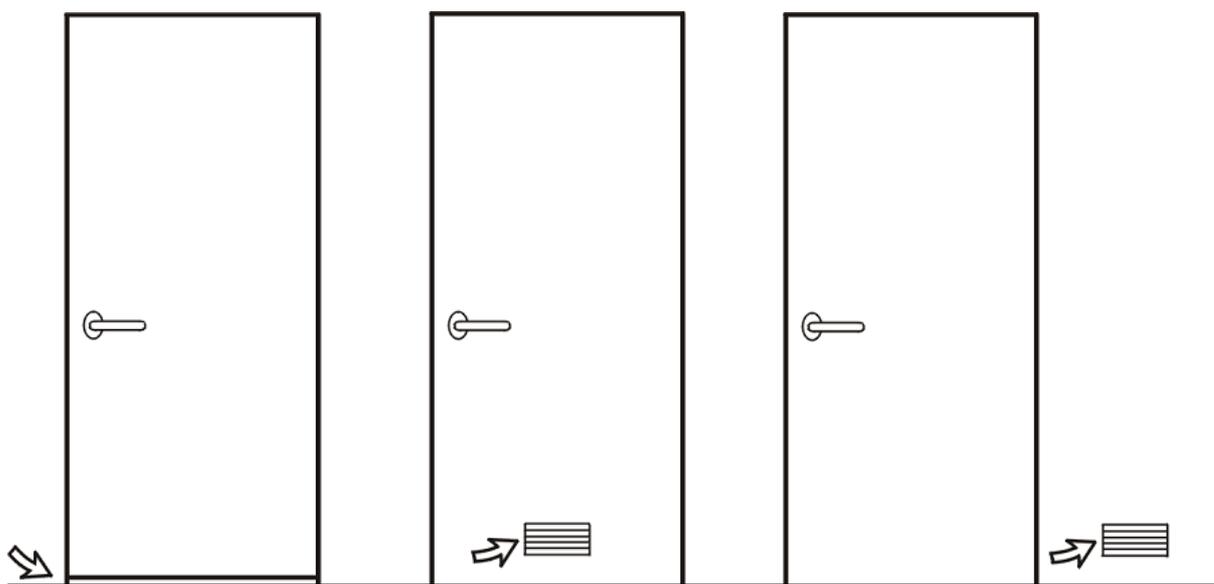


FIGURA 21 - PERMEABILIDADE DAS ESQUADRIAS INTERNAS

FONTE: Viegas (2011), adaptado pela autora.

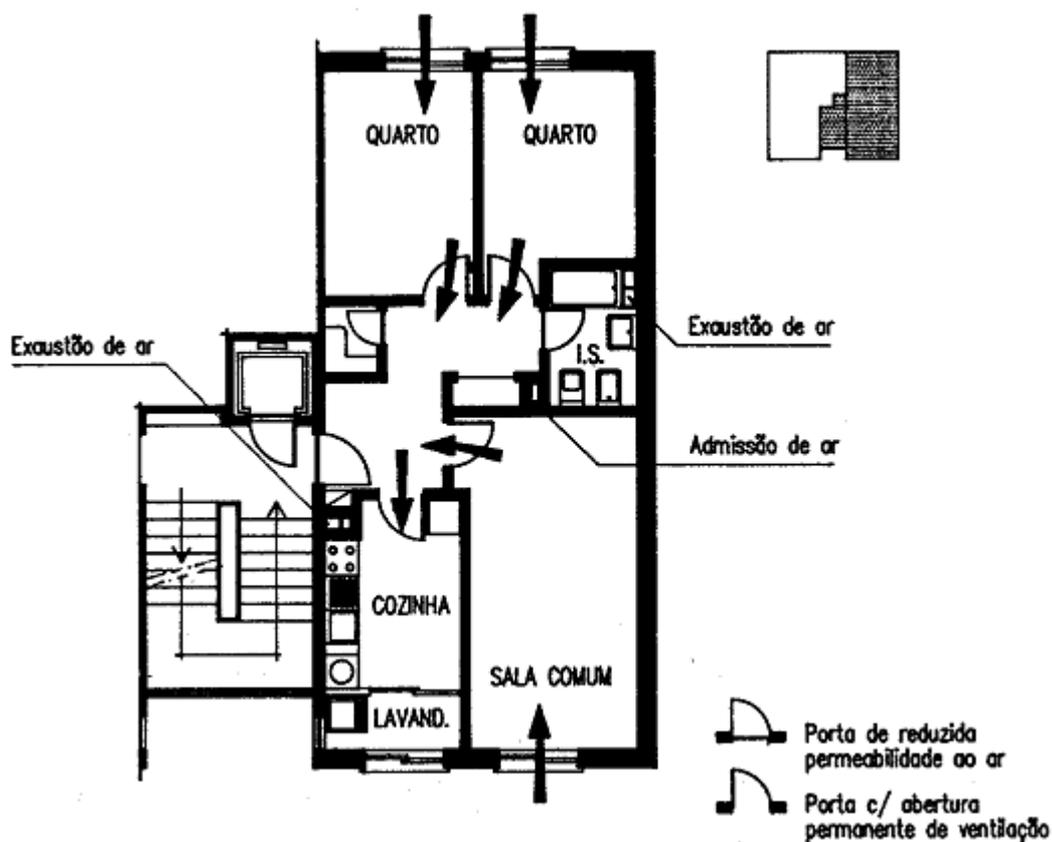


FIGURA 22 - CIRCULAÇÃO DO AR EM AMBIENTES INTERNOS

FONTE: Viegas, 2011.

Por esta razão, o projeto dos sistemas de esquadrias é um aspecto fundamental para a manutenção térmica e químico-biológica do ar. O controle das aberturas, seu posicionamento e a proteção solar utilizada são requisitos essenciais no projeto das esquadrias. Estes requisitos são importantes porque permitem a variação e o controle do fluxo de ar, que pode variar de fluxos menos intensos para ventilação higiênica em períodos mais frios ou ventilação de conforto em períodos de umidade do ar acima da média ou ainda de altas temperaturas. Para um projeto adequado dos sistemas de esquadrias também é vital conhecer o vento incidente no local em que será concebido o projeto, bem como as variáveis do entorno (afastamentos) e ainda alguns detalhes associados ao ambiente interno: volume e geometria, obstruções internas, ocupação e atividade. O sistema de ventilação natural, para permitir a ventilação cruzada, deve ter aberturas para a entrada do ar na zona de alta pressão (onde há incidência do vento), e saída do ar nas zonas de baixa pressão, sendo a orientação das aberturas a mais frontal possível

(MASCARÓ, 1985²⁹, *apud* CUNHA, 2010). Também é importante que o arquiteto esteja atento à configuração do espaço externo, que pode minimizar os efeitos do calor excessivo em dias quentes e ao mesmo tempo permitir o aproveitamento da radiação solar em períodos frios. O projeto de paisagismo desempenha funções diversas nas edificações, e deve se preocupar com o seu desempenho microclimático.

Além das esquadrias e da renovação do ar, outro fator que influencia diretamente nas concentrações de compostos químicos nos ambientes internos é a dimensão dos cômodos. Salas menores e com volume de ar restrito tendem a ter maiores concentrações de poluentes. Cômodos integrados e amplos favorecem a diluição das concentrações e reduzem os riscos à saúde provocados pelos diversos contaminantes a que os ocupantes estão expostos.

4.2.5 Síntese e discussão

Nesta sessão foram discutidos os principais produtos e métodos para o tratamento de superfícies em madeira, bem como cuidados durante a manipulação e prejuízos à qualidade do ar interior e à saúde humana. Pode-se notar que é de extrema importância a análise e investigação dos produtos disponíveis no mercado antes da especificação e utilização em ambientes internos. Outra questão a ser destacada é que, infelizmente, ainda não existem produtos completamente isentos de compostos químicos e emissões prejudiciais em substituição a ampla variedade de produtos sintéticos disponíveis hoje no mercado. É vital verificar condições específicas de cada ambiente e cada edifício e, ao optar por um ou outro produto, verificar a opção menos tóxica e agressiva aos ocupantes. Além disso, nota-se a necessidade de conscientização do público leigo e de trabalhadores que manipulam tais materiais tóxicos quanto à sua periculosidade. Deve-se buscar maior conhecimento sobre o que se usa nos interiores. Já os especificadores, devem procurar obter informações sobre as características específicas e composição dos produtos que são especificados. Incentiva-se ainda a pesquisa e a busca por novos

²⁹ MASCARÓ, L. **Energia e edificação: estratégias para minimizar seu consumo**. Ed. Projeto: São Paulo, 1985.

produtos mais saudáveis capazes de reproduzir acabamentos com qualidade e aparência similar àqueles que devemos evitar.

4.3 PRODUTOS E MÉTODOS ALTERNATIVOS COM INFLUÊNCIA REDUZIDA NA SAÚDE HUMANA

Apesar da relevância das questões levantadas nos itens anteriores, relacionadas à influência dos produtos para preservação da madeira e tratamento de superfícies na qualidade do ar nos interiores e na saúde humana, sabe-se da real necessidade de se utilizar produtos com tais finalidades, seja para o uso do material de forma segura e duradoura, ou ainda para a composição de superfícies com acabamentos variados. Neste sentido, vêm sendo pesquisadas formas alternativas para preservação, bem como novos produtos para tratamento de superfícies, os quais buscam utilizar produtos naturais menos nocivos ou até mesmo inofensivos à saúde humana. O uso das técnicas e preservativos alternativos permitirá o aumento da durabilidade da madeira e, conseqüentemente, da sua vida útil, com efeitos mínimos aos seres vivos e ao meio ambiente (STUMPP, 2006).

4.3.1 Produtos e métodos alternativos para preservação da madeira

Embora exista um número reduzido de produtos e de pesquisas sobre o assunto, há atualmente alguns óleos e substâncias naturais que visam substituir os preservativos tradicionais a fim de reduzir seus efeitos colaterais. Além disso, nos países europeus em especial, vêm sendo pesquisadas algumas novas tecnologias de modificação da madeira, envolvendo tratamentos alternativos a vapor sem a necessidade de complementação com produtos químicos ou com o uso mínimo de tais componentes. Este item discorrerá sobre tais produtos e tratamentos, e ainda sobre a possibilidade de uso da madeira porosa sem preservativos também em pesquisa.

4.3.1.1 Tecnologias de modificação da madeira

Devido à já comentada toxicidade dos tratamentos de madeira mais comuns, realizados com preservativos químicos, há uma demanda crescente pelo desenvolvimento de novas técnicas que visem proporcionar um tratamento limpo e permita ainda ampliar a resistência e a qualidade da madeira. Por esta razão, foram criados métodos e tecnologias de modificação da madeira, os quais têm sido amplamente pesquisados e já estão sendo introduzidos no mercado internacional. A vantagem de se combinar um material de fonte renovável com técnicas ambientalmente aceitáveis que contribuam com um aumento de sua qualidade tem se tornado evidente, pois possibilita que a madeira torne-se um material competitivo em comparação com outros materiais como plástico ou aço. Estas novas tecnologias vêm sendo pesquisadas desde 1930, no entanto passaram a ser disponibilizadas no mercado recentemente. A necessidade de pesquisas em diversas áreas, resultando no desenvolvimento de produtos e técnicas até então desconhecidos, a dificuldade econômica em se propor novos métodos de produção em larga escala e a introdução de novos materiais no mercado, com diferentes características das habituais, foram alguns fatores que contribuíram com a lenta adaptação do conhecimento científico para técnicas comercializáveis (MILITZ e LANDE, 2009).

A modificação da madeira corresponde a um processo que visa melhorar as propriedades do material (resistência à biodegradação, estabilidade dimensional, resistência à radiação ultravioleta, entre outras) durante o seu ciclo de vida, produzindo um novo material que ao fim do seu ciclo de vida não apresenta perigo ambiental superior ao da madeira não tratada (HILL, 2006). Esteves e Pereira (2009) destacam que o termo “modificação da madeira” se aplica somente quando as melhorias obtidas durante o processo são mantidas ao longo do ciclo de vida do produto. O tratamento com biocidas como o CCA, por exemplo, também modifica a madeira e provoca melhorias em algumas propriedades do material, no entanto, o uso de substâncias altamente tóxicas neste tipo de tratamento vai contra o objetivo da modificação da madeira propriamente dita, que visa obter resíduos com impacto ambiental reduzido ou nulo ao fim do ciclo de vida. As principais tecnologias para modificação da madeira, citadas pelos autores, serão brevemente analisadas a

seguir. São elas: modificação térmica, modificação química, modificação por impregnação e modificação da superfície.

4.3.1.1.1 Modificação térmica

Os processos de modificação térmica correspondem a pirólises controladas da madeira, onde o material é aquecido a temperaturas acima de 180° C a fim de induzir alterações químicas. O tratamento térmico ocorre na ausência de oxigênio, pois a presença do gás poderia resultar em severa degradação da celulose, reduzindo a resistência da madeira. Durante o processo, são alteradas as propriedades de resistência da lignina, celulose e hemi-celulose, sendo o maior desafio deste tipo de tratamento impedir a redução da resistência e o aumento da fragilidade do material. Existem atualmente diferentes tecnologias que utilizam meios diferentes para o aquecimento – gás nitrogênio, vapor, óleo quente, brevemente descritos no Quadro 6 (HOMAN e JORISSEN, 2004).

PROCESSOS	DESCRIÇÃO
<i>Thermowood</i>	Aumento rápido da temperatura usando calor e vapor até 100°C seguido de um aumento mais suave até 130°C e secagem durante 1 hora. Aumento até a temperatura de tratamento (185-215°C) que se mantém durante cerca de 2-3 horas. Arrefecimento e estabilização.
<i>Plato</i>	Processo em 4 etapas: hidrotermólise, a temperaturas de 160-190°C em condições úmidas e com pressões acima da pressão atmosférica, secagem normal até 10% de umidade, tratamento térmico a seco a temperaturas de 170°-190°C e estabilização.
<i>Bois perdure</i>	Secagem rápida com vapor e gases de combustão quentes produzidos pela subida na temperatura da madeira e posterior injeção na câmara de combustão.
Retificação	A madeira com umidade de 12% é tratada em uma fase, a temperaturas de 200°C - 240°C com azoto, garantindo concentração máxima de oxigênio de 2%.
OHT	Tratamento com óleo quente (180-240°C) num recipiente fechado que limita o teor de oxigênio.

QUADRO 6 - TECNOLOGIAS DE MODIFICAÇÃO TÉRMICA

FONTE: ESTEVES E PEREIRA, 2009, adaptado pela autora.

Os principais processos de modificação térmica são o *thermowood* (Finlândia), *plato* (Holanda), *bois perdure* e retificação (França) e tratamento com óleo quente – OHT (Alemanha), os quais foram listados e brevemente descritos no

quadro abaixo. Há indícios de que o processo *thermowood* seja o mais bem sucedido na Europa, tendo sido produzidos por este processo 50% do total aproximado de 130.800m³ de madeira tratada termicamente em 2007, sendo que 92% dessa madeira foi vendida na Europa (BOONSTRA, 2008³⁰, *apud* ESTEVES e PEREIRA, 2009).

É importante destacar que as temperaturas elevadas utilizadas na modificação térmica alteram a composição química da madeira, produzindo um novo material com propriedades melhoradas. Algumas melhorias são: maior durabilidade da madeira, maior resistência contra fungos (exceto quando em contato direto com o solo), menor absorção de umidade e menor condutividade térmica. Há ligeira resistência a insetos, porém não significativa, pois a madeira modificada mostra pouca resistência a insetos térmitas. A desvantagem do tratamento fica por conta da redução de algumas propriedades mecânicas da madeira, que se torna mais quebradiça e tem a tensão de ruptura reduzida. Além disso, o processo altera a coloração da madeira, que se torna mais escura, e dificulta a absorção de colas e vernizes, que se torna mais lenta que na madeira não tratada (ESTEVES e PEREIRA, 2009). As principais vantagens da modificação térmica são o preço final competitivo e a não utilização de produtos químicos, o que contribui diretamente com um impacto ambiental praticamente nulo em qualquer etapa do ciclo de vida.

4.3.1.1.2 Modificação química

Baseada na reação entre os grupos hidroxilo da madeira e um reagente químico, que provoca a substituição de alguns destes grupos por um composto hidrofóbico, reduzindo a higroscopicidade do material e, conseqüentemente, melhorando suas propriedades.

O principal método, já em fase de comercialização, é a acetilação com anidrido acético. Após a modificação, as propriedades melhoradas são similares às promovidas pela modificação térmica. Com a redução da umidade de equilíbrio, há aumento da estabilidade dimensional. Também aumenta a resistência contra fungos, mesmo em contato com o solo, e verifica-se um ligeiro aumento contra insetos

³⁰ BONSTRA, M. **A two-stage thermal modification of wood**. Ph.D. Thesis in Applied Biological Sciences: Soil and Forest management. Henry Poincaré University-Nancy, France.

térmites. A madeira mostra também resistência a insetos xilófagos marinhos e aos raios ultravioleta. Há redução na resistência ao corte paralelo ao grão e no módulo de elasticidade, e aumento na resistência à compressão e na dureza. A modificação química também afeta a resistência à colagem, de forma proporcional ao teor de acetilação (ESTEVES e PEREIRA, 2009).

4.3.1.1.3 Modificação por impregnação

Segundo Esteves e Pereira (2009), este processo difere da modificação química pelo fato de não ser a ligação química com os compostos estruturais da madeira a responsável pelas melhorias das suas propriedades. A modificação por impregnação fundamenta-se na introdução de um ou mais compostos químicos na parede das células que reagem entre si, bloqueando assim o acesso aos grupos hidroxilos, reduzindo a higroscopicidade da madeira e alterando assim as suas propriedades.

O processo de modificação por impregnação que mais evoluiu nos últimos anos e já está em fase de comercialização é a furfurilação – modificação da madeira com resina de álcool furfurílico. O álcool furfurílico é uma substância química renovável derivada do furfural, produzida a partir de biomassa hidrolisada (como o melão, por exemplo). Neste processo de modificação, a madeira é impregnada com a primeira solução de tratamento por um processo de célula cheia. Posteriormente, há uma etapa de cura intermediária realizada passo a passo, durante a qual a madeira passa por temperaturas de 80 a 140° C por injeção de vapor, sendo o período de cura de 6 a 8 horas. Por fim, a madeira é seca em estufas para minimizar as emissões e deixá-la pronta para o uso. O método é eficiente na obtenção de produtos de madeira com alta estabilidade dimensional, alta durabilidade e resistência a álcalis e ácidos. Também ocorre aumento da resistência a fungos e a resistência a insetos térmites é proporcional ao ganho de massa durante o tratamento. Este processo reduz fortemente a resistência da madeira tratada, mas aumenta a sua rigidez de 30 para 80% (HOMAN e JORISSEN, 2004). Um produto desta categoria é o Kebony®, que já vem sendo produzido em larga escala, tendo como base diversas espécies, compondo um produto final que pode ser utilizado para diversas aplicações.

4.3.1.1.4 Modificação de superfície

A modificação de superfície difere das demais por alterar somente as propriedades da superfície da madeira, principalmente a resistência à degradação pela luz solar e intempéries, além das condições de aderência. O principal desafio dos processos de modificação de superfície é o alto custo. Há processos variados em estudo, como por exemplo, a modificação enzimática para colagem sem resinas. Apesar de apresentar potencialidades (como por exemplo, a redução do uso de resinas e colas com formaldeído), seu desenvolvimento e inserção no mercado dependem diretamente de fatores econômicos como a redução no custo das enzimas e aumento no custo das resinas, entre outros (ESTEVEZ e PEREIRA, 2009).

4.3.1.2 Produtos naturais para tratamento da madeira

4.3.1.2.1 Antimofos naturais à base de taninos

O termo taninos foi inicialmente usado para descrever os químicos de tecidos vegetais responsável pela transformação da pele fresca de animais em couro (RIBÉREAU-GAYON, 1972³¹ apud CANNAS, 1999). Cannas (1999) define os taninos como compostos oligoméricos constituídos por unidades de estruturas múltiplas com grupos fenólicos livres, solúveis em água e com a propriedade de se ligar a proteínas formando outros complexos. Entre as diversas opções disponíveis para o tratamento preventivo do mofo, já está disponível no mercado um antimoho natural a base de tanino indicado para tratamento de madeiras verdes recém serradas. O produto mostra alta eficiência no pré-tratamento da madeira verde e é uma boa alternativa aos preservativos sintéticos pois possui baixo odor, é biodegradável, tem fácil manuseio, não gera vapores tóxicos, não é inflamável, é totalmente hidrossolúvel e natural, não contendo compostos tóxicos como fenóis clorados ou bromados, entre outros. Testes realizados pela empresa que produz o antimoho natural comprovaram sua eficácia já que 95% das tábuas analisadas tiveram índice de 0% de formação de mofo em condições altamente favoráveis (REMADE, 2006).

³¹ RIBÉREAU-GAYON, P. **Plant Phenolics**. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1972.

4.3.1.2.2 Fungicida a base de capsaicina

A capsaicina é uma substância irritante e pungente extraída da pimenta vermelha do gênero *Capsicum*. É um derivado vanilil amida e possui propriedades antioxidantes. A capsaicina pouco se dissolve em água fria, sendo solúvel em álcool, benzeno e clorofórmio. Ziglio (2010) analisou os preservantes das oleoresinas de capsaicina extraída da pimenta Malagueta e da pimenta Dedo-de-moça e a primeira mostrou-se mais eficiente devido seu maior grau de pungência, relacionado ao teor elevado de capsaicina. Além de inibir por maior tempo o surgimento/crescimento do fungo *Paecilomyces variotti* (fungo filamentoso que habita o solo e decompõe plantas e produtos alimentícios, considerado de podridão mole), a oleoresina da pimenta Malagueta penetra melhor nas estruturas das madeiras e por isso protegeu as amostras em teste contra o ataque de organismos xilófagos com maior eficiência. Preservativos a base de capsaicina ainda não estão disponíveis no mercado, mas devem ser estudados pelo bom resultado mostrado nos testes, avaliando em novas pesquisas se maiores concentrações de capsaicina ou combinações com produtos-veículos podem resultar na produção de um preservativo satisfatório e competitivo (ZIGLIO, 2010).

4.3.1.2.3 Preservativos naturais à base de resinas e óleos vegetais

Stumpp (2006) analisou a eficácia de diversos preservativos naturais para o controle de cupim em madeiras de florestas plantadas. O autor avaliou três produtos à base de extratos essenciais de plantas, sendo dois deles extratos vegetais de taninos e o outro, um extrato de plantas da Amazônia somado a leveduras denominado EMX, constituído por micro-organismos benéficos primários, leveduras, fungos filamentosos, bactérias produtoras de ácido lático e fotossintéticas, que produzem enzimas bioativas. Outro produto analisado foi o mineralizante Hasil, à base de silicatos de potássio dissolvidos em água com diversos ativos atuantes: ácido abietênico, hidrocarbonetos, resinas de plantas e celulose, que auxiliam na fixação do produto na madeira; carbonato de sódio e ácidos de silicatos, responsáveis pelo aumento na penetração do produto, sendo o segundo um agente favorecedor da mineralização do material, assim como os corantes de plantas, que também garantem a coloração natural da madeira; lignina, que acelera a lignificação das paredes celulares da madeira; sílica, responsável pelo aumento no processo de

petrificação e melhora na resistência da estrutura do lenho; e óleos vegetais, que melhoram a afinidade do produto com a madeira. O óleo de Mamona, importante preservativo natural, também foi avaliado, assim como o Wood Bliss, uma combinação na proporção de 1:1 do mineralizante Hasil com o EMX. Em sua análise, o autor conclui que os extratos essenciais vegetais (taninos e EMX) tiveram baixa ou nenhuma resistência ao intemperismo, ocorrendo lixiviação pela afinidade dos produtos com a água da chuva. O contrário aconteceu com o óleo de mamona, que apresentou retenção de 100% da massa do produto, mostrando excelente resistência ao intemperismo. O mineralizante Hasil e o Wood Bliss tiveram retenção residual de cerca de 40%. Quanto à eficácia dos produtos relacionada à mortalidade de organismos xilófagos (a espécie estudada foi o cupim-da-madeira-seca – *Cryptotermes brevis*), os preservativos à base de extratos vegetais não sofreram ataque dos cupins, observando-se 100% de mortalidade nos organismos em todas as madeiras testadas, comprovando assim a eficácia dos três produtos para o uso interno na prevenção e combate aos cupins. O mineralizante Hasil mostrou resultados variados de acordo com o tipo de madeira, favorecendo a queda na mortalidade de indivíduos quando associado ao EMX no Wood Bliss, mostrando que os dois produtos são mais resistentes ao intemperismo, porém não tão eficazes no combate às pragas.

4.3.1.3 Uso da madeira porosa sem tratamento

Outra alternativa relacionada ao uso saudável da madeira nos interiores está relacionada a pesquisas que vem sendo desenvolvidas sobre o uso da madeira em embalagens de alimentos. A madeira em contato com alimentos não pode ser tratada com preservativos químicos nem com produtos fitossanitários, e por isso são estudadas as propriedades da madeira *in natura*, sem qualquer tipo de tratamento. Tais estudos comprovam que algumas espécies de madeira apresentam propriedades higiênicas. Destaca-se que a madeira porosa (alguns exemplos são: álamo, carvalho, pinho, faia e as coníferas em geral), se devidamente curada e seca, tem efeito bactericida por inibição física. A complexa estrutura da madeira e sua porosidade possuem propriedades capilares de reter umidade em suas fibras, sendo esta característica a maior responsável pelo efeito bactericida do material. Alguns

estudos mostram que embalagens em madeira com uso específico contendo menos de 20% de umidade não apresentam superfícies propícias à propagação nem à sobrevivência de micro-organismos. Além disso, ressalta-se que em alguns utensílios de cozinha em madeira em seu estado natural houve um significativo decréscimo na população de bactérias na superfície, destacando assim as propriedades bactericidas de algumas espécies. É digno de nota que alguns dos estudos citados mencionam que a madeira, ainda que em seu estado natural, emite compostos orgânicos voláteis. No entanto, essas emissões ocorrem em baixas concentrações, incapazes de afetar alimentos por contato, o que se aplica também ao ar (GROW, 2011).

Estas pesquisas abrem um novo leque de alternativas no que diz respeito ao tratamento preservativo da madeira. Nota-se que tais princípios, se aplicados na construção civil, teriam como maior desafio a secagem quase completa e a manutenção do baixo índice de umidade do material para dessa forma manter as propriedades bactericidas e conservá-lo. Ainda assim trata-se de uma alternativa possível e viável, desde que sejam avaliadas as condições de uso do material, bem como possíveis restrições, para que além de saudável seja durável e possa ser utilizado com segurança.

4.3.2 Produtos naturais para tratamento e acabamento de superfícies

Além dos produtos e métodos alternativos já citados para preservação da madeira, também vêm sendo desenvolvidos novos produtos para tratamento e acabamento de superfícies, os quais têm influência reduzida ou nula à saúde humana e ao meio ambiente. As informações a seguir foram obtidas junto a um fabricante de “produtos ecológicos”³² (*Organum*³³). Além dos produtos que serão comentados na sequência, já estão disponíveis no mercado versões “ecológicas” de thinner, sem solventes sintéticos (tolueno, benzeno e aromáticos), biodegradáveis e à base de limoneno (óleos extraído da casca de frutas cítricas), que podem se

³² Foram utilizadas aspas quando a nomenclatura inclui os termos “verde”, “ecológico” ou “natural” por se considerar tal nomenclatura inadequada ou inapropriada, já que apesar de alternativas válidas os produtos não podem ser considerados totalmente naturais ou inofensivos ao meio ambiente.

³³ Disponível em: <<http://www.organum.com.br/index.asp>>. Acesso em: 22/06/2011.

mostrar boas alternativas para incremento e melhoria dos produtos já existentes no mercado.

- Óleo “natural” impregnante: também chamado de *eco-stain*, é considerado pelo fabricante como 100% natural, isento de solventes petroquímicos e secantes à base de chumbo. Como os *stains*, tem ação impregnante e protetora e não forma película, sendo o acabamento transparente e acetinado. Pode ser utilizado em ambientes externos sob ação de intempéries.

- Verniz “ecológico”: produto bicomponente à base de óleos e substâncias vegetais, sem cheiro (não causa reações ao aplicador nem ao usuário) e é atóxico após a cura. Pode ser utilizado em madeira, bambu e derivados, em área interna e externa, para impermeabilização e proteção de esquadrias e estruturas de madeira em geral. Além de proteger as peças em madeira, aumenta a sua resistência contra a ação de raios solares, reduzindo a ocorrência de trincas e rachaduras. Há ainda outros fabricantes (como, por exemplo, a empresa *Green Varnish*³⁴) que comercializam este tipo de produto fabricado com base aquosa, considerados atóxicos, inodoros, protetivos e resistentes. Os produtos de base aquosa são em sua maioria monocomponentes (prontos para o uso) de poliuretano aquoso com baixo odor.

- Resina “ecológica” para piso: com acabamento transparente e de alto brilho, esta resina forma uma película resistente a alto tráfego e a produtos químicos sobre pisos em madeira. Considerada pelo fabricante como de boa ancoragem, resistência e durabilidade, é um produto atóxico bicomponente de base vegetal.

- Laca “natural”: ideal para acabamento de móveis em madeira maciça e madeiramento em geral, é um produto de origem vegetal à base de resinas naturais solúveis em álcool. Protege a superfície contra ação de raios solares e umidade, conferindo acabamento acetinado e coloração à superfície, não sendo indicado para uso em madeiras claras. Se utilizado em pisos não é adequado para áreas sujeitas a alto tráfego. Monocomponente, vem pronta para o uso e não requer uso de água ou solvente.

³⁴ Disponível em: <<http://www.greenvarnish.com/produtos.php>>. Acesso em: 16/09/2011.

4.3.3 Síntese e discussão

Após o levantamento de dados realizado neste item, fica claro que existem sim vêm sendo propostas e pesquisadas alternativas aos produtos tóxicos e àqueles que de alguma forma prejudicam a saúde dos ocupantes e a qualidade do ar nos interiores. Quanto às novas tecnologias, é evidente que as principais limitações são de cunho econômico. O consumidor, muitas vezes leigo e sem conhecimento dos riscos associados à utilização de determinados produtos acaba por optar por itens comuns e de baixo custo disponíveis no mercado. É de grande importância que a legislação brasileira passe a proibir progressivamente o uso e comercialização dos preservativos tóxicos, forçando o desenvolvimento de novas tecnologias como vem acontecendo em outros países. Já com relação aos produtos naturais, sabe-se que a maior barreira à sua utilização é, em alguns casos, a eficácia e a durabilidade do resultado final. Apesar de ainda não mostrarem igual desempenho aos produtos sintéticos já populares, são alternativas válidas e cuja pesquisa e desenvolvimento tecnológico podem proporcionar melhorias e alcançar produtos com eficácia e durabilidade comprovadas, disponibilizando-os em larga escala para assim ampliar sua utilização e criar competitividade com outros produtos no mercado.

5 PESQUISA COM PROFISSIONAIS – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Como bem destacado no detalhamento da metodologia proposta para esta pesquisa, o levantamento de dados, ou *survey*, foi realizado com profissionais da arquitetura no estado do Paraná, sendo a amostra participante parte dos integrantes do Catálogo Empresarial do CREA-PR, inscritos sob a modalidade arquitetura. Foram registradas 327 preenchimentos válidos dos formulários, bem como 73 retornos diretos via correio eletrônico. A seguir, serão descritas as principais informações obtidas nesta etapa da pesquisa através do tratamento estatístico das respostas, agrupadas de acordo com as sessões do formulário. Vale destacar que na tabulação e montagem das matrizes e correlações foram avaliadas apenas as respostas dos formulários, já que as respostas diretas não são computáveis neste sentido.

5.1 PERFIL DOS RESPONDENTES

Em primeira instância, antes de dar início às questões de interesse para a pesquisa, buscou-se analisar o perfil dos respondentes, para assim analisar se fatores tais como gênero, formação acadêmica, grau de instrução e tempo de conclusão do último curso realizado apresentam alguma interferência nas respostas e escolhas dos respondentes. Além disso, buscou-se investigar também em quais áreas atuam os profissionais pesquisados. Estas informações serão comentadas a seguir, em ordem similar à apresentada no formulário.

5.1.1 Gênero e formação

Entre os 327 respondentes do formulário de pesquisa, 146 profissionais são do sexo masculino (44,6%) e 181 do sexo feminino (55,4%). Apesar do maior número de participações femininas, proporcionalmente à população total pesquisada as participações masculinas foram mais representativas, mostrando um maior

interesse dos profissionais do sexo masculino no assunto conforme mostra o Gráfico 1.

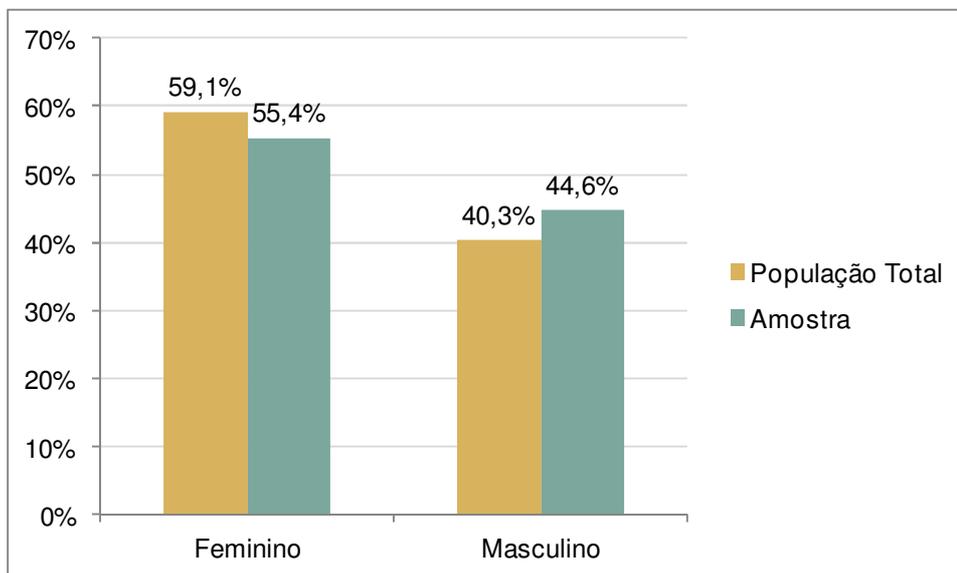


GRÁFICO 1 – GÊNERO

A Tabela 3 a seguir faz uma comparação do gênero com a titulação dos participantes em relação à população total analisada. Nesta comparação, os profissionais com graduação em engenharia civil foram incluídos na titulação de engenheiro(a) arquiteto(a). A análise foi feita desta forma porque na relação de titulações dos profissionais da modalidade arquitetura do CREA-PR não consta a engenharia civil. Contudo, apenas um participante afirmou ter graduação nos dois cursos (arquitetura e urbanismo e engenharia civil). Pode-se notar claramente na Tabela 3 que os respondentes possuem formação superior em arquitetura e urbanismo quase em sua totalidade, e o mesmo se repete na população pesquisada. Apenas 1,2% das respostas recebidas foram de engenheiros arquitetos, sendo a amostra ainda assim proporcionalmente mais representativa que o grupo com a mesma titulação na população total (0,2%). Outras titulações, as quais correspondem a 0,6% do total da população pesquisada, não foram observadas entre os respondentes.

TABELA 3 - GÊNEROS E TÍTULOS

Gênero	População Total		Amostra	
	Freq. abs.	Freq. rel.	Freq. abs.	Freq. rel.
1 Arquiteta / Arquiteta e Urbanista	4200	59,1%	180	55,0%
Arquiteto / Arquiteto e Urbanista	2858	40,2%	143	43,7%
2 Desenhista técnico	0	0,0%	0	0,0%
3 Engenheira arquiteta*	4	0,1%	1	0,3%
Engenheiro arquiteto*	10	0,1%	3	0,9%
4 Técnica desenhista de arquitetura	1	0,0%	0	0,0%
Técnico desenhista de arquitetura	0	0,0%	0	0,0%
5 Técnica em decoração	15	0,2%	0	0,0%
Técnico em decoração	1	0,0%	0	0,0%
6 Técnica em desenho industrial	11	0,2%	0	0,0%
Técnico em desenho industrial	5	0,1%	0	0,0%
7 Técnica em paisagismo	1	0,0%	0	0,0%
8 Técnica industrial - prog. visual e artes gráficas	0	0,0%	0	0,0%
9 Urbanista	5	0,1%	0	0,0%
TOTAL	7111	100,0%	327	100,0%

* Os profissionais com formação em Eng. Civil foram incluídos como engenheiro(a) arquiteto(a).

FONTE: consulta pública no site do CREA-PR (CREA-PR, 2011)

5.1.2 Grau de instrução

Entre os respondentes, predomina a participação daqueles com especialização concluída (37,6%), seguidos por participantes que possuem apenas a graduação como formação básica e não avançaram em níveis de ensino de maior qualificação (30,6%). Mestres e doutores, incluindo aqueles que ainda estão cursando os respectivos cursos, somam 22,9%, sendo a parcela com menor índice de participação a dos doutores com curso já concluído (1,5%).

A participação menos representativa de profissionais com maior grau de instrução pode ser atribuída a dois fatores distintos. Primeiramente, sabe-se que uma parcela reduzida dos profissionais em geral apresenta interesse ou condições de cursar uma pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado). Isso pode ocorrer em consequência do desconhecimento de funcionamento desses cursos, falta de interesse na carreira acadêmica e na pesquisa ou ainda ausência de cursos na região de domicílio, falta de recursos, entre outros. Sendo assim, proporcionalmente à população total, um número reduzido de profissionais tem tais níveis de educação, e conseqüentemente, há um número também reduzido da

participação destes profissionais na pesquisa. Por outro lado, pode-se analisar a questão da área de atuação dos profissionais com maior grau de instrução. Em grande parte, tais profissionais optam por seguir carreira acadêmica, atuando em universidades ou cursos técnicos como professores ou pesquisadores, distanciando-se com o passar do tempo das atividades de projeto de arquitetura. Tratando a pesquisa da especificação de produtos e materiais de revestimento no ambiente construído, tais profissionais podem se considerar não aptos a participar, conforme mostraram alguns retornos diretos recebidos via correio eletrônico (relação disponível nos apêndices).

TABELA 4 - GRAU DE INSTRUÇÃO

Grau de instrução		Freq. abs.	Freq. rel.	Freq. abs.	Freq. rel.
1	Graduação incompleto	2	0,6%	102	31,2%
	Graduação completo	100	30,6%		
2	Especialização incompleto	27	8,3%	150	45,9%
	Especialização completo	123	37,6%		
3	Mestrado incompleto	21	6,4%	60	18,3%
	Mestrado completo	39	11,9%		
4	Doutorado incompleto	10	3,1%	15	4,6%
	Doutorado completo	5	1,5%		
TOTAL		327	100,0%	327	100,0%

A Tabela 4 relaciona o grau de instrução dos participantes à frequência de participação observada. As duas colunas à direita da tabela apresentam os valores totais por grau de instrução, incluindo profissionais com curso completo e incompleto, pois as análises serão elaboradas com base nestes valores totais aqui definidos.

5.1.3 Ano de conclusão do último curso realizado

Na amostra pesquisada, a grande maioria dos profissionais concluiu o último curso realizado no quinquênio 2006-2010 (36,4%), seguidos por aqueles que concluíram o curso em 2011 ou concluirão nos anos seguintes (22%). Neste quesito, a participação menos representativa ficou por conta daqueles que concluíram seus cursos no decênio 1991-2000, que juntos representam 11% dos respondentes. De forma similar, aqueles que concluíram cursos antes de 1990, representam 11,9%

das respostas. O Gráfico 2 destaca o grau de instrução dos respondentes, em comparação com o ano de conclusão do último curso realizado.

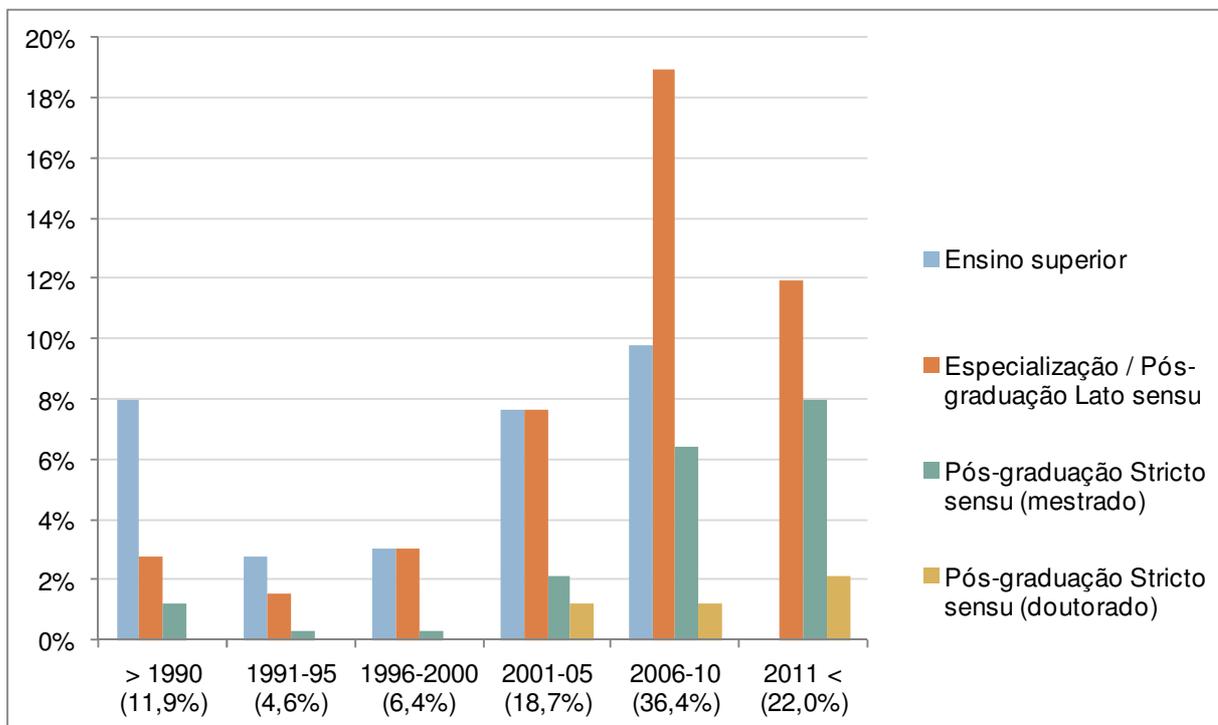


GRÁFICO 2 – GRAU DE INSTRUÇÃO X ANO DE CONCLUSÃO DO ÚLTIMO CURSO REALIZADO

Nota-se claramente que os profissionais mais qualificados e com cursos realizados a partir do ano 2000 são maioria absoluta na amostra pesquisada. Até esta data, inclusive, não há nenhum respondente com doutorado, havendo apenas seis representantes (1,8%) com curso de mestrado. Além do maior interesse dos profissionais mais qualificados em pesquisas e aprofundamentos, há ainda uma peculiaridade a se destacar. Nascimento (2008), encontrando situação similar em sua pesquisa a respeito da familiaridade dos arquitetos com a técnica do telhado verde, comenta a seguinte hipótese: durante a década de 1980 o Brasil passou por um período de alta na inflação e ausência de crescimento econômico, o que pode ter contribuído com a mudança de atividade profissional em função mau momento da economia. A não absorção de profissionais formados entre as décadas de 1980 e 1990 pode ter sido a razão do baixo índice de participantes com formação nesta data, justificando também o número reduzido de profissionais do meio acadêmico.

5.1.4 Área de atuação

Sabendo que todos os convidados a participar da pesquisa são inscritos na modalidade arquitetura no CREA-PR, buscou-se identificar quais as áreas de atuação dos respondentes entre as grandes áreas de atuação dos arquitetos em geral, partindo-se do princípio que os engenheiros arquitetos participantes atuam no mercado também como arquitetos.

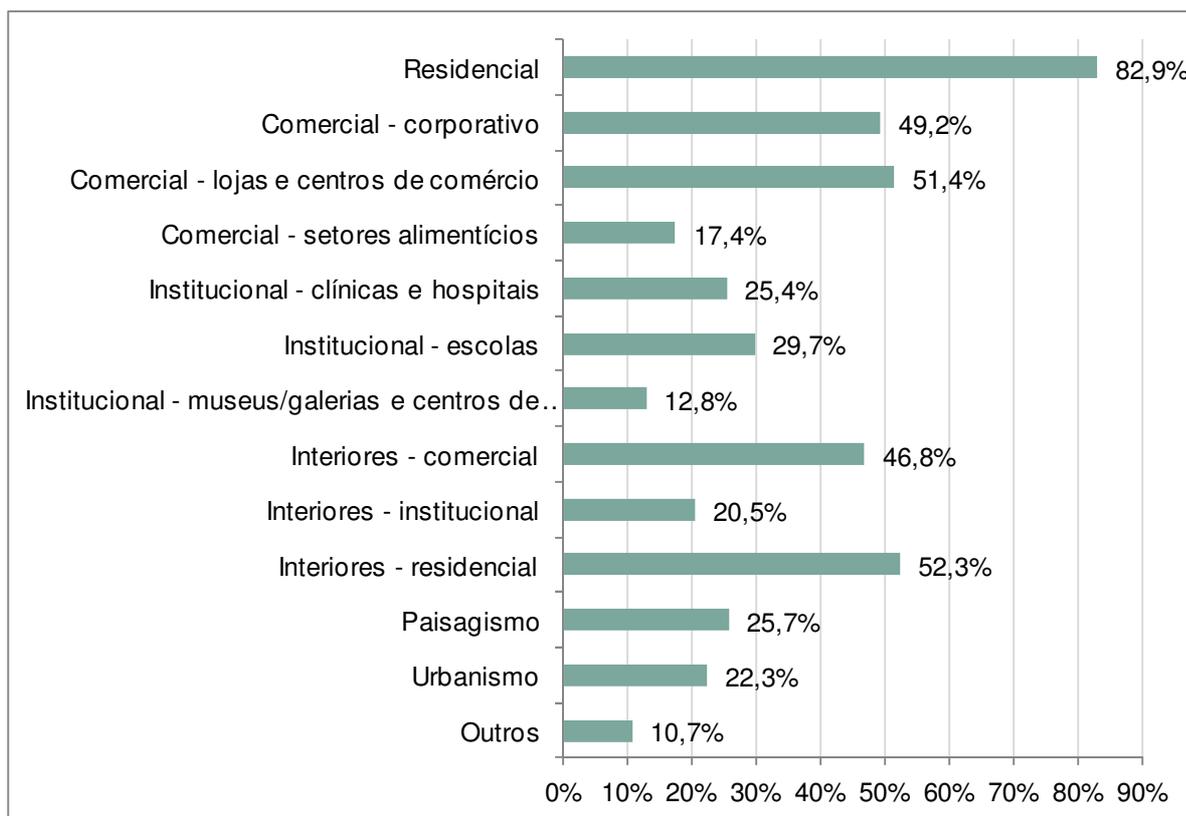


GRÁFICO 3 - ÁREA DE ATUAÇÃO

Como se pode notar no Gráfico 3, a vasta maioria (82,9%) dos respondentes afirmou trabalhar com arquitetura residencial, tendo também a arquitetura comercial uma parcela representativa, principalmente no que diz respeito a projetos corporativos (49,2%) e de lojas e centros de comércio (51,4%). Outra questão importante é que a arquitetura de interiores também se destaca nas áreas de atuação, já que 52,3% dos respondentes afirmam trabalhar com interiores residenciais e 46,8%, com comerciais. A representativa presença de profissionais atuantes nas áreas associadas à arquitetura de interiores contribui positivamente com a pesquisa já que, apesar de abordar materiais diversos com usos variados, a

parcela mais expressiva de materiais com influência na qualidade do ar interno corresponde àqueles especificados nos projetos de detalhamento de ambientes internos. Também é positiva a participação de muitos profissionais que atuam na arquitetura residencial, já que neste setor em especial os produtos especificados dependem exclusivamente do cliente e do arquiteto, não havendo condicionantes e restrições adicionais associadas ao uso ou função do edifício. Dessa forma, torna-se mais fácil a aplicação dos conceitos e alertas citados nesta pesquisa com relação a determinados produtos e materiais, melhorando diretamente a qualidade de vida dos proprietários com o aumento da salubridade e da QAI nas suas residências. Vale destacar ainda que algumas das opções citadas no item outros (10,7%) foram: usinas hidrelétricas, projetos industriais, cargos diversos em incorporadoras, cenografia, serviço público, aeroportos, obras de infraestrutura, segurança do trabalho, gestão pública, restauro e atividades acadêmicas (docência e pesquisa).

5.2 ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

A sessão de mesmo título no formulário teve como objetivo identificar quais as características mais relevantes observadas pelos profissionais no momento da especificação de materiais e acabamentos em seus projetos. Além disso, foram identificados quais os materiais e produtos mais utilizados no ambiente construído para revestimento e acabamento de pisos, forros e paredes.

5.2.1 Critérios de especificação

A questão 1 citou uma lista com 17 características relevantes a serem observadas no momento da especificação, mantendo ainda um campo “outros” que permitia a complementação com outras características de acordo com a preferência do profissional. Como a lista era extensa, o respondente era convidado a marcar cinco opções entre as mais importantes do seu ponto de vista. Apesar de a maioria dos participantes ter respeitado o número de opções que deveria ser marcado, alguns ignoraram essa regra imposta na questão e marcaram um número maior de alternativas.

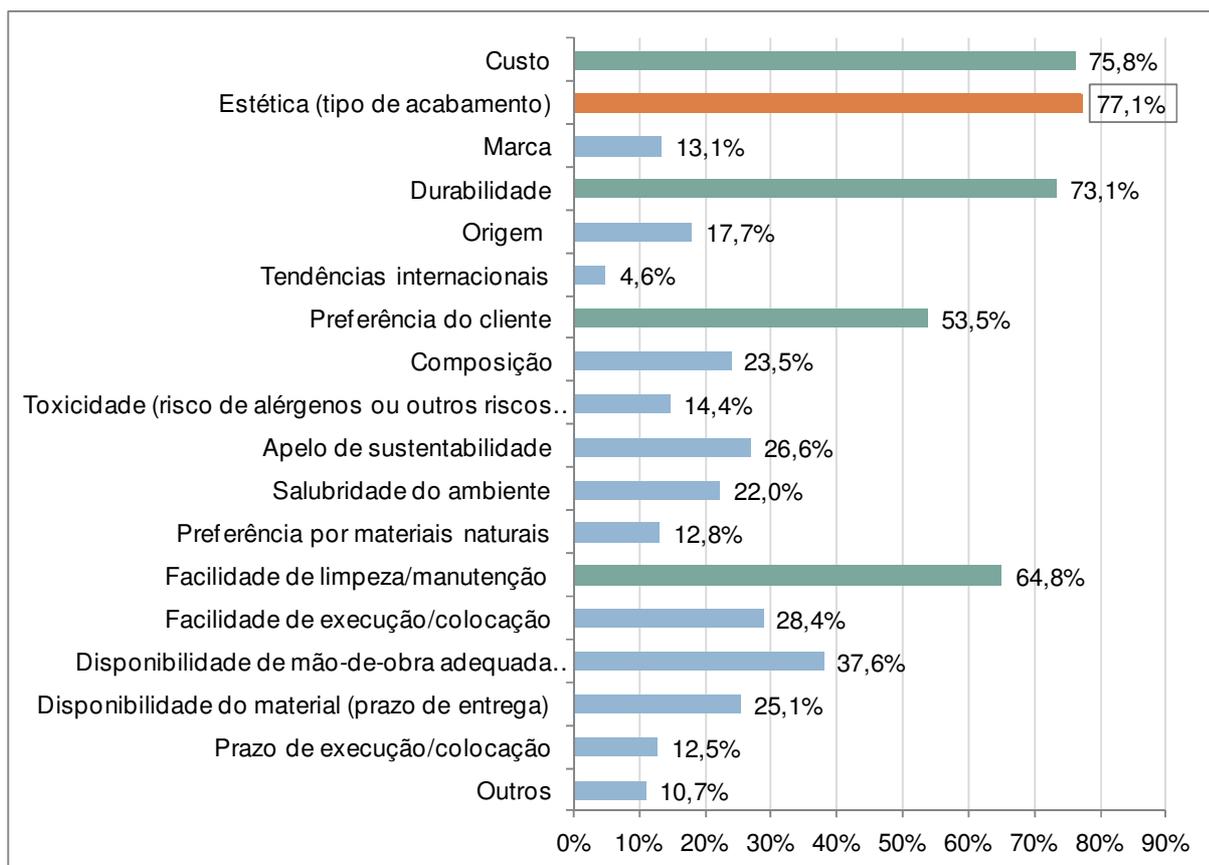


GRÁFICO 4 - CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO

O Gráfico 4 mostra uma visão geral das respostas dadas pelos 327 respondentes. Fica evidente que custo, durabilidade e facilidade de limpeza/manutenção ainda são fatores decisivos na especificação de materiais no ambiente construído. Custo e durabilidade destacam a grande preocupação dos profissionais em sentido econômico, certamente uma solicitação direta dos contratantes, já que 53,5% dos profissionais relatam dar importância às preferências do cliente. Isto reflete uma economia ainda instável devido ao fato de o Brasil ser um país em desenvolvimento, além da crescente inflação e dos altos impostos, que resultam em altos custos na compra de materiais. A facilidade de limpeza e manutenção, além do desejo de praticidade, representa também um provável reflexo econômico devido ao custo de se manter trabalhadores domésticos e à necessidade de renda fixa de todos os membros da família, os quais têm de conciliar emprego e tarefas domésticas com as quais desejam gastar pouco tempo. Entretanto, a característica mais citada pelos respondentes foi a estética dos materiais e revestimentos. Apesar de ser um aspecto um tanto quanto subjetivo, está de acordo

com a afirmação de que a especificação de materiais para interiores tem como finalidade tornar um ambiente mais agradável, confortável e belo, fatores que de acordo com o estudo de Zaleski (2006), contribuem diretamente com a aceitação ou não do ambiente pelo usuário.

Outra importante questão a ser observada é que, apesar das crescentes discussões associadas à sustentabilidade, as características com relação direta com o assunto são pouco representativas. Apenas 26,6% dos profissionais afirmam dar importância ao apelo de sustentabilidade do produto, havendo ainda menor preocupação com a preferência por materiais naturais, composição e origem dos materiais. A salubridade do ambiente e a toxicidade dos materiais foram indicadas por 22% e 14,4% dos respondentes, respectivamente, mostrando que poucos se importam com a questão levantada neste estudo. Uma possível razão é a falta de conhecimento sobre o assunto. Questões práticas relativas à execução das obras mostraram ter relevância média, enquanto os aspectos mais subjetivos como tendências internacionais e marca dos produtos foram os menos citados. Houve ainda 10,5% dos respondentes que citaram outras características que não estavam inclusas no formulário, entre elas acústica, acessibilidade, pós-venda e restrições do próprio ambiente projetado³⁵.

O cruzamento das informações obtidas para os critérios de especificação utilizados pelos profissionais com o grau de instrução dos mesmos, ilustrado pelo Gráfico 5, destaca alguns aspectos interessantes. Nota-se que as características menos citadas (marca e tendências internacionais) e as mais citadas (estética, durabilidade, preferência do cliente e facilidade de manutenção/limpeza) se mantêm da mesma forma. Contudo, no quesito custos, mostra-se uma variação curiosa: os mais preocupados com este aspecto são profissionais que possuem apenas graduação, enquanto aqueles com doutorado são os que se importam com menor intensidade. Pode haver novamente duas razões principais: os profissionais que possuem apenas graduação, ou estão formados há mais tempo (25,5% formou-se antes de 1990), quando fatores econômicos destacavam-se entre outros devido à instabilidade econômica já citada, ou são recém-formados, ainda em busca de

³⁵ Um exemplo neste caso são os projetos de edifícios assistenciais de saúde, que delimitam os materiais passíveis de especificação devido a regras pré-estabelecidas pelos órgãos regulamentadores e fiscalizadores.

estabilidade financeira, repassando aos seus projetos e clientes uma preocupação de ordem pessoal (31,4% completaram o curso entre 2006 e 2010). Por outro lado, os doutores preocupam-se menos com a questão do custo e dão maior importância a aspectos tais como apelo de sustentabilidade e origem do material, ressaltando um maior conhecimento ou maior aprofundamento no contexto da arquitetura mais sustentável. Nos aspectos de interesse deste estudo (composição, toxicidade dos materiais, salubridade do ambiente) não houveram correlações a serem observadas, evidenciando o baixo índice de preocupação com o assunto independente do grau de instrução do respondente.

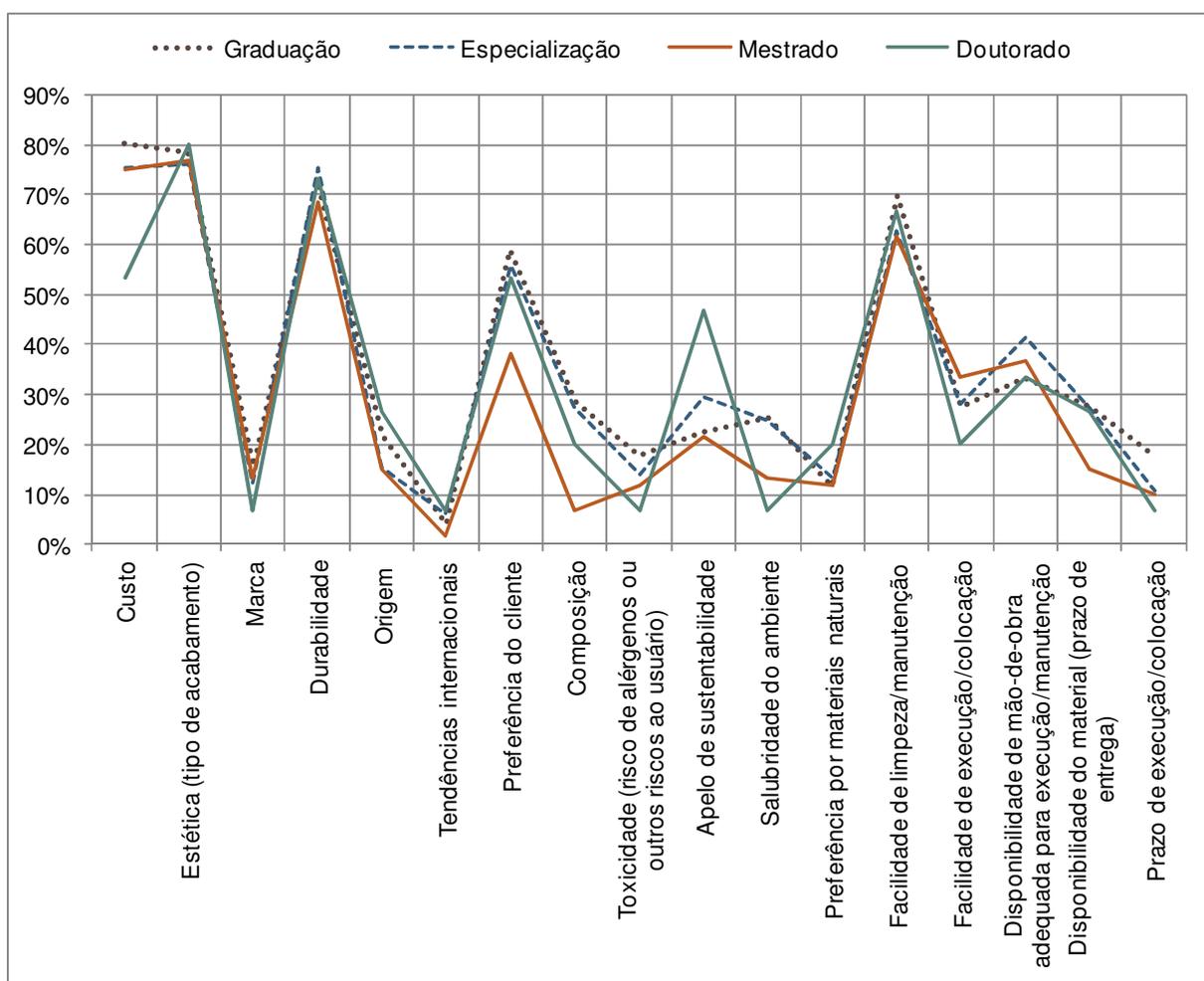


GRÁFICO 5 - CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO X GRAU DE INSTRUÇÃO

5.2.2 Especificação de revestimentos de piso, forro e parede

As questões 2, 3 e 4 do formulário indagavam o respondente quanto à frequência de especificação de revestimentos para piso, forro e parede, respectivamente. Nas três questões os profissionais marcaram, em uma escala de Likert com quatro categorias (conforme ressaltado na metodologia proposta), se especificam os materiais citados “sempre” (4), “muitas vezes” (3), “poucas vezes” (2) ou “nunca” (1). Os resultados foram organizados em matrizes, calculando as médias das notas dadas nas respostas, e resultaram nos gráficos a seguir.

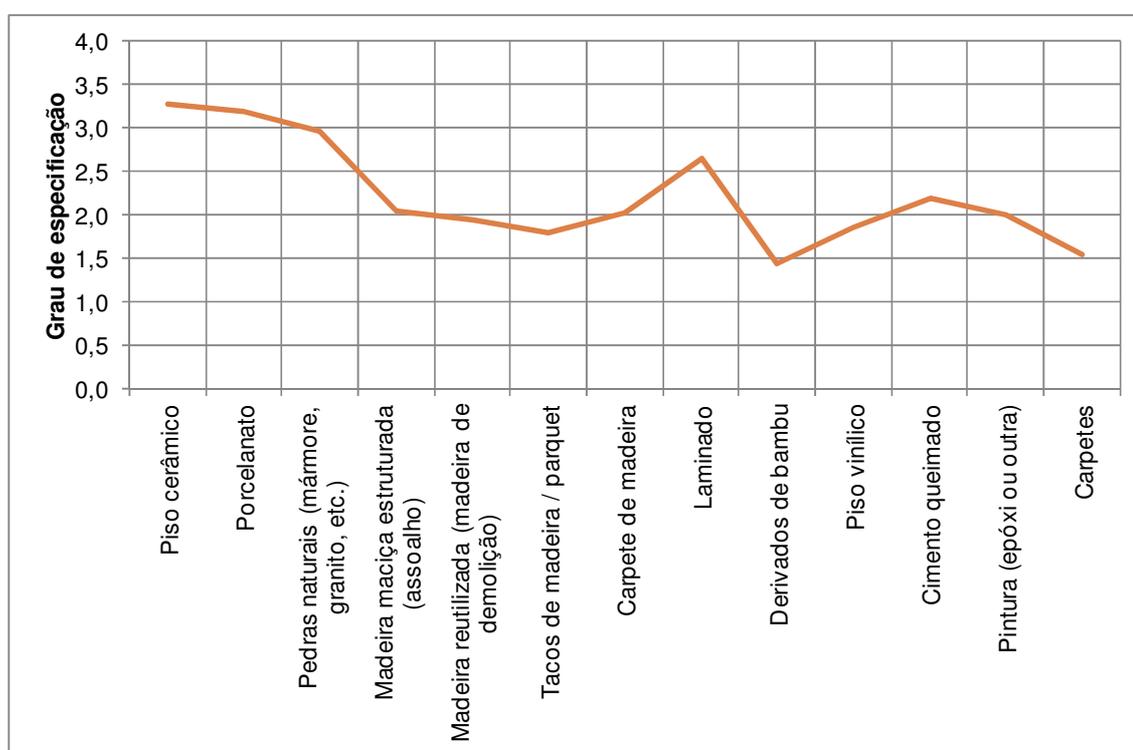


GRÁFICO 6 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS DE PISO

Entre os revestimentos sugeridos para revestimento de piso, pode-se verificar no Gráfico 6 que os preferidos pelos profissionais são os revestimentos cerâmicos, porcelanatos, pedras naturais e laminados de madeira, sendo este último o produto derivado de madeira mencionado como o mais especificado. Apesar da maior frequência de especificação dos pisos laminados (a nota média ficou entre “poucas vezes” e “muitas vezes específico”, tendendo ao “muitas vezes”), os produtos relacionados à madeira não se mostram como produtos muito utilizados pelos profissionais, ficando o assoalho em madeira maciça, madeira de demolição e

piso de tacos de madeira com a nota média 2 (poucas vezes especificados). Contudo, apesar da baixa frequência, pode-se notar que a maior parte dos profissionais já especificou estes produtos em seus projetos. Nas piores colocações estão os pisos derivados de bambu e os carpetes, mostrando duas situações bem distintas. Enquanto os carpetes tendem a ser cada vez menos especificados pelas dificuldades de higienização e facilidade de acúmulo de alérgenos (ácaros, poeira, fungos, etc.), os pisos derivados de bambu são produtos novos no mercado que apontam para a tendência de desenvolvimento de novos produtos mais sustentáveis. A baixa frequência de uso destes produtos mais uma vez evidencia certo desconhecimento dos profissionais sobre materiais naturais e alternativas mais sustentáveis para a construção civil..

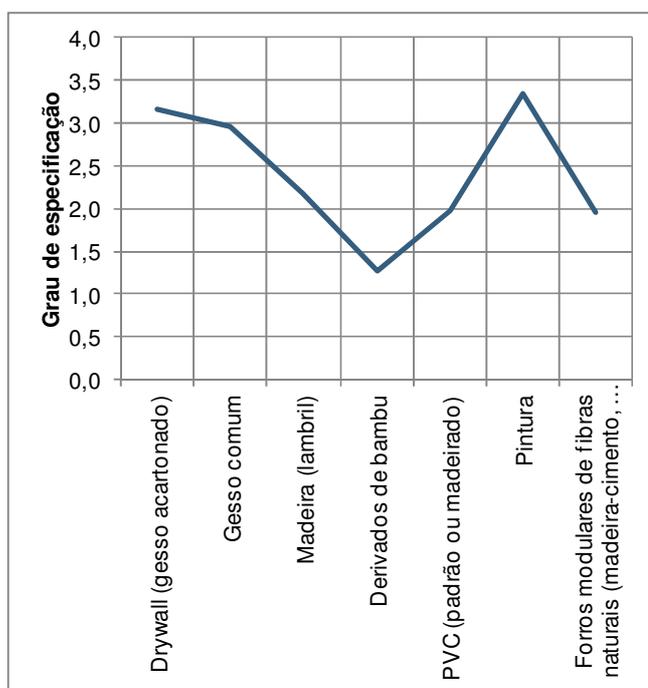


GRÁFICO 7 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS PARA FORROS

Com relação aos revestimentos utilizados para forros, nota-se que o revestimento utilizado com maior frequência é a pintura comum, seguida pelo *drywall* (gesso acartonado) e gesso comum. Os forros em madeira ficaram com nota pouco acima de 2 (poucas vezes), destacando também uma menor frequência de especificação em relação a outros materiais, mas novamente mostrando que provavelmente já foram utilizados por grande parte dos profissionais. Novamente, o menor índice de especificação refere-se aos forros derivados de bambu.

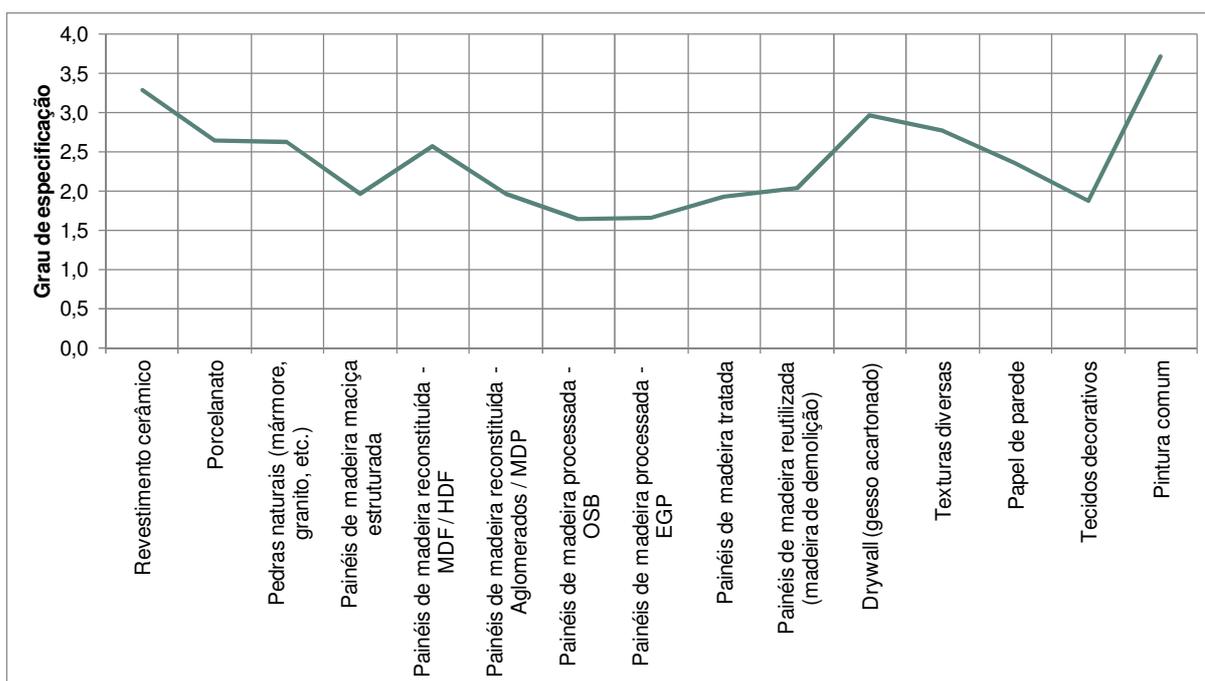


GRÁFICO 8 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS PARA PAREDES E PAINÉIS

Para os revestimentos mais indicados para paredes e painéis, a melhor colocação ficou com a pintura comum, seguida por revestimentos cerâmicos e *drywall*. Em seguida, com média próxima de 3 (“muitas vezes específico”), ficaram os porcelanatos, pedras naturais e painéis de MDF/HDF, produtos derivados de madeira com melhor colocação. Os painéis de OSB e EGP foram os que tiveram as menores notas (inferiores a 2), podendo ter sido votados por uma boa parcela dos profissionais como “nunca específico”. Com nota média 2, equiparam-se os painéis de partículas (aglomerados/MDP), de madeira tratada e de madeira reutilizada (de demolição), novamente indicando que apesar da baixa frequência os profissionais já utilizaram estes materiais em seus projetos.

Os gráficos a seguir trazem alguns cruzamentos de informações a fim de identificar possíveis variações na opinião dos profissionais de acordo com seu grau de instrução e tempo de atualização (data do último curso realizado). O Gráfico 9 destaca uma interessante variação nas especificações dos profissionais com maior grau de instrução. Os doutores se mantêm em quase todos os casos como os que menos especificam este ou aquele revestimento. Isto provavelmente tem a ver com a carreira acadêmica da maioria destes, que atuam com menor constância na elaboração de projetos de arquitetura.

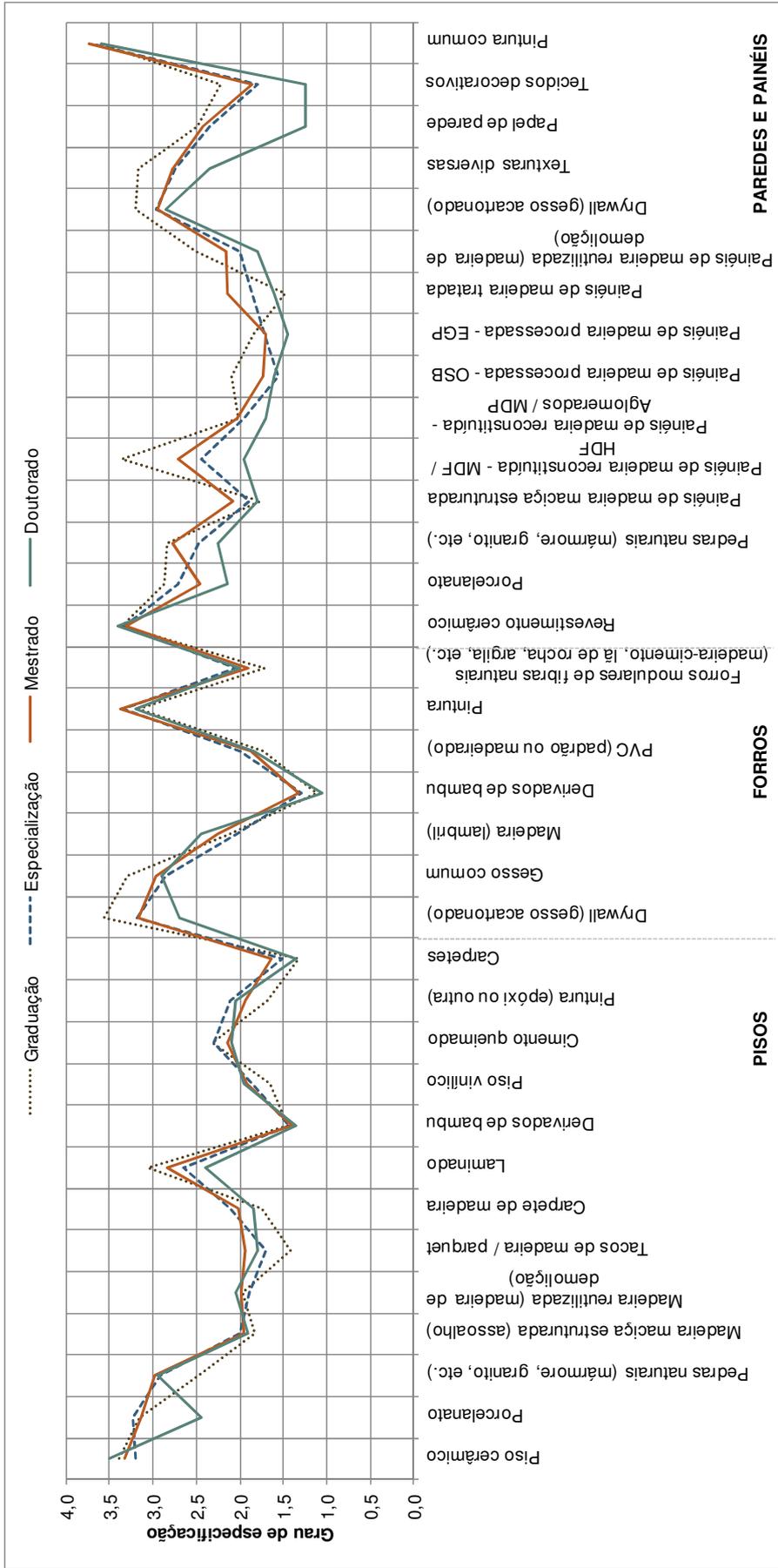


GRÁFICO 9 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS X GRAU DE INSTRUÇÃO

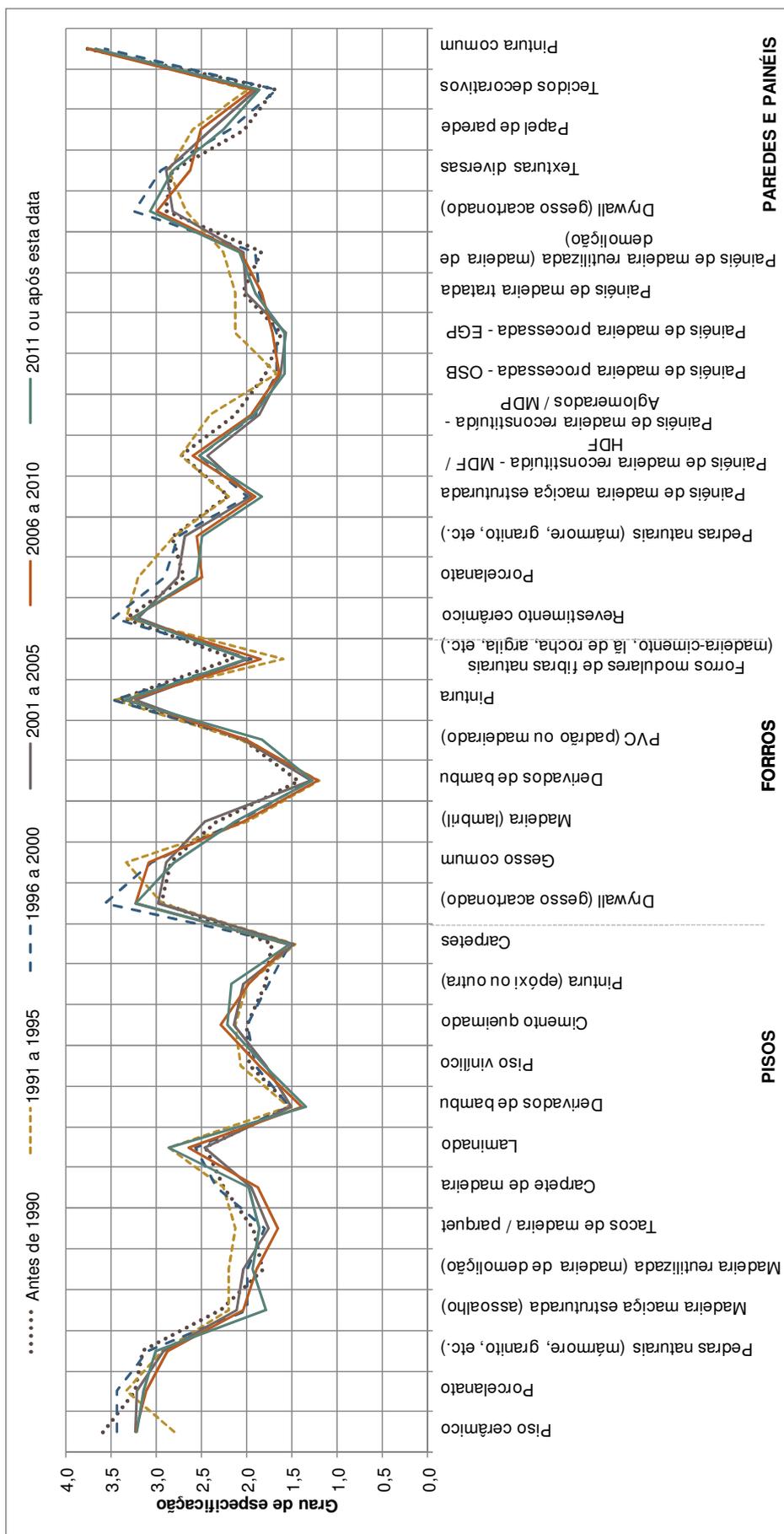


GRÁFICO 10 - ESPECIFICAÇÃO DE REVESTIMENTOS X DATA DO ÚLTIMO CURSO

No Gráfico 10, observa-se que os profissionais com último curso realizado no quinquênio 1991 a 1995 especificam mais produtos em madeira e derivados, principalmente pisos (assoalhos) e painéis diversos, incluindo madeira tratada e reutilizada. No entanto, a baixa frequência de uso destes materiais se confirma, já que estes profissionais representam a menor parcela de respondentes (4,6%).

5.3 ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA

5.3.1 Produtos mais utilizados

As questões 5, 6 e 7 tinham como objetivo identificar os acabamentos mais especificados pelos profissionais quando utilizados os produtos ou materiais de madeira ou derivados citados nas questões anteriores. Os respondentes deveriam escolher o acabamento mais especificado para cada item, marcando a opção não específico caso não soubessem, não especificassem o material em questão ou seguissem instruções do fabricante sem análise prévia.

As questões 5 e 6 tratavam dos acabamentos especificados para revestimentos de pisos e forros em madeira. Os revestimentos citados foram os revestimentos em madeira ou dela derivados citados nas questões 2 e 3 que levam acabamentos. Como destacado na análise das questões 2 e 3, apesar da baixa frequência de especificação, notou-se que a grande maioria dos profissionais já utilizou tais materiais em algum dos seus projetos. Entretanto, quando indagados sobre os acabamentos, a opção mais marcada pelos profissionais foi “não específico”, o que pode indicar desconhecimento dos profissionais sobre os possíveis produtos para acabamento, deixando tal escolha para o fornecedor ou para os responsáveis pela execução. Na sequência, as opções mais marcadas foram vernizes, para forros em lambril e pisos em tacos de madeira ou assoalho maciço, e ceras e óleos para assoalhos reutilizados (madeira de demolição), conforme mostra o Gráfico 11.

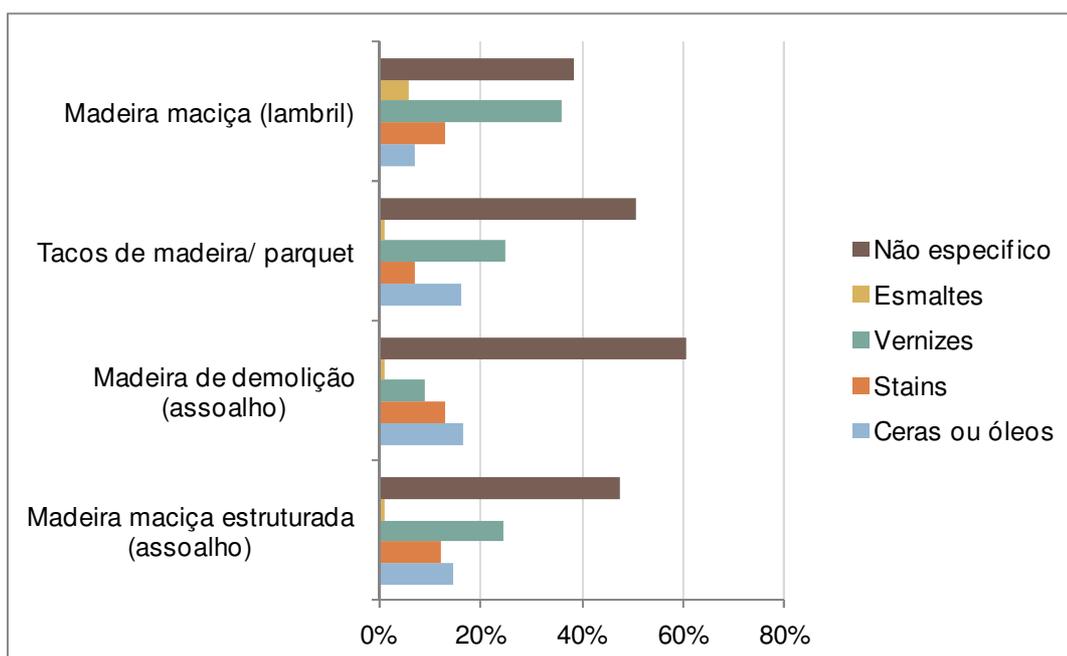


GRÁFICO 11 - ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA (PISOS E FORROS)

Na questão 7, os respondentes escolhiam a opção de acabamento mais especificado para painéis ou revestimentos de parede, sendo os materiais citados os mesmos da questão 4 confeccionados em madeira ou dela derivados e que empregam acabamentos. Novamente, destacou-se a porcentagem de marcações da opção “não específico”, já que apenas para os painéis de madeira reconstituída (MDF/HDF/MDP) um acabamento específico recebeu mais marcações que esta opção (no caso, o acabamento mais citado foi o revestimento melamínico). Para a madeira maciça, os vernizes receberam a mesma porcentagem de marcações que a opção “não específico”, a qual superou todas as demais para os outros quatro materiais. Nesta questão, contudo, esta opção prevaleceu em maior proporção para os painéis de madeira processada mecanicamente (EGP e OSB), coincidindo com os materiais em madeira menos especificados de acordo com a questão 4, indicando que aqui o “não específico” refere-se à baixa frequência de especificação do material, e não à dificuldade de especificação de acabamentos adequados.

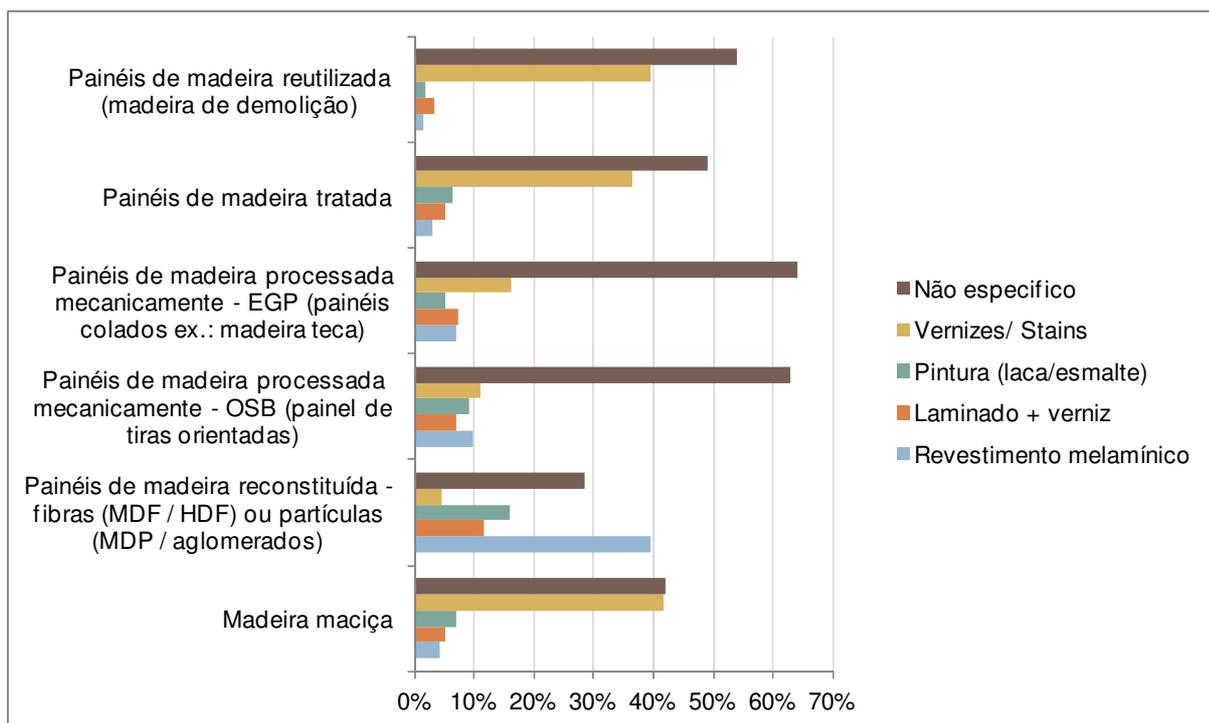


GRÁFICO 12 - ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA (PAREDE E PAINÉIS)

Como já comentado, o predomínio de marcações da opção “não específico” sobre as demais pode indicar tanto dificuldades na especificação de acabamentos adequados quanto baixa frequência de uso dos materiais compostos de madeira em geral. Esta última afirmação se destaca quando se observa que apenas para painéis de MDF e produtos similares há um índice maior de escolha de acabamentos específicos. Isto evidencia o crescimento no uso deste material, o que também é um fator preocupante para a salubridade do ambiente construído, já que mesmo independentemente dos acabamentos utilizados grande parte destes painéis apresentam emissões tóxicas e influenciam negativamente a QAI. O mesmo se dá com o segundo acabamento mais citado nestas questões – a pintura com vernizes (mencionada também como acabamento mais especificado para madeira tratada e reutilizada). Assim como as tintas, os vernizes apresentam emissões de COVs e devem ser analisados e escolhidos cuidadosamente quando utilizados em ambientes internos. Por fim, é válido comentar ainda que nas questões 5, 6 e 7 não foram observadas correlações significativas entre as escolhas e o perfil dos respondentes.

5.3.2 Critérios de especificação de acabamentos para superfícies em madeira

Após definir quais os principais produtos utilizados para acabamento e proteção de superfícies em madeira, os respondentes passaram a relatar quais as características que consideram mais importantes na escolha destes produtos de forma similar à questão 1, onde escolhiam os principais critérios individuais para a especificação de revestimentos. No entanto, algumas opções foram retiradas e outras inseridas (como proteção da madeira contra riscos, insetos e umidade), e desta vez, o respondente deveria marcar três opções e não cinco como na primeira questão. O objetivo era verificar se com um número reduzido de escolhas a fazer os critérios continuariam os mesmos ou se haveria alguma mudança ou preocupação maior com particularidades da madeira. Novamente, apesar de a maioria respeitar a imposição do enunciado da questão, alguns marcaram maior número de opções.

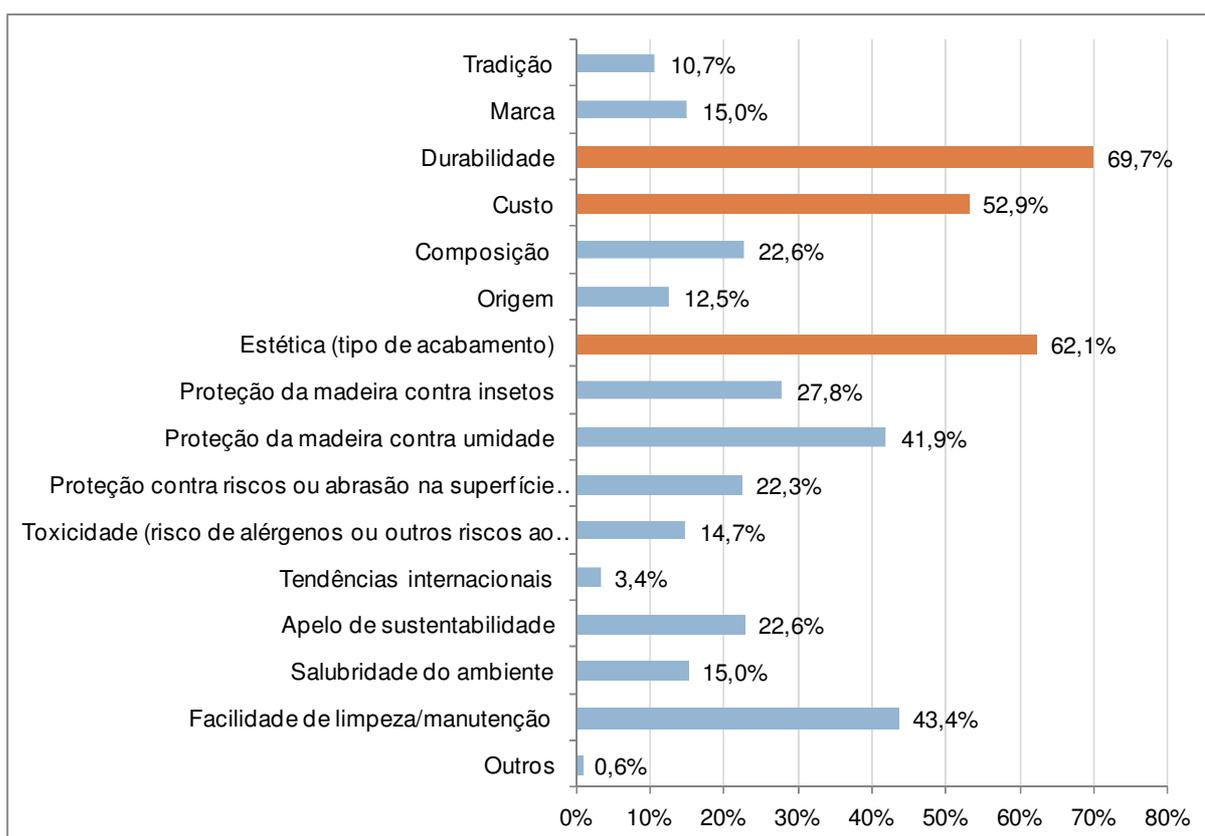


GRÁFICO 13 - CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO DOS ACABAMENTOS PARA MADEIRA

Nas primeiras posições, durabilidade (69,7%), custo (52,9%), estética (62,1%) e facilidade de limpeza e manutenção (43,4%) se repetem, mostrando que as principais preocupações dos profissionais com os produtos para acabamento da

madeira são similares às dos demais especificados. Aspectos particulares da madeira, como proteção contra riscos ou abrasão (22,3%), insetos (27,8%) e umidade (41,9%) aparecem somente após os já citados, sendo a umidade a maior preocupação dos profissionais com relação ao uso específico do material, conforme ilustra o Gráfico 13.

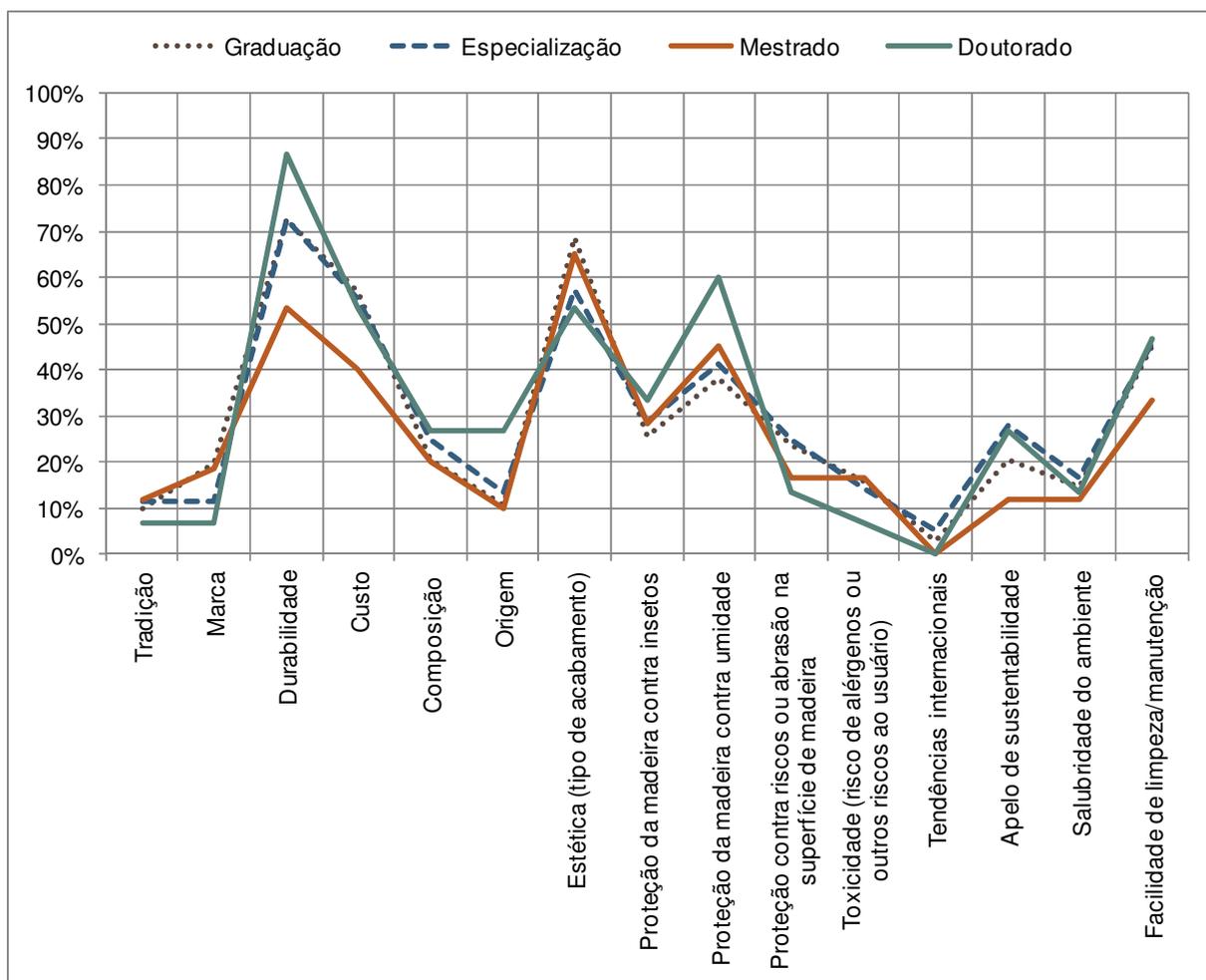


GRÁFICO 14 - ESPECIFICAÇÃO DE ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA X GRAU DE INSTRUÇÃO

O cruzamento das informações obtidas nesta questão com o grau de instrução dos respondentes mostra que, neste caso, os doutores possuem preocupações peculiares em comparação com os demais participantes. A segunda principal preocupação dos mesmos quanto aos produtos para acabamento de superfícies em madeira é a proteção do material contra a umidade (60%), enquanto os demais têm outras prioridades, como estética e facilidade de limpeza. Além disso, 26,7% dos doutores mostraram-se preocupados com a origem e a composição dos

produtos, mostrando maior consciência do que deve ser observado nos itens escolhidos. Por outro lado, são os que menos dão atenção à toxicidade e riscos de alérgenos dos produtos, conforme mostra o Gráfico 14.

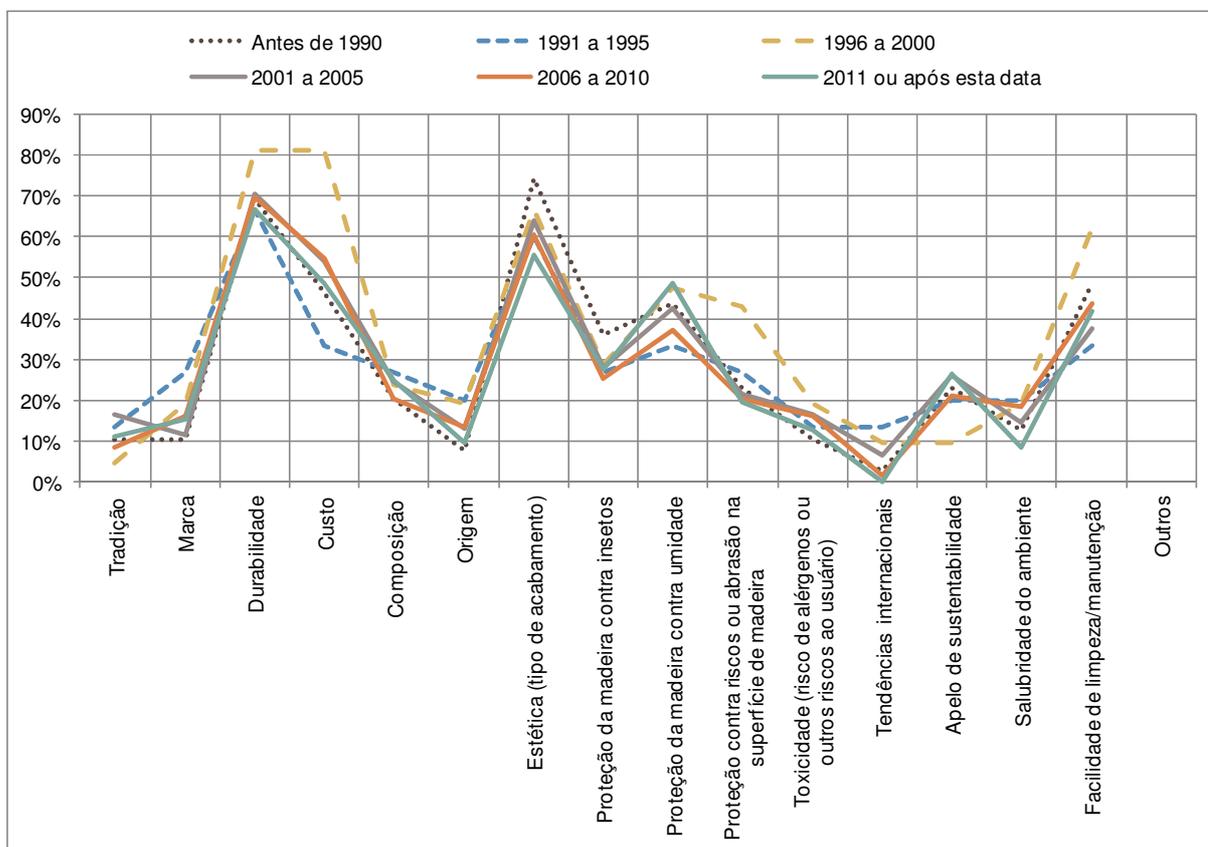


GRÁFICO 15 - ESPECIFICAÇÃO DE ACABAMENTOS PARA SUPERFÍCIES EM MADEIRA X ANO DE CONCLUSÃO DO ÚLTIMO CURSO

Ao cruzar os mesmos dados com o ano de conclusão do último curso realizado pelos respondentes, a maior discrepância observada foi nas respostas daqueles cujo último curso data do quinquênio 1996 a 2000. Entre estes profissionais, a grande maioria (80%) também considera de maior relevância a durabilidade e o custo do acabamento, bem como a facilidade de limpeza e manutenção (61,9%). Contudo, também estão mais atentos que os demais à proteção contra umidade e contra riscos ou abrasão na superfície (cerca de 45% optou por tais alternativas). Por fim, ao contrário dos demais, estes profissionais são os menos preocupados com o apelo de sustentabilidade do produto ou material utilizado, tendo menos de 10% das marcações (outras categorias atingiram entre 20% e 30%). Novamente, as causas para tais divergências de opinião podem ser

referentes à falta de atualização profissional, bem como uma excessiva preocupação de cunho econômico, conforme já foi comentado nas questões anteriores.

5.4 CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS SOBRE QAI, SALUBRIDADE E TOXICIDADE

A questão de número 9 apresentou ao respondente três afirmações referentes à ventilação para higiene e salubridade dos ambientes, a saber:

- 1) Tenho conhecimento que alguns revestimentos e produtos para uso nos interiores podem afetar negativamente a qualidade do ar interno;
- 2) Ao especificar produtos e materiais nos meus projetos, busco necessariamente informações seguras para tomar conhecimento da composição e possível toxicidade de cada item;
- 3) Com relação às taxas mínimas de ventilação de higiene, dimensiono com critérios precisos a renovação do ar necessária para manter a salubridade dos ambientes.

O objetivo foi avaliar de que maneira os próprios profissionais consideram os seus conhecimentos sobre o assunto. O respondente deveria avaliar as três afirmações de acordo com o grau de concordância pessoal através de uma escala de Likert com quatro categorias (concordo totalmente, concordo parcialmente, discordo parcialmente, discordo totalmente).

A nota média para a afirmativa 1 foi 3,25, indicando que os respondentes ficaram entre as respostas 3 e 4 (concordo parcialmente e concordo totalmente). Isso mostra que, apesar de não ter muito conhecimento sobre o assunto, a grande maioria dos respondentes sabe da existência de alguns produtos que influenciam negativamente a qualidade do ar interno. Para a afirmativa 2, a média das respostas foi de 2,94, indicando respostas entre 2 e 3 (discordo parcialmente e concordo parcialmente). Como se esperava, os profissionais assumem não buscar necessariamente informações sobre a toxicidade dos produtos especificados. Acredita-se que, já habituados ao uso de determinados revestimentos e produtos, o

ato da especificação se torna mecânico e deixa-se de lado a busca por informações mais detalhadas sobre os produtos apontados.

A afirmativa 3 teve a maior nota, com média 3,48, indicando uma maior tendência de respostas para “concordo totalmente”. Assim, os profissionais afirmam dar atenção às taxas mínimas de ventilação de higiene e ao dimensionamento preciso das taxas de renovação do ar. Em síntese, os profissionais afirmam saber da toxicidade de alguns produtos e da necessidade de renovação do ar, mas não buscam minimizar os riscos através de uma investigação um pouco mais detalhada sobre os produtos e materiais que utilizam nos seus projetos. Contudo, apesar da média alta nas respostas referentes à afirmativa 3, não se verifica na arquitetura produzida atualmente tamanha preocupação com a ventilação natural. Morishita e Schmid (2007) afirmam que os arquitetos possuem uma “percepção deficiente do próprio grau de conhecimento”. Em seu estudo, os autores verificam que os profissionais consideram seus conhecimentos sobre ventilação natural médio, buscando soluções também medianas e fazendo tais estudos dimensionais criteriosos apenas esporadicamente. Nesta pesquisa, uma população similar foi pesquisada³⁶ e pôde-se concluir que há falta de conhecimento dos profissionais quanto às reais necessidades de ventilação. Um exemplo é que a grande maioria afirma impedir a infiltração de ar pelas aberturas conscientemente, fator prejudicial à qualidade do ar e à salubridade dos ambientes já comentado no item 4.2.4.2. Outros comentam ainda que buscam auxílio de fornecedores de componentes para definição da ventilação, o que pode ser visto como um problema já que estes podem possuir informações específicas sobre o produto vendido e não sobre os critérios e conceitos envolvidos na ventilação dos edifícios. A conclusão dos autores é que os arquitetos fazem mau uso da ventilação natural por falta de conhecimento aprofundado, o que pode ter como causa a bibliografia escassa sobre o assunto e a inserção tardia das disciplinas de Conforto Ambiental nas ementas curriculares dos cursos de arquitetura.

³⁶ Profissionais da arquitetura com cadastro ativo no Cadastro Empresarial do CREA-PR 2006/2007.

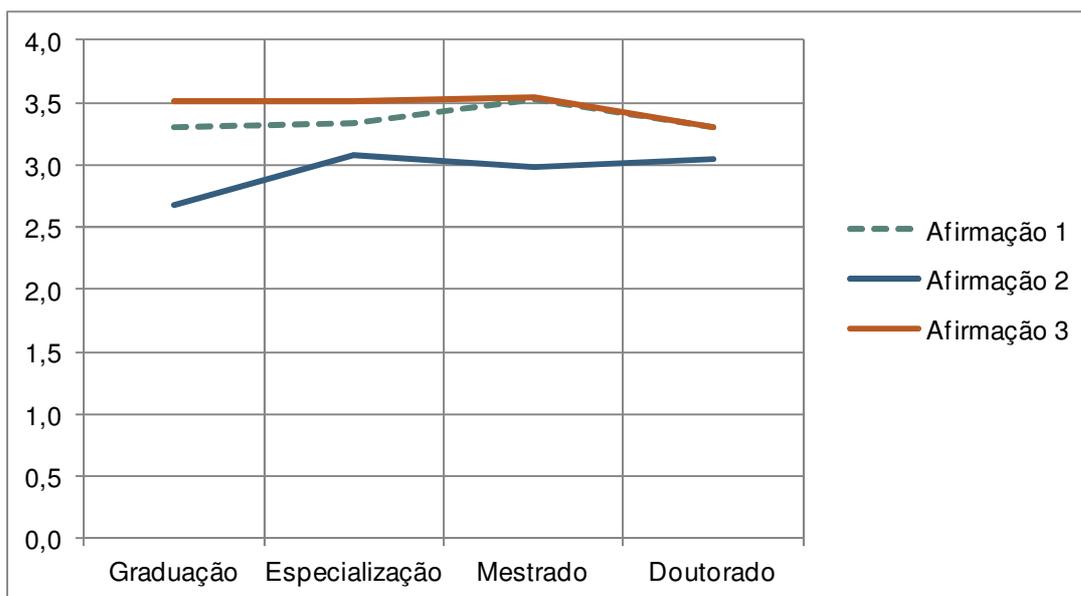


GRÁFICO 16 - MÉDIA DAS RESPOSTAS ÀS AFIRMAÇÕES X GRAU DE INSTRUÇÃO

O Gráfico 16 mostra a variação das notas dadas às afirmações de acordo com o grau de instrução dos respondentes. Nota-se que, entre a população pesquisada, os mestres possuem maior conhecimento sobre os produtos que podem prejudicar a qualidade do ar interno e também estão mais atentos às taxas de renovação do ar. Contudo, a diferença entre mestres, especialistas e graduados é mínima, sendo um pouco maior na afirmativa 1. Já os doutores mostram menor concordância com as afirmativas 1 e 3, o que pode novamente ser justificado pela atuação menos constante por parte destes na elaboração de projetos de arquitetura. Já no que diz respeito à afirmativa 2, especialistas e doutores buscam maiores informações sobre os produtos especificados, seguidos pelos mestres e pelos graduados, que de todos são os menos preocupados com a questão.

O Gráfico 17 cruza as mesmas informações de resposta com a data de conclusão do último curso realizado pelo respondente. Nota-se que os profissionais com cursos concluídos até o ano de 1990 são os que apresentam maiores médias, mostrando maior concordância com as afirmações e maior preocupação com a toxicidade dos materiais e a salubridade dos ambientes internos. Com relação à afirmativa 1, há um pico mínimo em que os profissionais do quinquênio seguinte apresentam as menores médias, provavelmente pelos motivos associados à economia já comentados, com posterior aumento até os profissionais que concluíram cursos em 2011 ou anos seguintes. Na afirmativa 2, há uma curva que

apresenta decréscimos até 2000, estabiliza no quinquênio seguinte e tem pequeno aumento para os profissionais que concluíram cursos entre 2006 e 2010. A afirmativa 3 mostra um decréscimo na preocupação com a ventilação natural entre os profissionais com formação a partir de 1990 até os dias de hoje. Isto sugere um possível reflexo de um ensino mais aprofundado e direcionado nos cursos de arquitetura na década anterior a 1990 ou ainda da crescente dependência de sistemas de condicionamento de ar.

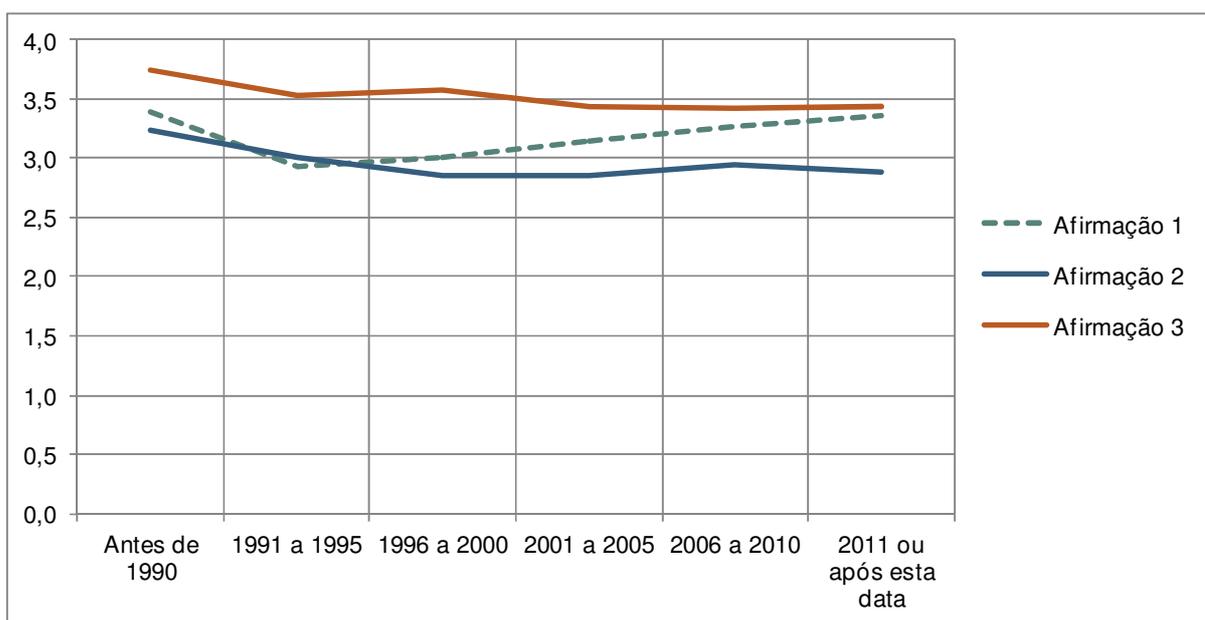


GRÁFICO 17 - MÉDIA DAS RESPOSTAS ÀS AFIRMAÇÕES X DATA DE CONCLUSÃO DO ÚLTIMO CURSO

Na última questão do formulário, o respondente deveria escolher em uma lista com todos os materiais citados nas questões anteriores quais seriam aqueles que deveriam ter seu uso restrito, reduzido ou com precauções nos ambientes internos. Ali foram incluídos materiais para usos diversos, no entanto, tinha-se como objetivo analisar como os profissionais avaliariam os produtos derivados da madeira ou para acabamento destas superfícies quando comparados a outros com relação a possuir ou não prováveis prejuízos para a qualidade do ar interior. O Gráfico 18 a seguir mostra as respostas obtidas para esta questão, em ordem decrescente. Os itens em destaque são os de maior interesse para esta pesquisa.

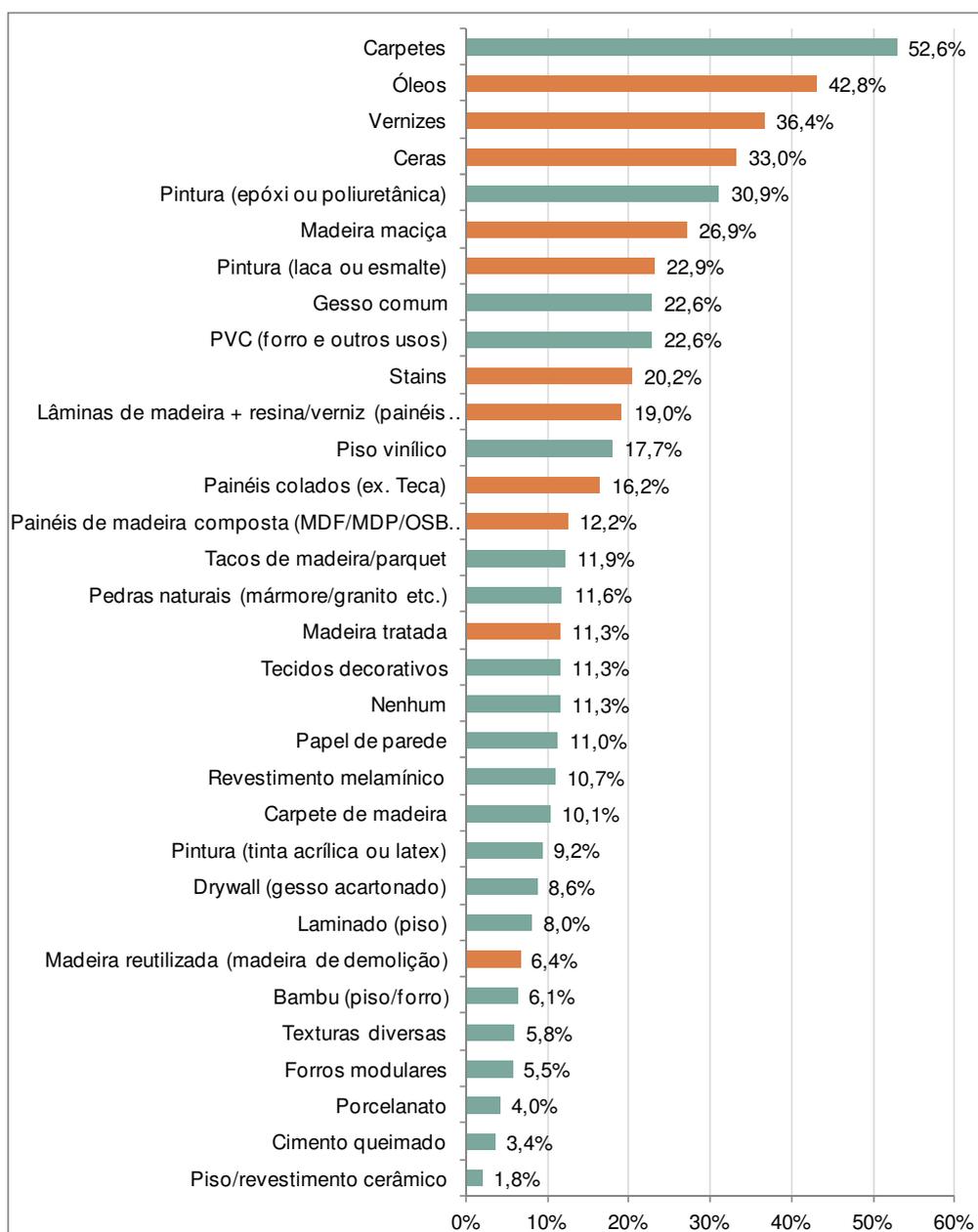


GRÁFICO 18 - PRODUTOS COM INFLUÊNCIA NA QAI

Entre os materiais mais votados ficaram os carpetes (52,6%), óleos (42,8%) e vernizes (36,4%), seguidos pelas ceras (33%). Apenas os carpetes não se enquadram nos produtos de madeira ou associados ao seu uso, e certamente ficam nesta colocação pela já comentada dificuldade de higienização e facilidade de acúmulo de alérgenos. Essa opinião dos profissionais coincide com a indicação da maioria de que esse material é um dos menos especificados em seus projetos. Com relação aos outros três produtos, utilizados como acabamento para superfícies em madeira, a opinião dos profissionais está correta, no entanto é de certa forma

diferente da esperada no que diz respeito aos óleos e ceras. Havendo muitas opções naturais neste sentido (ainda que com emissões de COVs, como descrito no capítulo 4), esperava-se que tais produtos não tivessem tal destaque nesta questão. Antes, acreditava-se que os produtos para pintura ou cobertura e tratamento de superfícies, ocupassem as primeiras posições juntamente com os vernizes, incluindo, por exemplo, pintura epóxi ou poliuretânica, e ainda os painéis de madeira composta, os quais ficam já na sequência das colocações (com 30,9% e 12,2% das indicações, respectivamente). Destaca-se aqui a questão dos painéis de madeira composta, os quais demandam cuidados pelas emissões de formaldeído e outros COVs, e pouco mais de 10% dos profissionais tem consciência dos prováveis prejuízos que o material causa à QAI.

A madeira maciça recebeu 26,9% das indicações, enquanto a madeira tratada recebeu 11,3% e a madeira de demolição ou reutilizada, 6,4%. Nota-se aqui um conflito de ideias por parte dos profissionais. A madeira maciça, *in natura*, não apresenta riscos à qualidade do ar, por se tratar de um material natural e isento de emissões tóxicas. O que a torna um motivo de preocupação é a sua utilização aliada aos diversos produtos para revestimento e acabamento de superfícies, descritos no capítulo 4. Logo, a madeira tratada e a madeira reutilizada são muito mais prejudiciais à qualidade do ar e à salubridade dos ambientes. Logicamente, como já comentado nesta pesquisa, há diversos tratamentos de madeira que reduzem a utilização de produtos tóxicos. Contudo, tratando-se este levantamento de opiniões das práticas de especificação dos arquitetos paranaenses, fica evidente que tais tratamentos alternativos não estão à disposição destes profissionais já que ainda não são realizados no Brasil em larga escala. Considera-se a possibilidade de ter ocorrido um erro de interpretação dos profissionais, os quais podem ter confundido o termo “madeira maciça” com madeira oriunda de florestas nativas. Ainda nesta questão, ao mencionar-se a madeira tratada, subentende-se tratamentos realizados com preservativos químicos (CCA e outros descritos no item 4.1.2). Com relação à madeira reutilizada, aplica-se o mesmo raciocínio. Sendo tais produtos de origem nacional, há grande probabilidade de estarem contaminados com preservativos químicos, havendo a necessidade de investigação e análise de procedência e composição dos materiais (o enunciado da questão era claro – deveriam ser marcados os materiais cujo uso deveria ser *reduzido, restrito* ou *com precauções*).

Outro ponto de destaque sobre estas considerações é que nenhum dos doutores marcou as opções madeira tratada e madeira reutilizada, evidenciando o desconhecimento do assunto e a necessidade de incentivo a pesquisas científicas na área.

As maiores variações e divergências de opinião sobre os produtos com influência na QAI e na salubridade ficam por conta do período de formação/atualização dos respondentes. Essa variação já era esperada, pois com o passar dos anos novos produtos e tecnologias foram desenvolvidos, além de pesquisas como esta, que acabam por interferir diretamente na opinião dos profissionais. Aqueles cujo último curso realizado já tem mais de uma década e não buscam atualização de maneira independente, obviamente têm opinião diversa dos profissionais que se mantêm mais atualizados com relação a produtos e materiais para especificação.

Alguns pontos destas divergências de opinião são dignos de nota. Os profissionais cujo último curso realizado é anterior ao ano de 1996, deixam evidente um maior desconhecimento das questões pertinentes à pesquisa, já que são os que marcaram em menor proporção materiais como painéis de madeira composta, vernizes, *stains* e madeira de demolição. A diferença mais discrepante foi com relação aos vernizes. Apenas cerca de 10% dos profissionais com cursos realizados até 1995 marcaram esta opção, aumentando para 30% dos com formação no quinquênio 2001 a 2005 e para quase 50% dos demais (2006 a 2010 e 2011 e anos seguintes). Contudo, com relação à madeira tratada, os profissionais com formação entre 1991 e 2000 consideram-na como um material com prováveis prejuízos à saúde humana em maior proporção, enquanto apenas 8% dos profissionais que concluíram seus cursos em 2011 ou concluirão em anos seguintes marcaram esta opção. Isto pode resultar de ter ocorrido uma redução progressiva no uso da madeira maciça e tratada nas construções, de forma que os profissionais que estão há mais tempo no mercado tenham maior conhecimento dos produtos utilizados para tratamento por já ter utilizado mais vezes o material. Por outro lado, as discussões sobre materiais mais naturais e sustentáveis também vem sendo mais difundidas atualmente, deixando-se de lado outras considerações pertinentes como as levantadas nesta pesquisa.

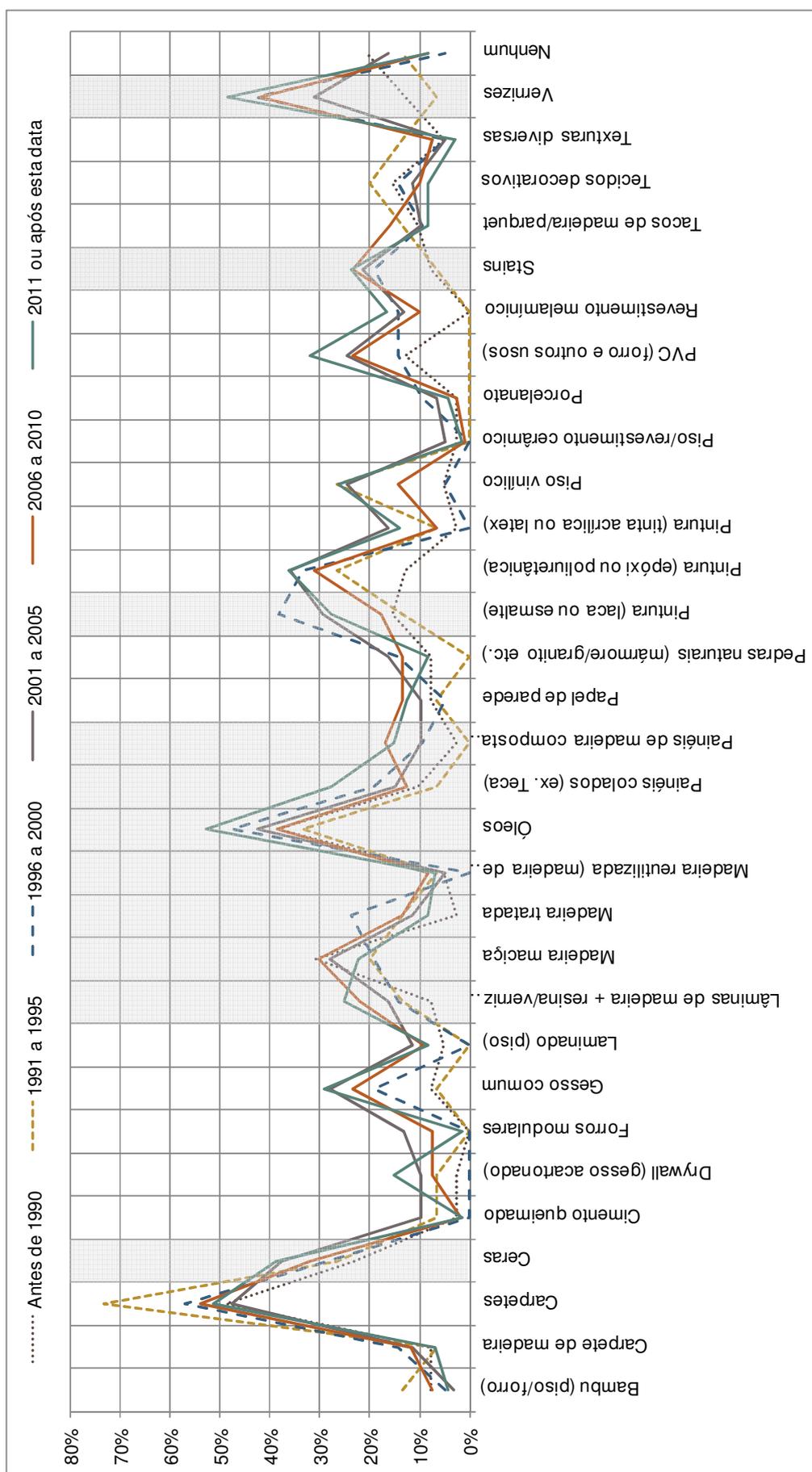


GRÁFICO 19 - PRODUTOS COM INFLUÊNCIA NA QAI X ANO DO ÚLTIMO CURSO REALIZADO

Há que se comentar ainda que 11,3% dos respondentes escolheram a opção “nenhum”, indicando que nenhum dos materiais citados deve ter seu uso restrito ou com alguma precaução nos ambientes internos. Alguns profissionais justificaram esta resposta comentando que variações de uso ocorrem de acordo com cada caso e cada cliente. No entanto, apesar dessa variação, há a necessidade de se averiguar os materiais a serem utilizados com relação à toxicidade. Embora existam demandas específicas em cada caso, a preocupação com a salubridade deve ser uma premissa em todos os projetos. Houve também respondentes que afirmaram não ter compreendido em que sentido os materiais deveriam ter seu uso restrito de alguma forma.

5.5 SÍNTESE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta pesquisa foi realizada com a intenção de inserir a discussão sobre salubridade e toxicidade dos materiais de construção e produtos para acabamentos e revestimentos no dia a dia dos profissionais. Além de identificar as reais preocupações dos mesmos no momento da especificação de revestimentos e acabamentos em seus projetos, propunha-se uma mudança de opinião e um despertar da relevância do assunto. Traçando um paralelo com a questão da arquitetura mais sustentável, tema já bem divulgado na arquitetura contemporânea, buscou-se demonstrar a importância da concepção de ambientes saudáveis.

O levantamento de dados sobre o qual discorreu este capítulo, também chamado aqui de *e-survey*, considerou como população total os 7.111 profissionais inscritos na modalidade “arquitetura” nas 35 inspetorias do CREA-PR. Para a participação na pesquisa, foram convidados 5.567 indivíduos/empresas cujo endereço para correio eletrônico encontrava-se disponível no Catálogo Empresarial do CREA-PR 2010-2011 (CREA-PR, 2010). Após os dois convites para a participação, obteve-se uma amostra total de 327 respostas válidas, correspondendo a uma taxa de resposta de 6,8% em relação ao total de participantes que receberam as correspondências eletrônicas (4.843), além de 73 retornos diretos via correio eletrônico, que corresponderam a uma taxa de retorno de 1,5%, os quais não foram

incluídos nas matrizes e correlações pela impossibilidade de tabulação por falta de similaridade com as demais respostas. Considerou-se a amostra significativa e passível de inferência estatística sobre a população pesquisada, com nível de confiança de 95% e margem de erro próxima de 5%.

Entre os respondentes, nota-se em número uma participação maior das profissionais do sexo feminino. No entanto, proporcionalmente à população total, o interesse dos profissionais do sexo masculino é maior. Ficou claro também que a formação mais representativa entre os profissionais é a graduação em arquitetura e urbanismo, havendo poucos representantes engenheiros (1,2%). Contudo, estes profissionais tiveram suas respostas e dados coletados tratados de forma similar que os arquitetos, por afirmarem desenvolver atividades de arquitetura e serem intitulados pelo próprio conselho como “engenheiros arquitetos”. Especialistas e graduados com último curso realizado após o ano 2000 também se destacaram na pesquisa. Isto ressalta um interesse maior dos profissionais recém formados e mais atualizados em assuntos referentes a pesquisas científicas e aprofundamento em questões profissionais diversificadas, bem como um distanciamento dos profissionais do meio acadêmico, que teve parcela reduzida de representantes (18,3% declaram-se mestres e apenas 4,6%, doutores). Além disso, percebeu-se que a grande maioria dos profissionais estão inseridos no mercado da arquitetura residencial (82,9%). Também são áreas de atuação predominantes a arquitetura comercial (lojas e centros de comércio – 51,4%, e corporativa – 49,3%), bem como os interiores residenciais (52,3%) e comerciais (46,8%).

Com relação à especificação de revestimentos, foram expressivos os resultados que mostram que custo, durabilidade, facilidade de limpeza/manutenção são as principais preocupações dos profissionais depois da estética, considerada a característica mais relevante dos revestimentos. Salubridade e toxicidade receberam, respectivamente, 22% e 14,4% das indicações, o que sugere preocupação ainda reduzida com a questão levantada nesta pesquisa, inclusive no que se refere aos profissionais com maior grau de instrução.

Entre os revestimentos mais especificados, comprovou-se a baixa frequência de uso de produtos de madeira ou dela derivados, no entanto, estes já foram utilizados pela maioria dos respondentes, incluindo a madeira tratada ou

reutilizada. Há maior frequência de especificação dos painéis de MDF/HDF, mostrando serem estes os mais populares entre os profissionais, que ainda utilizam em menores proporções painéis de MDP/EGP/OSB. Uma possível razão é o conhecimento superficial sobre os diferentes tipos de painéis derivados de madeira disponíveis no mercado por parte dos profissionais, que mostram não saber diferenciá-los ou ainda potencializar o uso específico de cada produto. Com relação à madeira maciça, tratada ou reutilizada, profissionais cujo último curso realizado data do quinquênio 1991-1995 mostram utilizar o material com maior frequência, destacando um maior conhecimento do assunto, o que se comprovou nas questões seguintes.

Quanto aos acabamentos para superfícies em madeira, apesar de a maioria mostrar já ter utilizado grande parte dos produtos de madeira ou derivados citados, mesmo que com baixa frequência, muitos marcaram a opção “não específico”, o que pode estar relacionado à falta de conhecimento sobre os acabamentos ou a real baixa frequência de uso. Novamente, os painéis de madeira reconstituída (MDF/HDF/MDP) mostraram ser os mais populares e apresentaram maior porcentagem de especificação de acabamento definida pelo especificador – provavelmente pela maior popularização destes materiais para a fabricação de painéis e mobiliário para interiores. Com exceção dos acabamentos diversificados para tais painéis (revestimento melamínico, laminação ou pintura com tinta laca), o acabamento mais citado foi a pintura com vernizes. Isto destaca uma necessidade de maior divulgação das propriedades do produto que, assim como as tintas, apresenta emissões de COVs prejudiciais à QAI. Destacou-se neste ponto da investigação uma ausência de correlações significativas – independente do grau de instrução e período de conclusão do último curso do respondente, ficou evidente o pouco uso da madeira e derivados e a falta de conhecimento aprofundado dos acabamentos disponíveis no mercado.

Quando indagados a respeito das características mais relevantes na escolha de produtos para acabamento de superfícies em madeira, a estética perdeu uma posição para a durabilidade, mantendo-se o custo e a facilidade de limpeza/manutenção nas posições seguintes. Particularidades da madeira surgem nas próximas posições entre as principais preocupações dos profissionais, sendo a umidade um fator reconhecido como uma preocupação relevante para o uso seguro

e duradouro do material (riscos ou abrasão – 22,3%; insetos – 27,8%; umidade – 41,9%). Doutores mostram preocupação ainda maior com a umidade, mas são os menos preocupados com a toxicidade, um defeito invisível e pouco abordado pelos profissionais em diversos aspectos. Além disso, os mais preocupados com peculiaridades da madeira, talvez por conhecê-la melhor como já comentado, são os profissionais com cursos realizados entre 1996 e 2000. Porém, estes pouco se preocupam com o apelo de sustentabilidade – provável resultado da falta de atualização profissional.

Um ponto alto da pesquisa foi a investigação do conhecimento dos profissionais sobre QAI, salubridade e toxicidade. Quando indagados sobre o assunto, os profissionais dizem saber da existência de produtos que afetam negativamente a QAI e da necessidade de cálculos e determinação precisa das taxas mínimas de ventilação natural, mas admitem não buscar informações específicas sobre os produtos e materiais especificados. Percebeu-se ainda que especialistas e doutores buscam mais informações sobre os materiais especificados. Apesar destas declarações, comentou-se a existência de uma percepção deficiente do próprio grau de conhecimento entre os profissionais, visto que a arquitetura produzida atualmente em geral não manifesta tais preocupações, fato confirmado pelo estudo de Morishita e Schmid (2007).

Por fim, a questão que encerrou o formulário solicitava a marcação de produtos e materiais para interiores que deveriam ter seu uso reduzido, restrito ou com precauções. Os mais votados foram: carpetes (52,6%), óleos (42,8%) e vernizes (36,4%), seguidos pelas ceras (33%). Aqui houve uma situação diferente da esperada, onde óleos e ceras, produtos que em geral podem ser considerados de origem natural, foram mais votados que pinturas com altos níveis de emissões de COVs. Além disso, painéis de madeira composta receberam somente 12,2% das indicações. Possuindo tais produtos componentes e emissões tóxicas, devem ter suas características divulgadas para utilização correta e adequada do material, dado o evidente desconhecimento de suas características nocivas. Houve ainda um conflito de ideias: a madeira maciça recebeu 26,9% das indicações dos profissionais, enquanto a madeira tratada recebeu 11,3% e a madeira de demolição ou reutilizada, 6,4%. Torna-se clara a necessidade de divulgação de maiores

informações aos profissionais sobre os produtos associados ao uso da madeira, estes sim prejudiciais, já que o material por si só não apresenta riscos à qualidade do ar e é isento de emissões tóxicas. Entre os materiais citados como passíveis de colocar em risco a QAI, as maiores divergências ocorrem devido ao período de formação/atualização dos respondentes. Os profissionais com formação mais recente têm mais conhecimento da toxicidade e das emissões dos vernizes, por exemplo, e também sobre sustentabilidade, porém têm menos informações sobre a madeira tratada, destacando o problema do ensino, já que uma porcentagem bem reduzida da carga horária das ementas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo envolve o uso da madeira e suas particularidades de projeto e execução na arquitetura. Há que se relembrar ainda que 11,3% escolheram a opção nenhum nesta questão, o que mostra uma percepção equivocada. Muitos materiais merecem atenção especial quando especificados e devem ser analisados cuidadosamente para evitar colocar em risco a QAI e a salubridade do ambiente construído.

As informações obtidas nesta etapa do levantamento de dados, principalmente nas duas últimas questões, confirmam o pressuposto de que os profissionais da arquitetura em geral não têm conhecimento satisfatório sobre o tema pesquisado. Apesar de afirmar ter conhecimento sobre questões relativas à ventilação natural e à possível toxicidade de alguns produtos, as respostas deixam evidente a necessidade de aprofundamento e divulgação de estudos desta natureza, a fim de levar aos profissionais informação e auxílio na especificação de produtos mais saudáveis. A grande quantidade de retornos diretos, assim como os comentários feitos nos próprios formulários mostraram uma boa receptividade por parte dos profissionais participantes, que consideraram a questão relevante e mostraram interesse em obter mais informações. Assim, o texto informativo disponibilizado aos participantes mostrou-se uma importante ferramenta de divulgação e destaque do assunto, trazendo de imediato algumas respostas e considerações válidas para os participantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A madeira, em união com os produtos associados à sua utilização no ambiente construído, assim como outros materiais de construção, confirmam-se como fontes de riscos à saúde e ao bem estar do usuário. Pôde-se observar neste estudo que há influência de tais produtos na salubridade e na QAI de formas diversas, variando os prejuízos provocados à saúde dos ocupantes de males agudos e irritações temporárias a problemas crônicos e doenças graves. O levantamento dos preservativos e produtos para acabamentos de superfície ressaltou que a grande maioria destes itens disponíveis no mercado brasileiro apresenta toxicidade e algum tipo de emissão gasosa prejudicial, fato que indica a necessidade de análise minuciosa dos produtos utilizados no ambiente construído antes da especificação.

O levantamento com os profissionais foi claro em ressaltar um conhecimento mediano e ainda insuficiente acerca do assunto, confirmando o pressuposto da pesquisa. Confirmou-se o fato de que os profissionais não dão a devida atenção à influência que tais produtos exercem na QAI, assim como o desconhecimento da possível e provável toxicidade das madeiras para reuso. Outros aspectos como estética, custo, manutenção e durabilidade têm sido considerados mais relevantes pelos profissionais do que o próprio conforto e bem estar do usuário.

Para a obtenção dos dados e das informações desejadas, nota-se que o método de pesquisa utilizado foi adequado para o auxílio ao desenvolvimento do estudo. Embora tenha se cogitado fazer uma entrevista formal com especialistas, utilizando o método *Delphi*, a *e-survey* com os profissionais mostrou-se muito eficaz. Além de atingir um maior número de pessoas, o arquivo com o texto informativo ao qual os respondentes tiveram acesso certamente será um instrumento importante para despertar discussões sobre o assunto. As informações ali disponibilizadas estão intimamente associadas à contribuição social desta pesquisa, pois levam aos profissionais questões dignas de atenção e que certamente contribuirão com um aprofundamento de conhecimento daqueles que notarem a relevância do assunto.

Discussões mais recentes como a preocupação com a sustentabilidade têm tido destaque crescente nas opiniões, principalmente entre os profissionais mais

atualizados e com maior grau de instrução. Deve-se notar que a sustentabilidade envolve também questões relacionadas ao conforto e bem estar do usuário, devendo a QAI e a salubridade ambiental fazer parte deste mesmo contexto e discussão. Da mesma maneira que a sustentabilidade vem se inserindo nos assuntos de destaque da arquitetura contemporânea, a salubridade e a QAI devem ser mais estudadas, divulgadas e passar a constituir as premissas essenciais da boa arquitetura. Essa discussão e o despertar da questão é de vital importância, tanto para a criação e composição de ambientes saudáveis e conseqüentemente mais sustentáveis quanto para a pesquisa e desenvolvimento de materiais e produtos mais adequados para uso em ambientes internos. Além disso, também é essencial o desenvolvimento de novas tecnologias de preservação da madeira, conforme vem acontecendo em outros países. Poder-se-ia, assim, aproveitar ao máximo o potencial florestal do país, associando o manejo florestal a boas práticas de preservação e aumento da durabilidade do material, sem o uso de produtos e componentes tóxicos que agredem não só a saúde humana como também o meio ambiente e os ecossistemas.

Conclui-se, portanto, que as questões aqui levantadas têm alta relevância, tanto para a pesquisa científica quanto para especificadores, usuários e profissionais diversos com atividades associadas ao ambiente construído e à arquitetura. Contudo, tem-se aqui um ponto de partida para outros estudos e desenvolvimento de novas tecnologias. É de vital importância a disseminação do assunto entre o público leigo e profissionais da construção civil, incluindo ações diversas de programas de medicina preventiva e o incentivo à revisão e atualização das normas e resoluções brasileiras relativas à poluição e qualidade do ar internos. O estabelecimento de novas regulamentações para materiais utilizados em ambientes internos, juntamente à proposição de novas tecnologias e materiais que contribuam com a salubridade dos interiores são passos necessários para a melhoria da qualidade e do conforto nestes ambientes. Por fim, é imprescindível que exista uma reavaliação das questões projetuais entre os profissionais da área, integrando o projeto adequado de aberturas e sistemas funcionais de ventilação natural à especificação consciente de técnicas e materiais de construção e acabamentos apropriados e com impacto reduzido à saúde humana.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sendo este estudo um ponto de partida para o desenvolvimento de mais pesquisas na área, recomendam-se os itens a seguir como sugestões de temas para futuros trabalhos que tenham como objetivo prosseguir na mesma linha de pesquisa:

- Levantamento e pesquisa das ementas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo no que diz respeito ao estudo de peculiaridades no uso da madeira na construção civil e na arquitetura, buscando a origem do problema do conhecimento superficial do assunto por parte dos profissionais;
- Desenvolvimento de pesquisa com método similar, porém com enfoque em outros materiais ou técnicas construtivas;
- Realização de experimentos e medições em campo que venham a comprovar os dados levantados com relação aos poluentes e emissões gasosas dos materiais e produtos aqui citados, comparando-os com a situação ideal;
- Levantamento em normas internacionais das taxas de emissão de alguns materiais e realização de estudos comparativos com a renovação do ar necessária para diluir as concentrações de poluentes até que se tornem imunes aos ocupantes;
- Levantamento completo das normas e resoluções brasileiras sobre QAI e poluição interna e comparação com normas internacionais, evidenciando as principais deficiências e proposições necessárias;
- Pesquisa de novos produtos no mercado com influência reduzida na saúde dos ocupantes, visando verificar sua eficácia e prováveis deficiências, incentivando o desenvolvimento de novas tecnologias.

Sabe-se que esta é uma linha de pesquisa que necessita de incrementos, com diversos pontos a serem pesquisados, estando ainda distante o esgotamento do assunto. No entanto, tais tópicos certamente auxiliarão no crescente interesse pela questão, favorecendo o desenvolvimento de maior número de pesquisas cuja

contribuição será significativa para usuários, profissionais e também para a comunidade acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. Nossos produtos, 2011. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br>>. Acesso em: 17/06/2011.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14535**: Móveis de madeira - Tratamento de superfícies - Requisitos de proteção e acabamento. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 15**: Atividades e operações insalubres. 1978.

ABPM, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRESERVADORES DE MADEIRA. **Preservação**. São Paulo, 2011. Animação. Disponível em: <<http://www.abpm.com.br/>>. Acesso em: 09/06/2011.

ABRAF, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2011 – ano base 2010**. Brasília: 2011.

ALEXANDRE, J. W. C. *et.al*. Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total através da teoria da resposta ao item. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2010.

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

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RE n°. 176, de 24 de outubro de 2000.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RE n°. 9, de 16 de janeiro de 2003.

BARREIROS, R. M. **Preservação da madeira – Métodos de tratamento de madeiras**. Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista. 200X. Notas de aula (Digital).

BATISTA, F. D. **A casa de madeira: um saber popular**. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011.

BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. O modelo ISA/JP – indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol. 11 no. 1. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000100008>. Acesso em 06/06/2011.

BAUMANN, M. G. D. *et al.* Aldehyde emissions from particleboard and medium density fiberboard products. **Forest Products Journal** 50, pp. 75-82. 2000.

BENNETT, A. Strategies and technologies: Controlling indoor air quality. **Filtration & Separation**, Volume 46 - Issue 4, pp. 14 – 17, 2009.

BERRIEL, A. **Tectônica e poética das casas de tábuas**. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011.

BNDES, BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Setorial: Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas**. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 3.523 de 28 de agosto de 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. RDC N°164, de 18 de agosto de 2006. Proíbe todos os usos do Ingrediente Ativo Pentaclorofenol (PCF) e seus sais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 21 de agosto de 2006.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Rede Nacional de Informações sobre o Investimento – RENAI. **Oportunidades de investimento – Setores econômicos: Madeira e Móveis**. 2010. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sistemas_web/renai/public/arquivo/arq1273166189.pdf>. Acesso em: 21/01/2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego. **Norma Regulamentadora Nº. 15: Atividades e operações insalubres**, Anexo nº. 13 – Agentes químicos. Portaria nº. 3.214, 1978.

BRAZOLIN, S. *et.al.* Preservação – Sistemas de classe de risco. **Madeira: arquitetura e engenharia**, 2004.

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

CANNAS, A. **Tannins: Fascinating but Sometimes Dangerous Molecules**. Cornell University – Department of Animal Science. 1999. Disponível em <<http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin.html#def>>. Acesso em 16/02/2011.

CARMO, A. T.; PRADO, R. T. A. **Qualidade do ar interno**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999. Texto técnico.

CHING, F. D. K. **Arquitetura de Interiores Ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CNUMAD, CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Capítulo 6 – Proteção e promoção das condições da saúde humana. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575>>. Acesso em: 24/08/2010.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n°. 003 de 28 de junho de 1990.

CREA-PR, CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA. Catálogo Empresarial do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná 2010-2011. Curitiba: Editora Brasileira de Guias Especiais (EBGE), 2010. (CD-ROM)

CREA-PR, CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA. Consulta Pública, 2011. Disponível em: <<http://creaweb.creapr.org.br/consultas/menupub.asp>>. Acesso em 11/10/2011.

CUNHA, E. G. **Aspectos relevantes na concepção de sistemas de esquadrias na região norte do RS**. BRASINDOOR – Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle de Qualidade do Ar de Interiores, sessão de artigos. 2010. Disponível em: <<http://www.brasindoor.com.br/>>. Acesso em: 13/05/2010.

DATASUS, DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE. **Cadernos de Informação de Saúde – Brasil**. 2009. Disponível em <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>>. Acesso em 17/05/2010.

EDWARDS, B. **O guia básico para a sustentabilidade**. 2ª Edição. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 2008.

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

EPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Indoor Air Facts No. 4 – Sick Building Syndrome**. Air and Radiation, 1991.

ESTEVES, B.; PEREIRA, H. Novos métodos de protecção da madeira. In: 6º Congresso Florestal Nacional – A floresta num mundo globalizado. **Anais...** Editora SPCF. Ponta Delgada, 2009. Disponível em < <http://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/1707/1/REP-H.Pereira-2.pdf> >. Acesso em: 20/09/2011.

ESTUQUI FILHO, C. A. **A durabilidade da madeira na arquitetura sob ação dos fatores naturais: estudo de casos em Brasília**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília. Brasília, 2006.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas & vernizes: ciência e tecnologia**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas imobiliárias de qualidade**: livro de rótulos da ABRAFATI (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas). São Paulo: Blucher, 2008.

FISK, W. J.; ELISEEVA, E. A.; MENDELL, M. J. Association of residential dampness and mold with respiratory tract infections and bronchitis: a meta analysis. **Environmental Health**, 2010. Disponível em <<http://www.ehjournal.net/content/pdf/1476-069X-9-72.pdf>>. Acesso em 01/02/2011.

FLORIDA. Center for Solid and Hazardous Waste Management. **Guidance for the management and disposal od CCA-treated Wood (draft)**. Florida Departament od Environment Protection, 2005.

FORSTER, L. M. K.; TANNHAUSER, M.; TANNHAUSER, S. L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. **Revista Saúde Pública** 28, pp. 167-172, 1994.

FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. **Saúde, Ambiente e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006.

GALLEGO, E.; ROCA, F. J.; PERALES, J. F.; GUARDINO, X.; BERENQUER, M. J. VOCs and PAHs emissions from creosote-treated wood in a field storage area. **Science of the total environment** 402, pp. 130-138. Elsevier, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1989.

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

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

GOMES, A. B. O.; KUWAHARA, M. Y. Custos de saúde associados à poluição do ar em ambientes internos: possibilidades da valoração econômica ambiental. **Revista Jovens Pesquisadores**, Ano V, N. 8, Jan./Jul. 2008.

GONZAGA, A. L. **Madeira: Uso e conservação**. Brasília: IPHAN/MONUMENTA, 2006.

GROW, GROUP OF RECYCLING OF WOOD. **Wood packaging and wood material hygienic qualities in contact with food**. 2011. Disponível em: <<http://grow-international.eu/media/a2915d5b23d0bd05ffff839dffff8709.pdf>>. Acesso em: 29/07/2011.

GUSTAVSSON, L; SATHRE, R. Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials. **Building and Environment** 41, pp. 940-951. Elsevier, 2006.

HERY, J. S. **A Complete Industrial Process to Recycle CCA-Treated Wood**. Folder of Charther R&D Department. Thermya, Bordeaux-France, 2008.

HILL, C. **Wood Modification-Chemical, Thermal and Other Processes**. Wiley Series in Renewable Resources. England: John Wiley & Sons, Ltd, 2006.

HODGSON, A. T.; BEAL, D.; MCILVAINE, J. E. R. Sources of formaldehyde, other aldehydes and terpenes in a new manufactured house. **Indoor Air** 12, 235-242. 2002.

HOMAN, W. J.; JORISSEN, A. J. M. Wood modification developments. **Heron**, Vol. 49, Issue 4, pp. 361-386. 2004. Disponível em: < <http://heron.tudelft.nl/index.html> >. Acesso em: 22/09/2011.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003. Primeiros resultados – Brasil e grandes regiões**. Volume 24. Brasil – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2004.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da Silvicultura**. 2ª Edição. Brasil – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2009.

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

KATZ, S. A.; SALEM, H. Chemistry and toxicology of building timbers pressure-treated with chromated copper arsenate: a review. **Journal of Applied Toxicology** 25, pp. 1-7. Wiley InterScience, 2005.

KIM, K-W *et al.* Formaldehyde and TVOC emissions behaviors according to finishing treatment with surface materials using 20 L chamber and FLEC. **Journal of Hazardous Materials** 177, pp. 90-94. Elsevier, 2010.

LAZENBY, G. **La casa sana: cómo saber que su casa ejerce una influencia positiva en su salud**. Barcelona: Blume, 2001.

LEBOW, S. **Preservative treatments for building components**. Wood protection 2006. Forest Products Society, 2007.

LOUREIRO, I. R. **A importância da ocorrência de ftalatos na água potável e no ecossistema da Baía de Guanabara**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Química – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002.

MAKOWSKI, M.; OHLMEYER, M. Influences on VOC emissions of wood-based panels. **Proceedings of Ninth Panel Products Symposium**. The BioComposites Centre, University of Wales. United Kingdom, 2005.

MARCÍLIO, I.; GOUVEIA, N. Quantificação do impacto da poluição atmosférica sobre a população urbana brasileira. **Cad. Saúde Pública**, 23: S529-S536, 2007.

MESOLOGIA. In: MICHAELIS – Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos, 2009. Disponível em <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=mesologia>>. Acesso em: 06/06/2011.

MILITZ, H.; LANDE, S. Challenges in wood modification technology on the way to practical applications. In: 4TH EUROPEAN CONFERENCE ON WOOD MODIFICATION. Stockholm. **Anais...** 2009. (CD-ROM)

MORISHITA, C.; SCHMID, A. L. Ventilação natural por efeito chaminé em sobrados: um estudo do uso desta técnica pelos arquitetos do Paraná. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Ouro Preto. **Anais...** Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2007.

MURRAY, C.J.L.; LOPEZ, A.D. **The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries and risk factors in 1990 and projected to 2020**. Cambridge: Harvard School of Public Health on behalf of the World Health Organization and the World Bank, 1996.

NASCIMENTO, W. C. **Coberturas verdes no contexto da Região Metropolitana de Curitiba – barreiras e potencialidades**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

NENNEWITZ, I. *et. al.* **Manual de tecnologia da madeira**. São Paulo: Blucher, 2008.

NIOSH, NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards**. Department of Health and Human Services – Centers for Disease Control and Prevention. DHHS (NIOSH) Publication No. 2005-149. NIOSH Publications, 2005. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>>. Acesso em 06/05/2010.

PEDROSA, J. I. S. **Perspectivas na avaliação em promoção da saúde: uma abordagem institucional**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 9 (3), pp. 617-626, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v9n3/a09v09n3.pdf>>. Acesso em: 23/10/2010.

PEIXE, M. A.; LICHESKI, L. C. Uso e sensações da madeira no espaço interno. In: 9º P&D DESIGN – 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010.

PORTUGAL. Ministério da Economia e da Inovação. **Lei nº. 78.** Diário da República nº. 67, 2006.

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

REMADE, REVISTA DA MADEIRA. Construção civil impulsiona a indústria da madeira. Edição no. 126, 2011a. Disponível em: < http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1509&subject=Constru%E7%E3o%20Civil&title=Constru%E7%E3o%20civil%20impulsiona%20ind%FAstria%20da%20madeira>. Acesso em: 24/11/2012.

REMADE, REVISTA DA MADEIRA. Envernizamento sobre madeiras. Edição no. 108, 2007. Disponível em <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1159&subject=E%20mais&title=Envernizamentos%20sobre%20madeiras>. Acesso em: 22/06/2011.

REMADE, REVISTA DA MADEIRA. Madeiras – Espécies – Madeiras brasileiras e exóticas (Eucalipto-grandis e Pinus-elioti), 2011b. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?cat=1&title=Madeiras%20brasileiras%20e%20ex%F3ticas>. Acesso em: 07/06/2011.

REMADE, REVISTA DA MADEIRA. Tratamento da madeira garante durabilidade e resistência. Edição no. 95, 2006. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=879&subject=Preserva%E7%E3o&title=Tratamento%20da%20madeira%20garante%20durabilidade%20e%20resist%EAnCIA>. Acesso em: 14/06/2011.

RICHARDSON, B. A. **Wood preservation.** 2ª Edição. Londres: E & FN Spon, 1993.

ROBSON, C. **Real world research: a source for social scientists and practitioner - researchers.** 2. Edição. Australia: Blackwell Publishing, 2002.

SALTHAMMER, T. *et al.* Release of primary compounds and reactions products from oriented strand board (OSB). In: **Proceedings of Healthy Buildings 03**, Singapore, vol. 1, pp. 160-165. 2003.

SÃO PAULO. **Guia técnico ambiental tintas e vernizes – Série P+L**. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 2006. (Digital).

SCHMID, A. L. **A ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SILVA, J. de C. Madeira preservada – os impactos ambientais. **Revista da Madeira**, edição n.º. 100. Viçosa, 2006.

SILVA, J. de C. Madeira preservada e seus conceitos. **Revista da Madeira**, edição n.º. 103. Viçosa, 2007.

SILVA, J. R. M. *et al.* Características e técnicas para o acabamento de móveis. **Revista da Madeira**, artigos técnicos. Viçosa, 2003.

SIOPS-DATASUS, SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE ORÇAMENTOS PÚBLICOS EM SAÚDE - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE. **Gastos da União com ações e serviços públicos de saúde**. 2007. Disponível em <<http://siops.datasus.gov.br/Documentacao/SIOPS%20Uni%C3%A3o%202007%20.pdf>>. Acesso em 17/05/2010.

SOLO-GABRIELE, H.; TOWNSEND, T. **Generation, use, disposal and management options for CCA-treated wood**. Florida Center for Solid and Hazardous Waste Management, Report #98-1. Florida, 1998.

STUMPP, E. *et al.* Avaliação da eficácia de tratamentos naturais de madeiras para o controle do cupim-da-madeira-seca. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 21-31, abr./jun. 2006.

THOMASSON, G. *et al.* **Wood Preservation and Wood Products Treatment – Training Manual**. Oregon State University, 2006.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. Eco-eficiência dos materiais de construção. **Revista APCMC**, 147, pp. 46-53. Associação Portuguesa dos Comerciantes de Materiais de Construção, 2010.

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

VIEGAS, J. C. Ventilação natural em edifícios de habitação. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Apresentação. Disponível em: <<http://mestrado-reabilitacao.fa.utl.pt/disciplinas/jbastos/JViegasVentilacao.pdf>>. Acesso em: 28/09/2011.

WATT, D; COLSTON, B; SPALDING, D. Assessing the impact of chemical treatments on the health of buildings and their occupants. **Research Paper Series**, Volume 3, Number 13. RICS Foundation, 2000.

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

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

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – Global update 2005 – Summary of risk assessment**. Switzerland, 2006. Disponível em <<http://www.who.int/indoorair/publications/en/index.html>> Acesso em 29/03/2010.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Environment and Health Information System (EHIS)**. Denmark, 2010. Disponível em: <<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/data-and-evidence/environment-and-health-information-system-ehis/health-effects-of-the-environment>>. Acesso em: 15/08/2010.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Indoor air pollution: national burden of disease estimates**. Switzerland, 2007. Disponível em <<http://www.who.int/indoorair/publications/en/index.html>> Acesso em 29/03/2010.

YAMANE, T. **Elementary Sampling Theory**. Englewoods Cliffs: Prentice Hall, 1967.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Método**. 3ª Edição São Paulo: Bookman, 2005.

ZALESKI, C. B. **Materiais e conforto: um estudo sobre a preferência por alguns materiais de acabamento e sua relação com o conforto percebido em interiores residenciais da classe média de Curitiba**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

ZHANG, J. S. *et al.* Measurements of volatile organic compounds (VOC) emissions from wood stains using an electronic balance. **ASHRAE Transactions** 105, pp. 279-288, 1998.

ZIGLIO, A. C. **Uso da capsaicina como preservante de madeiras ao ataque de fungo apodrecedor.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

DOCUMENTOS CONSULTADOS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** Informação e documentação – Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:** Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

UFPR – Universidade Federal do Paraná, Sistemas de bibliotecas. **Citações e notas de rodapé: Normas para apresentação de documentos científicos.** Volume 3. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

UFPR – Universidade Federal do Paraná, Sistemas de bibliotecas. **Referências: Normas para apresentação de documentos científicos.** Volume 4. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

UFPR – Universidade Federal do Paraná, Sistemas de bibliotecas. **Teses, dissertações, monografias e outros trabalhos acadêmicos: Normas para apresentação de documentos científicos.** Volume 2. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

UFPR – Universidade Federal do Paraná, Sistemas de bibliotecas. **Redação e editoração: Normas para apresentação de documentos científicos.** Volume 9. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

APÊNDICES

A) TELA INICIAL DA FERRAMENTA DE ENVIO DOS CONVITES.....	174
B) SURVEY – 1º CONVITE.....	175
C) SURVEY – 2º CONVITE.....	176
D) MENSAGEM DE AGRADECIMENTO E RESPOSTA ÀS SOLICITAÇÕES DE RETORNO FUTURO	177
E) FORMULÁRIO DE PESQUISA.....	178
F) COMENTÁRIOS, CRÍTICAS E SUGESTÕES NO INSERIDAS FORMULÁRIO.	185
G) RETORNOS DIRETOS E SOLICITAÇÕES DOS RESULTADOS	189

APÊNDICE B

SURVEY – 1º CONVITE

Visualização da mensagem



Identificador: [UFPR] Arq. Bárbara Alpendre
Assunto: Arquitetos, participem!
Nome do remetente: [UFPR] Arq. Bárbara Alpendre
E-mail do remetente: qai@ufpr.br
Domínio de redirecionamento: formularioufpr.a2studioarquitetura.com
Status: Enviada
Data de agendamento: 04/11/2011 - 15:49
Data de envio: 04/11/2011 - 16:00
Para as listas: Arquitetos PR, Teste

Conteúdo Visual (HTML)

Mensagem de texto



Universidade Federal do Paraná
 Setor de Tecnologia
 Departamento de Construção Civil
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil

Caro(a) colega arquiteto(a),

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de opinião vinculada à dissertação de mestrado em desenvolvimento sob orientação do Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná.

Todas as informações serão mantidas em sigilo. São no total **10 questões**, além de algumas informações pessoais.

Agradeço sua disposição em participar, e em retribuição, ao **fim da pesquisa** será disponibilizado, em **arquivo digital, um texto inédito com diretrizes e dados relevantes sobre alguns produtos utilizados no ambiente construído**. Clique em "enviar" ao concluir o preenchimento para enviar suas respostas e acessar o link para download.

Acesse AQUI o formulário!

Em caso de dúvidas, entre em contato:

Arq. Bárbara Alpendre: qai@ufpr.br / barbaraalpendre@gmail.com
 Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid: iso@ufpr.br (orientador da pesquisa)
 Laboratório de Ambiente Construído UFPR: (41) 3361-3069

Grata,

Arq. Bárbara Alpendre da Silva
 CREA PR-101.748/D

Obs.: A lista de emails que integra a amostra desta pesquisa corresponde aos arquitetos integrantes do Catálogo Empresarial do CREA-PR. Este email será enviado única e exclusivamente com o fim de convidar participantes para a pesquisa acadêmica.

X | Fechar

APÊNDICE C

SURVEY – 2º CONVITE

Visualização da mensagem



Identificador: Reenvio - 22/11/2011
Assunto: Novo convite!
Nome do remetente: [UFPR] Arq. Bárbara Alpendre
E-mail do remetente: qai@ufpr.br
Domínio de redirecionamento: formularioufpr.a2studioarquitetura.com
Status: Enviada
Data de agendamento: 22/11/2011 - 10:35
Data de envio: 22/11/2011 - 10:37
Para as listas: Teste, Arquitetos PR - Reenvio

Conteúdo Visual (HTML)

Mensagem de texto



Universidade Federal do Paraná
 Setor de Tecnologia
 Departamento de Construção Civil
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil

Caro(a) colega arquiteto(a),

Há duas semanas você recebeu um convite para participar de uma pesquisa de opinião vinculada à minha dissertação de mestrado ainda em desenvolvimento. Caso não tenha participado, reitero aqui o convite. ***Sua participação é muito importante!***

Todas as informações serão mantidas em sigilo. São no total **10 questões**, além de algumas informações pessoais.

Você receberá ao fim da pesquisa, em arquivo digital, **um texto inédito com diretrizes e dados relevantes sobre alguns produtos utilizados no ambiente construído**. Clique em "enviar" ao concluir o preenchimento para enviar suas respostas e acessar o link para download.

Acesse AQUI o formulário!

* Caso já tenha participado, agradeço muito sua colaboração! Aqueles que solicitaram maiores informações sobre a pesquisa podem estar certos do meu retorno nas próximas semanas.

Coloco-me novamente à sua disposição para eventuais dúvidas ou sugestões.
Muito obrigada!

Arq. Bárbara Alpendre da Silva
CREA PR-101.748/D

Contatos:

Arq. Bárbara Alpendre: qai@ufpr.br/ barbaraalpendre@gmail.com
 Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid: iso@ufpr.br (orientador da pesquisa)
 Laboratório de Ambiente Construído UFPR: (41) 3361-3069

Obs.: A lista de emails que integra a amostra desta pesquisa corresponde aos arquitetos integrantes do Catálogo Empresarial do CREA-PR. Este email foi enviado única e exclusivamente com o fim de convidar participantes para a pesquisa acadêmica.

X | Fechar

APÊNDICE D**MENSAGEM DE AGRADECIMENTO E RESPOSTA ÀS SOLICITAÇÕES DE
RETORNO FUTURO****Visualização da mensagem**

Identificador: Mensagem para os participantes que solicitaram contato futuro
Assunto: Contato
Nome do remetente: [UFPR] Arq. Bárbara Alpendre
E-mail do remetente: qai@ufpr.br
Domínio de redirecionamento: formularioufpr.a2studioarquitetura.com
Status: Enviada
Data de agendamento: 30/11/2011 - 12:12
Data de envio: 30/11/2011 - 12:12
Para as listas: Envio email CONTATO 30/11

Conteúdo Visual (HTML)

Mensagem de texto

**Universidade Federal do Paraná**

Setor de Tecnologia

Departamento de Construção Civil

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil

Bom dia!

Envio meus sinceros agradecimentos a todos que colaboraram por participar da pesquisa. Como muitos solicitaram um **contato futuro para envio dos resultados**, faço um último pedido para que aqueles que ainda não o fizeram enviem um email para **qai@ufpr.br** a fim de registrar sua solicitação. Entrarei em contato em 2012 para envio da dissertação concluída.

Grata,

Arq. Bárbara Alpendre da Silva
CREA PR- 101.748/D

Fechar

APÊNDICE E

FORMULÁRIO DE PESQUISA



Uso da madeira e produtos associados no ambiente construído

Caro(a) colega arquiteto(a).

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de opinião vinculada à dissertação de mestrado em desenvolvimento sob orientação do Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná.

Todas as informações serão mantidas em sigilo. São no total **10 questões**, além de algumas informações pessoais.

Agradeço a sua disposição em participar, e em retribuição, ao **fim da pesquisa** será disponibilizado, em **arquivo digital**, um **texto inédito com diretrizes e dados relevantes sobre alguns produtos utilizados no ambiente construído**. Clique em enviar no fim da página para enviar suas respostas e acessar o link.

Grata,
Arq. Bárbara Alpendre da Silva
CREA PR-101.748/D
Contato: qai@ufpr.br / barbaraalpendre@gmail.com
*Obrigatório

Informações pessoais - formação e atividade profissional

Sexo *

- Feminino
 Masculino

Idade *

20 a 24 anos ▼

Formação acadêmica *

- Arquitetura e Urbanismo
 Engenharia Civil
 Técnico em Design de Interiores
 Outro:

Escolaridade *

- Ensino superior incompleto
- Ensino superior completo
- Especialização / Pós-graduação Lato sensu incompleto
- Especialização / Pós-graduação Lato sensu completo
- Pós-graduação Stricto sensu (mestrado) incompleto
- Pós-graduação Stricto sensu (mestrado) completo
- Pós-graduação Stricto sensu (doutorado) incompleto
- Pós-graduação Stricto sensu (doutorado) completo

Ano de conclusão do último curso realizado (ou ano em que irá concluir) *

Antes de 1990 ▼

Áreas de atuação *

Marque as opções referentes aos projetos de arquitetura que costuma realizar.

- Residencial
- Comercial - corporativo
- Comercial - setores alimentícios
- Comercial - lojas e centros de comércio
- Institucional - escolas
- Institucional - museus/galerias e centros de conveções
- Institucional - clínicas e hospitais
- Interiores - residencial
- Interiores - comercial
- Interiores - institucional
- Paisagismo
- Urbanismo
- Outro:

Especificação de revestimentos no ambiente construído

As questões a seguir referem-se ao processo de especificação de materiais de revestimento e acabamento. Responda de acordo com os seus projetos já realizados.

1. Durante a concepção do projeto e a especificação dos materiais a serem utilizados, quais os critérios que considera serem mais importantes? *

Marque até 5 opções.

- Custo
- Estética (tipo de acabamento)
- Marca
- Durabilidade
- Origem
- Tendências internacionais
- Preferência do cliente
- Composição
- Toxicidade (risco de alérgenos ou outros riscos ao usuário)
- Apelo de sustentabilidade
- Salubridade do ambiente
- Preferência por materiais naturais
- Facilidade de limpeza/manutenção

- Facilidade de execução/colocação
- Disponibilidade de mão-de-obra adequada para execução/manutenção
- Disponibilidade do material (prazo de entrega)
- Prazo de execução/colocação
- Outro:

2. Entre os materiais e produtos para revestimento de piso, quais os mais especificados nos seus projetos? *

Marque nas escalas de referência de acordo com a frequência de especificação (4 - sempre específico 3 - muitas vezes 2 - poucas vezes 1 - nunca específico)

	4	3	2	1
Piso cerâmico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Porcelanato	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pedras naturais (mármore, granito, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Madeira maciça estruturada (assoalho)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Madeira reutilizada (madeira de demolição)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tacos de madeira / parquet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carpete de madeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laminado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Derivados de bambu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Piso vinílico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cimento queimado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pintura (epóxi ou outra)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carpetes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Entre os materiais e produtos para forro, quais os mais especificados nos seus projetos? *

Marque nas escalas de referência de acordo com a frequência de especificação (4 - sempre específico 3 - muitas vezes 2 - poucas vezes 1 - nunca específico)

	4	3	2	1
Drywall (gesso acartonado)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gesso comum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Madeira (lambрил)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Derivados de bambu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PVC (padrão ou madeirado)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pintura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forros modulares de fibras naturais (madeira-cimento, lã de rocha, argila, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Entre os materiais e produtos para revestimento de parede e para painéis, quais os mais especificados nos seus projetos? *

Marque nas escalas de referência de acordo com a frequência de especificação (4 - sempre específico 3 - muitas vezes 2 - poucas vezes 1 - nunca específico)

	4	3	2	1
Revestimento cerâmico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Porcelanato	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pedras naturais (mármore, granito, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira maciça estruturada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira reconstituída - MDF (painel de fibras de média densidade) / HDF (painel de fibras de alta densidade)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira reconstituída - Aglomerados / MDP (painel de partículas de média densidade)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira processada - OSB (painel de tiras orientadas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira processada - EGP (painéis colados ex.: madeira teca)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira tratada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira reutilizada (madeira de demolição)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drywall (gesso acartonado)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Texturas diversas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Papel de parede	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecidos decorativos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pintura comum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Acabamentos para superfícies em madeira

As respostas a seguir referem-se aos produtos e técnicas utilizadas para acabamento das superfícies em madeira destacadas nos itens anteriores.

5. Considerando os materiais e produtos de madeira para revestimento de piso que recebem acabamento, quais os produtos mais especificados nos seus projetos? *

Escolha a opção para cada caso. Se não souber, não especificar ou seguir instruções do fabricante ou do colocador sem análise prévia selecione "não específico".

	Ceras ou óleos	Stains	Vernizes	Esmaltes	Não específico
Madeira maciça estruturada (assoalho)	<input type="radio"/>				
Madeira de demolição (assoalho)	<input type="radio"/>				
Tacos de madeira / parquet	<input type="radio"/>				

6. Considerando o uso da madeira para forro, quais os produtos para acabamento mais especificados nos seus projetos? *

Escolha a opção para cada caso. Se não souber, não especificar ou seguir instruções do fabricante ou do colocador sem análise prévia selecione "não específico".

	Ceras ou óleos	Stains	Vernizes	Esmaltes	Não específico
Madeira maciça (lambрил)	<input type="radio"/>				

7. Entre os materiais para revestimento de paredes e confecção de mobiliário e outros detalhes decorativos associados, quais os acabamentos mais especificados nos seus projetos? *

Escolha a opção para cada caso. Se não souber, não especificar ou seguir instruções do fabricante sem análise prévia selecione "não específico".

	Revestimento melamínico	Laminado + verniz	Pintura (laca/esmalte)	Vernizes/ Stains	Não específico
Madeira maciça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira reconstituída - fibras (MDF / HDF) ou partículas (MDP / aglomerados)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira processada mecanicamente - OSB (painel de tiras orientadas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira processada mecanicamente - EGP (painéis colados ex.: madeira teca)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira tratada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Painéis de madeira reutilizada (madeira de demolição)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Considerando os produtos para acabamento de superfície de revestimentos em madeira, quais características você realmente considera serem relevantes para a escolha entre um ou outro produto? *

Dê preferência às suas primeiras impressões, que correspondem ao que realmente pesa na sua escolha. Marque até 3 alternativas.

- Tradição
- Marca
- Durabilidade
- Custo
- Composição
- Origem
- Estética (tipo de acabamento)
- Proteção da madeira contra insetos
- Proteção da madeira contra umidade
- Proteção contra riscos ou abrasão na superfície de madeira
- Toxicidade (risco de alérgenos ou outros riscos ao usuário)
- Tendências internacionais
- Apelo de sustentabilidade
- Salubridade do ambiente
- Facilidade de limpeza/manutenção
- Outro:

Qualidade do ar, salubridade e toxicidade dos materiais

Considerando o exercício diário da sua profissão, analise e responda às questões abaixo.

9. Avalie seu grau de concordância com as afirmações abaixo. *

Marque de acordo com a escala de referência: 4 - concordo totalmente 3 - concordo parcialmente 2 - discordo parcialmente 1 - discordo totalmente

	4	3	2	1
Tenho conhecimento que alguns revestimentos e produtos para uso nos interiores podem afetar negativamente a qualidade do ar interno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ao especificar produtos e materiais nos meus projetos, busco necessariamente informações seguras para tomar conhecimento da composição e possível toxicidade de cada item.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Com relação às taxas mínimas de ventilação de higiene, dimensiono com critérios precisos a renovação do ar necessária para manter a salubridade dos ambientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Dentre os materiais citados nesta pesquisa, quais são, na sua opinião e dentro do que conhece sobre o assunto, os materiais que devem ter seu uso reduzido, restrito ou com algumas precauções nos ambientes internos? *

Marque as opções desejadas. Ao fim da lista, pode marcar "nenhum" se assim desejar.

- Bambu (piso/forro)
- Carpete de madeira
- Carpetes
- Ceras
- Cimento queimado
- Drywall (gesso acartonado)
- Forros modulares
- Gesso comum
- Laminado (piso)
- Lâminas de madeira + resina/verniz (painéis de madeira composta)
- Madeira maciça
- Madeira tratada
- Madeira reutilizada (madeira de demolição)
- Óleos
- Painéis colados (ex. Teca)
- Painéis de madeira composta (MDF/MDP/OSB etc.)
- Papel de parede
- Pedras naturais (mármore/granito etc.)
- Pintura (laca ou esmalte)
- Pintura (epóxi ou poliuretânica)
- Pintura (tinta acrílica ou latex)
- Piso vinílico

- Piso vinílico
- Piso/revestimento cerâmico
- Porcelanato
- Porcelanato
- PVC (forro e outros usos)
- Revestimento melamínico
- Stains
- Tacos de madeira/parquet
- Tecidos decorativos
- Texturas diversas
- Vernizes
- Nenhum

Caso queira contribuir com a pesquisa com algum comentário, crítica ou sugestão, deixe sua opinião abaixo. Do contrário, clique em enviar e terá acesso ao link para o arquivo digital com as informações levantadas nesta pesquisa.

Comentários, críticas e sugestões.

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

APÊNDICE F

COMENTÁRIOS, CRÍTICAS E SUGESTÕES NO INSERIDAS FORMULÁRIO

- 1 - Enquete apropriada. Boa sorte com sua dissertação.
- 2 - muito longo para responder!
- 3 - Não costumo ter acesso a muitas informações técnicas sobre os produtos especificados, ou não consigo interpretar os dados para saber se as características dos materiais fazem bem ou mal para o ambiente. Parabéns pela pesquisa!
- 4 - Agradeço a oportunidade de participar da pesquisa, espero ter colaborado!
- 5 - Algumas perguntas não foram claramente formuladas.
- 6 - Para as questões 5, 6 e 7, deveria ter um campo "não utilizo este material". Pois como era necessário preencher todas as respostas, preenchi com "não específico", porém não significa que sigo as instruções do fabricante sem análise prévia, ou sem responsabilidade, significa simplesmente que não utilizo aqueles materiais nos projetos.
- 7 - como trabalho diretamente com cenografia, minhas demandas são muito diferentes.
- 8 - Boa tarde! Recomendaria uma melhor formatação do item nove. Não é esclarecedor, na minha opinião. Att.
- 9 - Todos os materiais precisam de cuidados nas especificações, como por exemplo ter um piso de cimento queimado com cera no jardim de um idoso. Mas nenhum precisa ter uso reduzido, apenas cuidado por parte do arquiteto.
- 10 - Sobre a última questão, considere a redução de uso de madeira maciça, no entanto, se for eucalipto ou pinus, menos mal, já que são árvores que crescem mais rapidamente.
- 11 - Evito a especificação de madeiras naturais nos meus projetos, mas quando necessário dou preferência ao eucalipto, teca ou alguma espécie de reflorestamento ou sugerida na lista de madeiras do IBAMA.
- 12 - Madeiras de manejo sustentável são uma mentira inventada para ludibriar a população. Morei na Amazônia e afirmo que toda a madeira consumida no Brasil provém de desflorestamento criminoso, não há fiscalização ou programa efetivo de controle do desmatamento."
- 13 - parabéns pela pesquisa!!!
- 14 - As respostas ficaram muito genéricas. Na verdade cada caso é um, caso, e condiciona a escolha de materiais. Então as respostas nunca podem ser "sempre ou nunca..."
- 15 - Falta de informação ou produto adequado para proteção da madeira em uso externo.
- 16 - não concordo com a pergunta 9, achei tendenciosa e imprecisa.

- 17 - Gostaria de ter acesso aos resultados da pesquisa e sugestões. Sucesso!
- 18 - Considero que a questão 1 deveria ter a opção de QUALIDADE para assinalar; Não entendi porque na questão 8 só pode assinalar 3 alternativas, já que na questão 1, que é bem similar, é permitido assinalar 5 alternativas; A escala na pergunta 9 parece estranha, pois ao invés de concordar e discordar, talvez fosse melhor avaliar o grau de conhecimento variando entre: conheço e desconheço totalmente.
- 19 - Oi, sou arquiteta e fiz vários cursos de permacultura para construção natural, além de pesquisar os materiais mais saudáveis. Infelizmente não são todos os clientes que estão dispostos a aplicá-los. Gostaria muito de ter o resultado desta pesquisa e o seu trabalho final. Meu e-mail é paula.bioarquiteta@gmail.com. Aqui vc vai ver uma reportagem sobre uma casa que projetei. Não aparecem todas as técnicas que aplicamos, mas ficou bem legal.
- <http://g1.globo.com/videos/parana/v/casa-ecologica-aproveita-melhor-os-recursos-naturais/1682644/>
- Mas no nosso facebook tem nosso folder que mostra todas as técnicas aplicadas.
<https://www.facebook.com/bioconstructo>
- Abraço e boa sorte, Paula Padilha
- 20 - Parabéns pela pesquisa...sucesso. Espero ter contribuído.
- 21 - As perguntas estão muito relacionadas com o tipo de arquitetura que o profissional trabalha...
- 22 - gostaria de receber o resultado de seu estudo. Obrigado, sucesso. nivaldirjr@gmail.com
- 23 - Na pergunta 10, não ficou claro qual o motivo para tornar o material de uso reduzido, restrito ou que exija alguma precaução. Pode-se dizer que qualquer material tenha suas restrições, seja custo, design, aplicabilidade, etc. Se o critério for a toxicidade do material, eu acredito que tintas, vernizes, stains, óleos e ceras possam comprometer o ambiente, porém por um tempo determinado, não para sempre. Espero ter auxiliado. Sucesso em seu trabalho. Rosa Dalledone.
- 24 - Quero retorno de resultados dessa pesquisa, com análise hein?!
- 25 - Acredito que muitos profissionais ainda desconheçam a toxidade dos materiais que especificam, bem como os clientes estão mal informados e muitas vezes solicitam materiais que podem influenciar negativamente na qualidade dos ambientes internos.
- 26 - Creio que deveria ficar mais claro, dentre as sugestões e indicações de materiais e outras técnicas, se os materiais e técnicas mencionadas e colocadas sob avaliação/exame se destinam a projetos de arquitetura propriamente dita ou a projetos de decoração. Na avaliação, acima, me restringi mais à primeira opção.
- 27 - Ao que transparece a pesquisa restringe-se a área de interiores o que limita sobre algumas respostas. Boa sorte

- 28 - Parabéns pela sua pesquisa. Confesso que estou curiosa pelo resultado final, e por isso gostaria de saber da possibilidade da senhora estar disponibilizando para pesquisa e obtenção de conhecimento. Abraços
- 29 - Fiquei confusa com a questão 9. Não conheço todos os materiais da questão 10.
- 30 - Alguns materiais chamados ecologicamente corretos deveriam ser mais usados mas os preços altíssimos ainda dificultam.
- 31 - Parabéns pelo trabalho! Favor informar posteriormente sobre os resultados e conclusões da pesquisa.
- 32 - Acredito ser importante assinalar que em Obras Públicas, a especificação de materiais, a grande maioria das vezes, se baseia em soluções com maior a vida útil ou é necessário a adequação a uma situação existente. A "cultura" de utilização materiais sustentáveis nessas obras acaba sendo um fator de menor relevância, em virtude da forma de contratação (licitações), a grande demanda aplicada, e muitas vezes a desatualização de INFORMAÇÃO sobre novos produtos para os técnicos que servem o sistema de obras públicas (que estão acostumados a lidar com sistemas construtivos convencionais). Infelizmente posso afirmar que as novas técnicas sustentáveis encontraram maior barreira neste segmento do que em outros.
- 33 - Como sugestão, acho que a pergunta 10, poderia ser melhor especificada, pois pode ter interpretações dúbias. Todos os itens precisam ter alguma preocupação para sua colocação no ambiente interno, mas qual? Ambiental, estética, na sua aplicação.....
- 34 - Espero ter contribuído para sua pesquisa. Muito sucesso no resultado.
- 35 - Como docente e pesquisador (ergonomia, antropometria,..) parabeno-os pelo desenvolvimento desta em prol do bem estar do usuário. Prof. Darlou D'Arísbo, Arq. Urbanista, Ergonomia e Antropometria
- 36 - Penso que deva haver uma maior propagação do conhecimento de materiais dentro da Universidade. Não apenas citações, mas esclarecimentos qto à origem, composição e sustentabilidade social, econômica e ambiental.
- 37 - No Item 07, utilizo em madeira maciça, nova ou reciclada, uma cera composta de cera de abelha, cera de carnauba, parafina e querosene, após passar selador de nitrocelulose. O MDF, compensado ou aglomerado, podem receber lâmina de madeira, fenólico melamínico ou pintura, conforme o caso.
- 38 - Óbvio considerar materiais de fontes renováveis e seguras; Ambiente saudável e equilibrado é premissa de haver "Arquitetura"; Clientes não devem pagar pela omissão das instituições; Pensar global e agir local não significa se ocupar com irrelevâncias; "Sustentabilidade" é moda e banaliza o engajamento ecológico: estar na moda é ser reacionário quando se urge o revolucionário. Boa Sorte

- 39 - CONSIDERANDO QUE O PLANETA ESTA SOB AMEAÇA CONSTANTE TENHO CERTEZA QUE A REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE QUALQUER ESPÉCIE DEVEMOS CONTRIBUIR PARA QUE A ARQUITETURA RECOMENDE CADA VEZ MAIS MATERIAIS QUE NÃO DETERIOREM O PLANETA, ATÉ QUE EM TODAS AS ÁREAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL TENHAMOS OPÇÕES VOLTADAS A ESTE PENSAMENTO AINDA TEMOS QUE UTILIZAR (EM MENOR QUANTIDADE), ALGUNS MATERIAIS QUE AFETAM A NOSSA SOBREVIVÊNCIA EM HARMONIA COM A NOSSA CONSCIÊNCIA DE NÃO DEGRADAÇÃO GLOBAL.
- 40 - CADA PROJETO TEM UMA ORIENTAÇÃO ESPECÍFICA. O RESULTADO DEVE SER O EQUILÍBRIO DE TAL FORMA ATENDA AS NECESSIDADES DO CLIENTE, RESPEITANDO TRÊS ÍTENS BÁSICO: QUER, PRECISA E PODE!!! SE RESPONDER SIM PARA OS TRÊS ÍTENS, VÁ EM FRENTE. O RESULTADO ATENDERÁ AS NECESSIDADES DO CLIENTE DENTRO DA TÉCNICA, CUSTO E BOM SENSO.
- 41 - Na última questão gostaria de ressaltar que a diminuição dos materiais se refere a compostos orgânicos que podem ser substituídos por compostos mais naturais (óleo de linhaça polimerizado, tintas minerais, resina de óleo de mamona,etc), porém em EAS fica difícil se livrar de materiais como epóxi e pisos vinílicos, pelas exigências da ANVISA.
- 42 - Bom trabalho!!
- 43 - Sou professora de Planejamento Urbano e Regional e minha área de atuação principal é o ensino. No entanto trabalho na parte administrativa da UFPR onde coordeno o Plano Diretor da Instituição e tenho estreito relacionamento com a Prefeitura da Cidade Universitária onde oriento na escolha de materiais. Desta forma minhas colocações tem um caráter de discussão. Não tenho pratica cotidiana de uso dos materiais embora estude sobre o assunto para orientar o uso nas obras da UFPR.
- 44 - Cara colega Bárbara, Me desculpe por não ter enviado antes , estava muito atarefado, como docente e pesquisador sei da angústia que é ficar esperando para aprofundar um resultado. No mais, boa sorte att.

APÊNDICE G

RETORNOS DIRETOS E SOLICITAÇÕES DOS RESULTADOS

- 1 - Peço que me ligue a respeito do e-mail abaixo.
- 2 - Oi Bárbara. Ao clicar em "enviar", ele volta no início e informa que tem perguntas que não foram respondidas. Conferi, e tinha resposta em todas as questões. Vou tentar novamente mais tarde.
Abraços, Renata
- 3 - Não veio nenhum formulário attached. Grata
- 4 - Barbara, não trabalho com projetos, não posso participar.
- 5 - em anexo
- 6 - Bárbara,tenho prazer em participar, porém não consigo acessar o link, vc poderia me passar o endereço?
- 7 - Bárbara, não consegui o link.
- 8 - Eu já participei Bárbara. Bom trabalho!
- 9 - Já respondi... Grato..
- 10 - Oi, Bárbara. Não respondi ao seu questionário, pois estou fora do mercado de trabalho de arquitetura devido a minha dedicação exclusiva ao Curso de Tecnologia em Produção Cênica da UFPR.
- 11 - Olá Barbara, eu já respondi o formulário.
- 12 - Bom dia Barbara!!! Obrigada pelo convite, precisando estarei sempre à disposição. Tenha um bom dia, abraços.
- 13 - Respondido.
- 14 - olá, por gentileza, queiram enviar o texto pois não consegui download, atenciosamente.
- 15 - Já respondido!
- 16 - Agradeço contato, porém não venho atuando na área faz algum tempo e considero não poder contribuir com a pesquisa. Atenciosamente.
- 17 - Para te auxiliar, pode entrar em contato com: (sugestões de emails)
- 18 - Já participei, gostaria de confirmar. Obrigado.
- 19 - CARA BÁRBARA: RECEBÍ A PESQUISA E A RESPONDI. ABRAÇOS
- 20 - Favor alterar email da Elaine p/ (...) e reenviar. Grato.
- 21 - Bárbara, por favor confirme a veracidade deste email. Aguardo, obrigado.

- 22 - Cara Bárbara Alpendre! Desculpe, mas não atuo mais diretamente como arquiteta. Tenho uma imobiliária e a atuação resume-se aos assuntos arquitetônicos pertinentes às atividades da mesma. Desejo sucesso em sua pesquisa!
- 23 - Olá Me desculpa. Estou em Angola e impossibilidade de retorno. Grata e boa sorte.
- 24 - Bárbara, boa tarde. Não trabalho com projeto de edificações. Assim, não poderei lhe ajudar na pesquisa. att.
- 25 - Bárbara, tentei responder o questionário, mas não creio que possa contribuir muito, uma vez que trabalho com habitação popular (Cohab).
- 26 - já respondi anteriormente
- 27 - Arq. Bárbara: Já recebi o convite e já participei. Grata.
- 28 - Bárbara: Atualmente e, desde 2008 estou afastado das atividades profissionais privadas, exercendo apenas cargo público. Assim, qualquer avaliação atual na área de projetos estaria comprometida. Sds.
- 29 - Parabéns, Bárbara. E, bom trabalho de pesquisa.
- 30 - Sua pesquisa foi respondida, espero tê-la ajudado. Bons estudos! Aproveite e conheça a escola AM Cursos Online www.amcursosonline.com.br. Abraços
- 31 - Bárbara, agradeço o convite. No entanto, não atuo mais como arquiteta e acredito que para sua pesquisa seria vital esta vivência. Espero que tenha sucesso em seu trabalho!
- 32 - Olá Bárbara, Eu não participei da sua pesquisa, porque atuo na área de urbanismo, com sistemas de informações geográficas. Assim, como não estou realizando projetos de arquitetura, e o que sei de materiais disponíveis, é de leitura de revistas técnicas. Abraços
- 33 - Minha cara, já participei.
- 34 - Boa tarde. Eu participei de sua pesquisa e já enviei semana passada. Grata.
- 35 - Olá Barbara, tudo bem? Fui responder seu questionário, mas acho que não vou conseguir ajudar muito! Sou pesquisadora de doutorado da USP sobre dedicação exclusiva (bolsa FAPESP). Então não estou mais trabalhando com projetos! Boa sorte na pesquisa e se puder ajudar de outra forma, estou a disposição! Abraços
- 36 - Arq. Bárbara. Agradeço o convite, mas já não trabalho mais com arquitetura. Boa sorte em tua dissertação!
- 37 - Olá Bárbara, não consegui acessar tua pesquisa, caso queira que eu participe peço que reenvie para que eu possa responder. Att.
- 38 - Barbara, aguardo seu retorno do resultado. Tenha um bom dia
- 39 - Olá Bárbara, li rapidamente sua dissertação e confesso minha preocupação em fazer parte do público especificador de tais acabamentos químicos, para maior informação do assunto solicitei

fichas de informações de segurança de alguns produtos químicos à Sayerlack (produtos amplamente especificados em meu escritório) mas, considero a impossibilidade de produtos alternativos de menor impacto... (tinha a informação de que p.ex. a laca após seca, cria uma "camada petrificada" que impede a liberação de COV's...) tenho também a informação de que produtos de origem de demolição - especificamente as cruzetas, aquelas de "desmanches" de postes antigos - são especialmente perigosos para ambientes internos, já que em sua superfície os poros permanecem abertos (?), o que garante a característica final do produto... estes revestimentos vem não se sabe de onde nem tão pouco com que tratamento, agregando a falsa certeza de que estamos contribuindo para um ambiente ecológico através da reutilização de materiais..... agradeço às informações na esperança de "especificar" um mundo melhor... atenciosamente.

- 40 - Todas as questões que respondi não especificado se referem a questões as quais eu não tenho o devido conhecimento do material para responder a pesquisa, não refletem a realidade, visto que quando vou especificar um material para acabamento como estes sempre consulto o fabricante ou fornecedor, cabe para sua pesquisa especificar o que é cada um deles no âmbito do interesse da tua pesquisa, vernizes por exemplo, se repete, e aí, qual marcar? Sobre os painéis em Madeira processada respondo o mesmo, coloquei todos no mesmo balaio, especifico pela marca, pela estética e pela durabilidade mas sinceramente não sei que tipo de MDF estou utilizando, a não ser que eu precise de uma característica de durabilidade excepcional consulto o fabricante.
- 41 - Olá Bárbara, agradeceria muito receber a pesquisa sim, boa sorte e sucesso prá vc! Atenciosamente.
- 42 - Olá Bárbara, muito interessante e útil seu trabalho. Se puder contribuir com mais informações, acho interessante. Obrigada
- 43 - Muito legal Barbara, gostei de participar!! Gostaria de receber o retorno sim, é importante tomar estes cuidados com nossos projetos, cada um tem que fazer sua parte! Obrigada!!
- 44 - Favor enviar resultados da pesquisa. Obrigado
- 45 - Boa Tarde, Desejo receber os resultados. Grata
- 46 - Olá Bárbara, também quero saber o resultado de sua pesquisa. Sucesso e parabéns pelo trabalho!
- 47 - Gostei muito de seu trabalho, quando finalizar gostaria de recebê-lo. att
- 48 - Arq. Bárbara Alpendre da Silva. Fico feliz em poder contribuir com sua pesquisa, pois esta é uma fase muito difícil para o pesquisador, ter respostas corretas para seus questionamentos. Espero que conclua com êxito esse seu trabalho dando sua contribuição para o mercado da construção civil e também para os arquitetos, que poderão especificar melhor e com segurança os elementos em madeira de seus projetos.

- 49 - Com certeza gostaria muito de ver os resultados da sua pesquisa, então pode, por gentileza, registrar minha solicitação para envio dos resultados. Bom trabalho e muito sucesso!
- 50 - Desejo contato futuro para envio dos resultados
- 51 - Boa tarde Bárbara. Gostaria de receber a dissertação concluída. Obrigada.
- 52 - Boa tarde. Gostaria muito de receber a dissertação da Arq. Bárbara Alpendre da Silva. Grata.
- 53 - Retorno dos resultados
- 54 - Gostaria de solocitar o envio do resultado da pesquisa da qual participei.
- 55 - Arq. Bárbara Alpendre. Agradeço se receber o material.
- 56 - Solicitação de contato futuro para envio dos resultados.
- 57 - Bom dia! Participei da pesquisa e gostaria de receber os resultados...
- 58 - Boa sorte na dissertação, e um bom fim de ano!!!
- 59 - Olá Bárbara. Segue meu email para retorno das informações. Sucesso
- 60 - Gostaria de receber o resultado da sua pesquisa!
- 61 - Olá! Também quero receber os resultados. Obrigada. Abraços e sucesso!
- 62 - Bom dia! Como docente da UEL – Londrina, solicito o envio após conclusão da tese de dissertação da Arq. Barbara Alpendre. Atenciosamente.
- 63 - Fico aguardando o email com a dissertação final. Obrigada e Boa sorte
- 64 - Prezada Arq. Bárbara. Gostaria de registrar a minha solicitação do envio posterior de mais dados relacionados a sua pesquisa e também sobre a sua dissertação. Grata
- 65 - Contato para envio de resultados
- 66 - Bárbara desejo registrar meu interesse numa cópia da dissertação.
- 67 - Olá, Bárbara, gostaria de receber os resultados da tua pesquisa bem como a dissertação. Atenciosamente
- 68 - Olá Bárbara. Primeiramente boa sorte na sua pesquisa. Envio o e-mail pelo interesse em recebê-la, após sua conclusão. Abraço
- 69 - Bom dia, venho por meio deste deixar registrada a solicitação do envio dos resultados da pesquisa concluída.
- 70, 71, 72, 73 – Envio do formulário incompleto via email, do arquivo disponibilizado para *download* e das mensagens de convite, provavelmente por confusão ou incompreensão do participante.