ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE FUNGOS EM DIFERENTES REVESTIMENTOS EMPREGADOS EM SISTEMAS LEVES DE VEDAÇÃO

ANALYSIS OF FUNGI GROWTH IN DIFFERENT COATINGS EMPLOYED IN LIGHT SEWING SYSTEMS

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE HONGOS EN DIFERENTES RECUBRIMIENTOS EMPLEADOS EN SISTEMAS DE COSTURA LIGERA

A. WIRTH
Estudante
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
alewirth@hotmail.com

N.A.TOMA
Estudante- Laboratorista durabilidade
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
natalyat@unisinos.br

F. PACHECO
Msc Eng Civil, Professora
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
fernandapache@unisinos.br

V.H. VALIATI
Dr Biologia- PPGBiologia
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
valiati@unisinos.br

B.F. TUTIKIAN
Dr Eng Civil, PPGEC
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
btutikian@unisinos.br

RESUMO
Os sistemas de vedação são essenciais para as construções, pois além de delimitar ambientes exercem função fundamental em seu desempenho e durabilidade. Com o desenvolvimento das construções, surgiram sistemas de vedação leves, que possuem geralmente fechamentos internos em placas de gesso, com diversas opções de revestimentos. Diante da norma de desempenho NBR 15575:2013, percebeu-se maior preocupação com as exigências dos usuários e o comportamento em uso das edificações. O estado do Rio Grande do Sul caracteriza-se pelo clima temperado do tipo subtropical, favorável ao desenvolvimento de fungos nas edificações, que podem causar danos à saúde humana. A partir disso, realizou-se um ensaio conforme ASTM D3273−16, pelo período de 4 e 10 semanas, para verificar a resistência ao crescimento dos fungos em placas de gesso, revestidas de tinta acrílica e epóxi, massa corrida lisa e com textura e impermeabilizante. Os resultados apontam para uma maior deterioração nas amostras revestidas com tinta acrílica, sendo que às 10 semanas o pior caso atingiu nota abaixo de 4 segundo a classificação da norma. Além disso, houve significativa diferença de danos por bolores nos períodos de 4 semanas (recomendado em norma) e 10 semanas de ensaio (período deste estudo).
Palavras-chave: Fungos. Análise Biológica. Revestimentos. Sistemas Leves de Vedação.

ABSTRACT
The systems of sealing are essential for the constructions, because besides delimiting their environments they exert fundamental function in its performance and durability. With the development of the constructions, lightweight systems have emerged which usually have internal closures on gypsum boards, with several coating options. Recently, with the performance standard NBR 15575: 2013, it was noticed a greater concern with the demands of the users and the behavior in use of the buildings. The state of Rio Grande do Sul is characterized by a temperate climate of the subtropical type, favorable for the development of fungi in buildings, which can cause damage to human health. From this, an assay was performed according to ASTM D3273-12, for the period of 4 and 10 weeks, to verify the growth resistance of gypsum plaque fungi, on which acrylic coatings, epoxy paint, smooth running dough and textured and waterproofing. The results point to a greater deterioration in the samples coated with acrylic paint, and at 10 weeks the worst case reached a grade below 4 according to the classification of the standard. In addition, there was a significant difference in

mold damage in the 4-week periods (recommended in standard) and 10-week in the trial (period of this study).
Key-words: Fungi. Biological Evaluation. Coating. Light Walls

1. INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira do Drywall (2017) aponta que no Brasil, o consumo de placas de gesso por metro quadrado passou de 1,7 milhões em 1995 para 50 milhões em 2013 e como possíveis causas deste aumento, podem-se mencionar as inúmeras vantagens do uso de sistemas leves.

Franco (1998) afirma que as vedações verticais, além de terem função de compartimentação da edificação, estão conectadas a seus demais subsistemas, permanecendo diretamente ligadas ao seu conforto, segurança e desempenho. O autor ainda completa afirmando que seus próprios subsistemas e características são condicionantes ao aparecimento de manifestações patológicas.

Alucci, Flauzino e Milano (1988) dizem que o aparecimento de bolores em paredes umedecidas é uma situação comumente encontrada em áreas tropicais, o que muitas vezes gera despesas econômicas desnecessárias devido à exigência da recuperação do elemento. Stanković, Nikolić e Arandjelović (2011) destacam que a umidade, a ventilação e a temperatura são alguns dos principais fatores relacionados com a poluição do ar interior, e a presença destes, devido à exposição por longos períodos, mesmo que em baixas concentrações, pode ter um importante impacto biológico no que tange a saúde humana. Pelo contato com estes poluentes ocorrer através da inalação, o sistema respiratório é o principal afetado, sendo as doenças relacionadas com a poluição atmosférica causas mais importantes de morbidade e mortalidade respiratórias. (STANKOVIĆ; NIKOLIĆ; ARANDJELOVIĆ, 2011).

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) indica que, referente à habitabilidade, as edificações devem atender exigências como “estanqueidade, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade e conforto tátil e antropodinâmico”. Sendo a saúde de relevância para ocupação de um imóvel, deve atentar-se aos riscos envolvendo a escolha dos materiais e sistemas construtivos. Devido às grandes variações de temperaturas e de umidade, com máximas de 40ºC e mínimas de até -10ºC (RIO GRANDE DO SUL, 2016), o clima gaúcho se torna favorável ao desenvolvimento de fungos, que podem gerar graves problemas à saúde humana e danos patológicos nas edificações.

A análise da resistência ao crescimento de fungos é orientada pela norma ASTM D3273−16 (ASTM, 2016), que define um ensaio acelerado para determinar a resistência de revestimentos interiores ao crescimento de mofo, o qual é útil na estimativa do desempenho destes revestimentos e na avaliação de compostos que possam inibir tal desenvolvimento. (ASTM, 2016). No âmbito da inovação no Brasil, faz-se necessário conhecer o desempenho dos diferentes sistemas construtivos.

Segundo Uemoto (2002) gradativamente tem se usado as tintas como material para acabamento de superfícies internas e externas, por sua ampla influência no desempenho e durabilidade da edificação, proporcionando grande capacidade de proteção e valorizando o empreendimento esteticamente. Existem diversos tipos de tintas, e para cada uma um material específico a ser aplicada. A Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI, 2013) estabelece que as tintas tipo látex, vinil-acrílicas ou textura são utilizadas em alvenarias e ambientes internos ou externos, dependendo da classificação do produto, e para as madeiras é recomendado o uso de vernizes, esmaltes ou tintas à óleo, sendo estas duas últimas também indicadas para superfícies metálicas. A ABRAFATI (2013) também acrescenta que tintas epóxi apresentam excelentes propriedades mecânicas, físicas e químicas, sendo vantajosas para a aplicação em pisos, já a massa corrida tem como função corrigir imperfeições rasas no reboco, tendo os tipos interior e exterior como especificação para cada ambiente a ser aplicada.

2. METODOLOGIA

Foram confeccionadas amostras de placas de gesso standard com cinco diferentes tipos de revestimentos ensaiadas conforme diretrizes da norma ASTM D3273-16 (ASTM, 2016), devido a inexistência de norma válida no cenário nacional. A seguir serão apresentadas a caracterização dos sistemas e a descrição do ensaio de resistência ao crescimento de fungos.

2.1 Caracterização dos sistemas

Para realização dos ensaios foram preparadas amostras de placas de gesso standard com dimensões de 7,5 x 10,5 cm com cinco diferentes tipos de revestimentos empregados:

a) Tinta acrílica fosca à base d'água: foram aplicadas com um pincel de cerdas macias, três demãos de tinta acrílica fosca à base d'água sobre as placas de gesso, com um intervalo de 24 horas entre as demãos. A tinta utilizada é da marca "Coral Rende Muito" na cor branca, da marca Coral, com 80% de diluição com água.

b) Tinta epóxi à base d'água: este material foi aplicado por meio de rolo de lã de pelo baixo, em duas demãos de "Wandepoxy Epóxi Base Água" da marca Coral, com diluição de 10% com água tendo um intervalo de 24 horas entre demãos.

c) Massa corrida com textura e massa corrida lisa: utilizou-se o produto da marca Coral, com um intervalo de 24 horas entre demãos. O produto foi aplicado em três demãos através de um rolo de espuma para textura, e para as amostras lisas, contou-se com o auxílio de uma espátula plástica.

d) Polímero para impermeabilização flexível: foi aplicado um produto asfáltico, tendo sido diluído em água para imprimação. Quando esta atingiu o estado úmido-seco (após 30 minutos aproximadamente) foram aplicadas com um pincel cinco demãos cruzadas, com um intervalo de 90 minutos entre demãos, da solução impermeabilizante (produto misturado com cimento Portland CP-IV peneirado, na relação de 1:1).

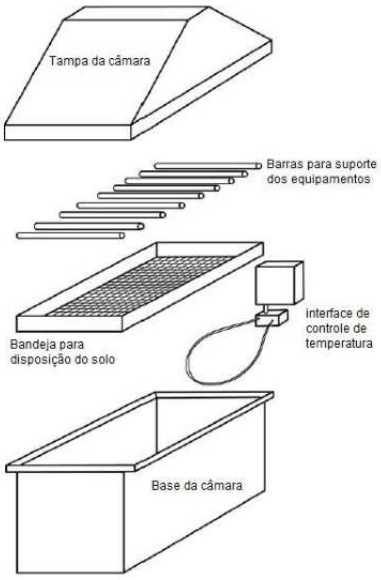
2.2.1 Ensaio de resistência ao crescimento de fungos

O ensaio de resistência ao crescimento de fungos foi baseado na ASTM D3273-16 (ASTM, 2016), a qual descreve "uma pequena câmara ambiental e as condições de operação para avaliar de forma reprodutível num período de quatro semanas a resistência relativa de películas de tinta a fungos de superfície e o crescimento de mofo num ambiente interior severo".

2.2.1.1 Equipamentos

A câmara ambiental na qual o experimento foi realizado é dividida em cinco partes, como é possível observar na Figura 1, com umidade relativa mantida em 95 ± 3% e a temperatura em 32,5 ± 1ºC.

Figura 1 - Croqui esquemático da câmara ambiental



Fonte: Adaptado de ASTM D3273-16 (ASTM, 2016).

A seguir serão detalhadas as partes integrantes da Câmara:

a) Tampa da câmara: isolada para minimizar a perda de calor, com dimensões para 25 amostras de 75 x 100 mm;

b) Barras para suporte dos equipamentos: são suspensas em toda a largura, permitindo o uso de amostras com dimensões citadas, suspensas na vertical com aproximadamente 75 mm de folga acima do solo inoculado;

c) Bandeja para disposição do solo: feita em alumínio, menor do que as dimensões internas da câmara, com um fundo de malha metálica não corrosível a 25 mm acima do nível da água e centrada na câmara;

d) Interface de controle de temperatura: é instalada na parte inferior da câmara, aquecedor e dimensionada de modo a permitir um tempo de recuperação razoável e um aquecimento uniforme da água quando a câmara é aberta e fechada para colocar ou inspecionar as amostras;

e) Base da câmara: composta por um tanque de polipropileno com tamanho mínimo recomendado de 46x46x61 cm.

2.2.1.2 Reagentes e materiais

Nos itens que seguem serão descritos os materiais e reagentes utilizados nos ensaios:

a) Solo: de boa qualidade, adequado para a propagação de plantas, com 25% de musgo de turfa e com diminuição do intervalo de pH do solo de 5,5 para 7,0.

b) Fungos utilizados: são utilizados os fungos destacados na Tabela 1

Tabela 1 - Fungos utilizados no ensaio

Fungo	Código
Aureobasidium pullulans	ATCC 9348
Aspergillus niger	ATCC 6275
Penicillium	ATCC 9849

Fonte: Adaptado de ASTM D3273-16 (ASTM, 2016).

c) Painéis de teste: dentre os tipos permitidos pela norma, optou-se pelo tipo II, sendo painéis de placas de gesso, com espessura de 13 a 25 mm, 75 x 100 mm.

2.2.1.3 Preparação do ensaio

Como preparação do ensaio, foram realizadas as tarefas descritas a seguir em concordância com a ASTM D3273-16 (ASTM, 2016):

a) O solo foi disposto na bandeja da câmara e no taque adicionou-se água até a profundidade desejada. Antes de inocular o solo com as suspensões a câmara foi equilibrada durante 24 horas.

b) Os fungos foram incubados por 14 dias. Na sequência, aguardou-se duas semanas de operação contínua para o fungo formar esporos e equilibrar com o ambiente antes de iniciar o teste.

c) A viabilidade do crescimento do fungo na câmara foi verificada por análise biológica, com tubérculos e identificação visual. Após uma hora, as placas foram cobertas e colocadas no incubador a 32,5°C durante 5 a 7 dias.

2.2.1.4 Procedimento

Como procedimento de ensaio, foi realizada a seguinte:

a) As amostras foram preparadas conforme especificado pelo fabricante do revestimento e condicionadas temperatura de 23 ± 2°C e 50 ± 5% de umidade relativa, durante quatro dias antes da colocação na câmara de ensaio, para o início da exposição ambiental.

b) Exposição: As amostras foram suspensas verticalmente com o fundo a aproximadamente 75 mm acima da superfície do solo inoculado e com espaçamento suficiente para permitir a livre circulação de ar e evitar o contato entre amostras ou com superfícies de parede. A Figura 2 ilustra esse procedimento.

Figura 2 - Amostras suspensas na câmara ambiental.



Fonte: Elaborado pelos autores.

c) Avaliação: A avaliação das amostras para o crescimento de fungos foi realizada a cada semana, durante dez semanas em uma escala de classificação de 0 a 10, estimando a porcentagem de desfiguração da superfície com 10 sendo nenhum desfiguramento e 0 sendo completamente desfigurado, com registros de fotografia e mensuração da área danificada realizada com base no procedimento utilizado por Pacheco (2016) com tratamento através de software.

d) Para avaliação da área deteriorada, empregou-se o software utilizado para análises de imagens e georreferenciamento Arc Map 10.3. Para dar início à análise, após a inserção da imagem no programa, foi utilizada a ferramenta “Spacial analyst tools”, optando-se por Multivariate e então “Iso cluster unsupervised classification” na configuração. Por esse meio, há uma identificação de diferentes pontos de coloração da imagem pelo software, permitindo a identificação das zonas atingidas pelo desenvolvimento de fungos. A Figura 3 e Figura 4 ilustra uma amostra com identificação visual e seu tratamento realizado através de software.

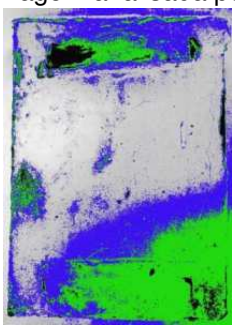
e) Em seguida a este procedimento, a mensuração da área danificada pelo crescimento dos fungos foi realizada por meio do software Autocad™. Com o uso da ferramenta Scale, adaptou-se o padrão de medida com o valor dos corpos de prova, e com a ferramenta Polyline as regiões afetadas foram contornadas, tornando possível a verificação da área atingida pelos fungos.

Figura 3 - Amostra deteriorada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Imagem analisada por software.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3. RESULTADOS

3.1 Análise visual e uso de software

Seguindo as diretrizes da norma ASTM D3273-16 (ASTM, 2016), pode-se notar que, além da deterioração visual das amostras por manchamento, houve também sua deterioração física, com o descolamento do cartão da placa de gesso e fissuras em alguns revestimentos. O uso de grampos de metal ocasionou escorrimentos e manchas de ferrugem nas bordas das amostras, além da lateral do exemplar de tinta acrílica 02, já que este sofreu quebra das placa de gesso em suas extremidades ocasionando a readequação da forma de suspensão, sendo necessário excluí-las na quantificação da área afetada pelos micro-organismos. Além disso, a ferrugem pode ter provocado alguma reação no desenvolvimento dos fungos, porém esta não foi analisada. Algumas imagens obtidas através do software também apresentaram diferenças de reflexos e sombras devido a iluminação local, que também foram eliminadas da mensuração da área total através da comparação visual da imagem tratada e da imagem original.

Houve diferença na deterioração das amostras nos intervalos de tempo analisados, como é possivel perceber na Tabela 2. Na 4ª semana, apenas as amostras de massa corrida lisa e com textura demonstraram sinais de degradação por fungos, já na 10ª semana somente as amostras de impermeabilizante e tinta epóxi não sofreram danos aparentes pelo ataque desses micro-organismos.

Tabela 2 – Classificação das amostras (pior caso).

Amostra	Classificação 4 semanas	Classificação 10 semanas
Tinta acrílica	Sem modificação por fungos	3,44
Tinta epóxi	Sem modificação por fungos	Sem modificação por fungos
Massa corrida lisa	8,65	5,26
Massa corrida com textura	9,34	4,50
Impermeabilizante	Sem modificação por fungos	Sem modificação por fungos

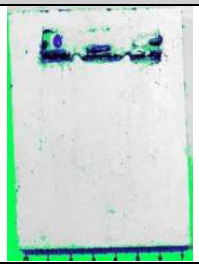
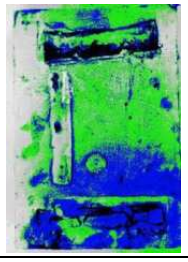
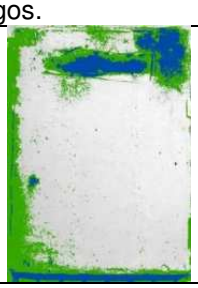
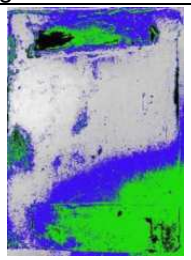
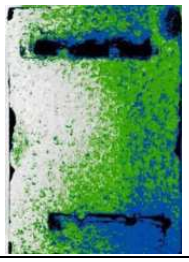
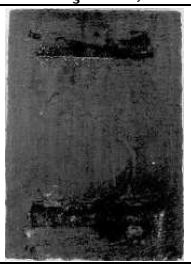
Fonte: Elaborado pelos autores.

Deve-se salientar que, a partir disso, nota-se uma maior resistência ao crescimento dos fungos nas amostras revestidas por impermeabilizante e tinta epóxi ao longo do período de ensaio. Porém não é descartada a possibilidade do desenvolvimento destes micro-organismos nestes exemplares, já que este pode ocorrer de maneira mais lenta.

Quanto à análise pela escala de classificação da ASTM D3273−16 (ASTM, 2016), na 4ª semana apenas a amostra de massa corrida lisa 03 obteve classificação abaixo de 9, já na 10ª semana a amostra de massa corrida com textura 04 foi a única com classificação acima de 8, sendo que dois terços dos exemplares não atingiram a classe 6.

De modo a salientar a alteração no aspecto visual, a Tabela 3 apresenta o aspecto inicial, medido na 4ª semana, e o aspecto final, medido na 10ª semana, das amostras mais deterioradas visualmente.

Tabela 3 – Análise 4 e 10 semanas

Análise 4 semanas - aspecto	Imagem gerada pelo software	Análise 10 semanas - aspecto	Imagem gerada pelo software
			
Tinta acrílica 4 - Sem modificação significativa por ataque de fungos.		Tinta acrílica 2 - 65,57% de área danificada. Escala de classificação 3,44.	
			
Tinta epóxi 1 - Sem modificação significativa por ataque de fungos.		Tinta epóxi 1 - Sem modificação significativa por ataque de fungos.	
			
Massa corrida lisa 3 - 13,53% de área danificada. Escala de classificação 8,65.		Massa corrida lisa 1 - 47,36% de área danificada. Escala de classificação 5,26.	
			
Massa corrida com textura 4 - 6,63% de área danificada. Escala de classificação 9,34.		Massa corrida com textura 1 - 55,02% de área danificada. Escala de classificação 4,50.	
			
Impermeabilizante 1 - Sem modificação significativa por ataque de fungos.		Impermeabilizante 1 - Sem modificação significativa por ataque de fungos.	

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. CONCLUSÕES

Os resultados das análises realizadas no decorrer deste trabalho demonstraram uma grande diferença de classes baseadas na análise visual estabelecida pela ASTM D3273−16 (ASTM, 2016), no que tange o ensaio de resistência ao crescimento de fungos, às 4 semanas, período definido por norma, e 10 semanas, prazo seguido neste artigo.

Quanto às 4 semanas de ensaio, apenas amostras de massa corrida, tanto lisa quanto com textura, apresentaram algum indício de bolor em sua superfície, atingindo classificações próximas a 9 ou acima disto, sendo estes os graus mais brandos de classificação. Entretanto, às 10 semanas apenas as amostras de tinta epóxi e impermeabilizante não apresentaram danos aparentes, sendo que as demais amostras não atingiram, em sua maioria, a classificação 6.

O fato de não ser possível a visualização de manchas nas amostras de tinta epóxi e impermeabilizantes não pode ser tomado como indício da inexistência de fungos nos materiais. Como estes apresentam propriedades diferenciadas, o tempo necessário para o crescimento destes micro-organismos também pode ser distinto.

Com isso percebe-se que o período de ensaio definido pela norma pode apontar para resultados equivocados, como a indicação de danos sofridos mais brandos ou até mesmo a ausência de micro-organismos em materiais que parecem ter sido contaminados pelos mesmos em maiores períodos. Sendo assim, constata-se a importância de um maior período de ensaio aliado ao método da ASTM D3273−16 (ASTM, 2016), para resultados mais precisos que permitam confiabilidade na análise comparativa entre materiais e no seu desenvolvimento.

5. REFERÊNCIAS

ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. **Bolor em edifícios**: causas e recomendações. São Paulo; Pini, 1988.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM D 3273-16**: Standard Test Method for Resistance to Growth of Mold on the Surface of Interior Coatings in an Environmental Chamber. West Conshohocken, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____ **NBR 11678:** Divisórias leves internas moduladas - Verificação do comportamento sob ação de cargas provenientes de peças suspensas. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS (ABRAFATI). **Os tipos de tintas e suas aplicações.** São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.abrafati.com.br/informacoes-uteis/os-tipos-de-tintas-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 24 ago. 2017.

FRANCO, Luiz Sérgio. O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção. In: I SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, São Paulo, 1998. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1998.

PACHECO, Fernanda. **Investigação da relação entre os parâmetros de projeto das estruturas de concreto armado visando à durabilidade**. 2016. 185 f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2015.

PUTZKE, J.; PUTZKE, M. T. L. **Os Reinos dos Fungos**. 2. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Do Planejamento, Mobilidade E Desenvolvimento Regional. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**: Clima, temperatura e precipitação. Rio Grande do Sul, 2014.

Disponível em <http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>. Acesso em: 17 out. 2016.

STANKOVIĆ, Aleksandra; NIKOLIĆ, Maja; ARANDJELOVIĆ, Mirjana. Effects of indoor air pollution on respiratory symptoms of non-smoking women in Niš, Serbia. **Multidisciplinary respiratory medicine**, v. 6, n. 6, p. 351, 2011.

UEMOTO, K. L. **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002.