ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DECORRENTES DA CONDENSAÇÃO DE VAPOR DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS

M.V.F. GROSSI
Engenheiro Civil
Fernandes & Grossi Engenheiros Associados
São Paulo/SP; Brasil
marcus@fernandesgrossi.com.br

RESUMO

A análise de condensação do vapor de água em edifícios é um tema que vem sendo estudado há bastante tempo, e seus métodos de inspeção e diagnóstico, discutidos e aplicados por diversos profissionais. Porém, no Brasil, os estudos acadêmicos e teóricos muitas vezes não chegam de maneira prática e objetiva aos profissionais (engenheiros, peritos, inspetores, auditores, projetistas, etc.) que atuam e vivenciam diretamente com esse tema em seu dia-a-dia. Este trabalho tem como objetivo exemplificar de maneira prática um método de diagnóstico de edifícios sujeitos a condensação de vapor de água a partir da avaliação de um condomínio de edifícios residenciais de aproximadamente 11 anos por meio de análise documental, inspeção visual, ensaios expeditos, simulação computacional e consulta a referências bibliográficas, a fim de realizar o diagnóstico das principais causas da condensação. A partir dos resultados, foi possível concluir que as principais causas são: (a) paredes externas com temperatura menor ou igual ao ponto de orvalho; (b) geração interna de vapor de água pelos usuários, especificamente a interação dos usuários, pela geração de calor e vapor dentro dos ambientes, fator esse que foge aos parâmetros usuáis de projeto e aos critérios das normas de desempenho térmico brasileiras, uma vez que ainda não existem métodos de referência para avaliação e simulação, não tendo como definir sua origem entre projeto, construção, uso ou manutenção. As ações para solução do problema consistem em eliminação dos focos de bolor, realizando limpeza e desinfecção, e recomposição de revestimentos eventualmente dafinicados. Após isso, será necessário o tratamento das causas que geram a condensação.
Palavras-chave: Condensação. Edifícios. Patologia. Diagnóstico.

ABSTRACT

The analysis of water vapor condensation in buildings is a subject that has been studied for a long time and its methods of inspection and diagnosis are discussed and applied by several professionals. However, in Brazil, academic studies on the subject often do not reach in a practical and objective way to the professionals (engineers, experts, inspectors, auditors, designers, etc.) who work directly with this theme in their daily lives. This article aims to exemplify a practical method of diagnosis of buildings subject to water vapor condensation, from the analysis of a condominiums of 11-years-old residential buildings, through documentary analysis, visual inspection, expedited tests, simulation computational and bibliographical references, to perform the diagnose of the main causes of water vapor condensation. From the obtained results, it was possible to conclude that the main causes of condensation are: (a) external walls with lower or equal temperature or dew point; (b) internal generation of water vapor by users; however the preponderant factor for the generation of condensation is the interaction of the users, for the generation of heat and steam inside the rooms, a factor that runs away from the usual design parameters and criteria of Brazilian thermal performance standards, since there aren't reference methods for evaluation and simulation, and it's impossible to define its origin between design, construction, use or maintenance. The actions to solve the problem consist on the elimination of the focus of mold, performing cleaning and disinfection, and recomposition of coatings eventually defined. After those procedures, it is necessary to treat the causes that generate the condensation.
Keywords: Condensation. Buildings. Pathology. Diagnosis.

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentado os resultados da avaliação da inspeção de um condomínio residencial, com três torres de 27 pavimentos, de aproximadamente 11 anos na zona sul da cidade de São Paulo, com foco nas anomalias decorrentes da condensação de vapor de água, a fim de elaborar um diagnóstico, um prognóstico para servir de subsídio às recomendações de recuperação e reparo para preservação de sua salubridade e aumento de sua vida útil.

Sempre que o ar entra em contato com zonas mais frias dos elementos de construção, o valor da umidade absoluta pode ultrapassar o limite de saturação, ocorrendo condensações. Quanto maior a quantidade de vapor de água presente no ar quente, maior o volume de água com potencial de condensar, portanto maior é a umidade relativa do ar. (HENRIQUES, 2007) A ocorrência de condensação nos edifícios é o resultado de complexas interações entre o ambiente, sistemas construtivos e o comportamento de seus ocupantes. É um processo reversível, onde, sob a ação de uma fonte de calor ou o vento, o condensado pode evaporar.

Tratando as condições internas e externas da edificação, e entendendo a interação com o meio, é possível prevenir a ocorrência do fenômeno, já na fase de projeto. Em condições aceitáveis de uso, as especificações dos projetistas deverão proporcionar um ambiente onde o risco de condensação é mínimo. Porém, ainda temos o risco dos ocupantes dos edifícios, que muitas vezes não se comportam da forma pretendida ou esperada pelos projetistas (no uso da edificação e nos hábitos do cotidiano).

Algumas fachadas se mostram mais propícias ao desenvolvimento de agentes biológicos. Em São Paulo, nas estações chuvosas, onde temos vários ciclos consecutivos de molhagem, com apenas o vento atuando para secagem da superfície (sendo o sol o agente que mais contribui para a secagem) a face mais prejudicada é a face sul. Estudos em variados países do hemisfério norte, mostram a face norte como a mais prejudicada neste ponto.

2. MÉTODO DE PESQUISA

2.1. Histórico e caracterísitcas da edificação

Através de entrevista com os representantes da construtora foram levantadas informações sobre o histórico de uso, conservação, manutenção e modificações, assim como das eventuais anomalias observadas por eles ou pelos moradores.

Foi feita análise documental de projetos e registros de reclamações, que contribuiram para levantamento das características técnicas da edificação relevantes ao objetivo do trabalho. As características técnicas das vedações verticais externas de todas as torres são em alvenaria de blocos de concreto vazado ($e_{ext.}$ = 19cm), revestimento externo de fachada em argamassa decorativa monocamada ($e_{min.}$ = 4cm), revestimento interno das paredes externas em gesso ($e_{min.}$ = 1cm) e sistema estrutural reticulado em concreto armado.

O edifício foi projetado e comercializado para finalidade de uso residencial multifamiliar, o que não houve alteração.

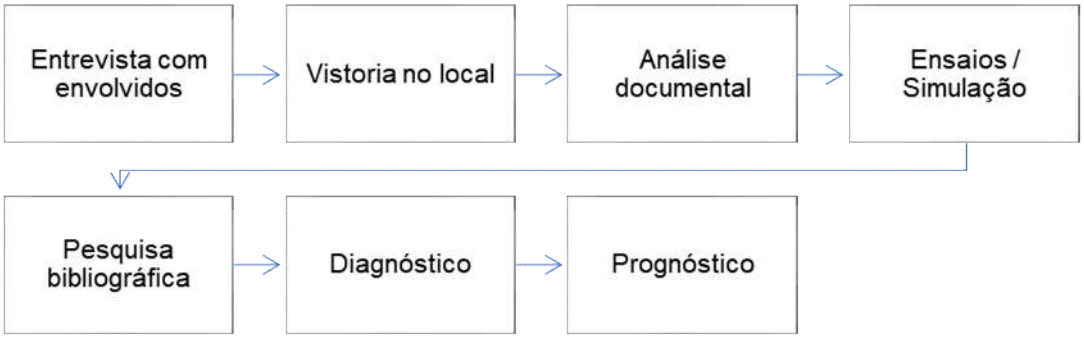
Existe manual de uso, operação e manutenção entregue pela construtora na época da instalação do condomínio. Não há registro sobre o histórico da realização de manutenções, porém dialogando com os proprietários das unidades foi informado que as paredes são limpas a cada 2 meses com produtos antimofo. A fachada foi pintada no período recomendado pelo construtor. Mas não foi possível realizar um levantamento do tempo em que há ventilação natural nas unidades.

Não há registros ou informações que possam comprovar o desempenho esperado da edificação na época de projeto. Porém, é importante destacar que não há registro de reclamações de umidade / bolor nas paredes até a data da reclamação quando o edifício possuía aproximadamente 4 anos.

2.2. Método de inspeção

O método de inspeção adotado no presente trabalho foi realizado através de anamnese, inspeção visual, análise de documentos, laudos técnicos, ensaios e simulação computacional, conforme o Fluxograma 1, que apresenta a sequência realizada para análise de um "problema patológico" em edificações, com intuito de analisar as suas causas, para que seja proposta uma solução de tratamento em sua origem.

Fluxograma 1 – Análise de Problema Patológico



Fonte: Autor, 2018.

2.2.1. Inspeção visual

A inspeção visual foi realizada a olho nú em todas as fachadas e em 6 apartamentos em carater amostral, devido a restrição e disponibilidade dos moradores, sendo que o levantamento total da incidência de anomalias foi realizado por meio de análise de registros de levantamento de anomalias.

2.2.2. Ensaios e simulações

Apesar da inspeção visual ser rápida e eficaz para avaliação do estado de conservação ela é limitadao à análise superficial. Por isso foram realizados alguns ensaios expeditos, sendo eles:

- permeabilidade do revestimento externo;
- simulação computacional de desempenho térmico.

2.2.2.1. Permeabilidade do revestimento externo

A permeabilidade do revestimento externo foi realizada por empresa contratada, utilizando o método do cachimbo disposto na NIT 140 (CSTB, 1982), em 22 amostras distribuidas nos 3 edificações em suas 4 faces na região do 1º andar ao Térreo, com a finalidade de eliminar a hipótese de haver penetração de umidade de precipitação.

2.2.2.2. Simulação computacional de desempenho térmico

As simulações de desempenho térmico foram realizadas por empresa contratada, elaborada por Roriz (2016), que gerou o relatório de Avaliação de desempenho térmico de edifícios habitacionais, realizando avalição pelo método simplificado, simulação computacional e simulação computacional adaptada para avaliação de condensação, utilizando o *software* EnergyPlus, atendendo os critérios dos Anexos A e E da NBR 15575-1 (ABNT, 2013) e requisitos da NBR 15220-2 (ABNT, 2005).

Para avaliação pelo método de simulação computacional, para análise de condensação foram analisadas apenas as paredes, pois a condensação em vidros de esquadrias é contida na própria esquadria, não gerando os problemas de mofo e umidade reclamados. Para avaliar a possibilidade de ocorrência deste fenômeno e os elementos que a influenciam, realizou-se uma série variações nas simulações, tais como:

- Dia climático típico de inverno segundo referência NBR15575-1 (ABNT, 2013).
- Posição da unidade habitacional considerada a mais crítica para inverno.
- Adotada uma taxa de ventilação do ambiente de 5 ren/h e considerar a janelas sombreadas.
- Considerada a fachada com cor Clara.

- Comparadas as temperaturas das paredes às temperaturas de ponto de orvalho dos ambientes, indicando os momentos em que as temperaturas superficiais sejam inferiores ao referido ponto de orvalho.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A seguir relacionamos todos os dados e análise realizados nos três edifícios, destacando as condições encontradas durante a inspeção visual e informações contidas nos documentos analisados, relatórios de ensaio e resultados de simulação térmica.

3.1. Inspeção visual

A inspeção visual não indicou presença de trincas na face externa da fachada, que contribuisse para infiltração de água, mas evidenciou pequenas regiões de umidade com bolor dentro dos apartamentos, aparecendo em grande quantidade deles.
Segundo levantamento realizado, 31% das 312 unidades reclamam de presença de umidade e bolor e pelo menos um dos dormitórios, sendo que 41% está situado no final 1, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de unidades com reclamação de umidade e bolor

Final Apto.	Torre 1	Torre 2	Torre 3	Total	% Total Anomalias	% Total de unidades
1	16	9	15	40	41%	51%
2	4	4	5	13	13%	16%
3	10	4	10	24	24%	31%
4	8	6	7	21	21%	27%
Total	38	23	37	98	100%	-
% Total Anomalias	39%	23%	38%	100%	-	-
% Total de unidades	12%	7%	12%	31%	-	-

Fonte: o Autor, 2016.

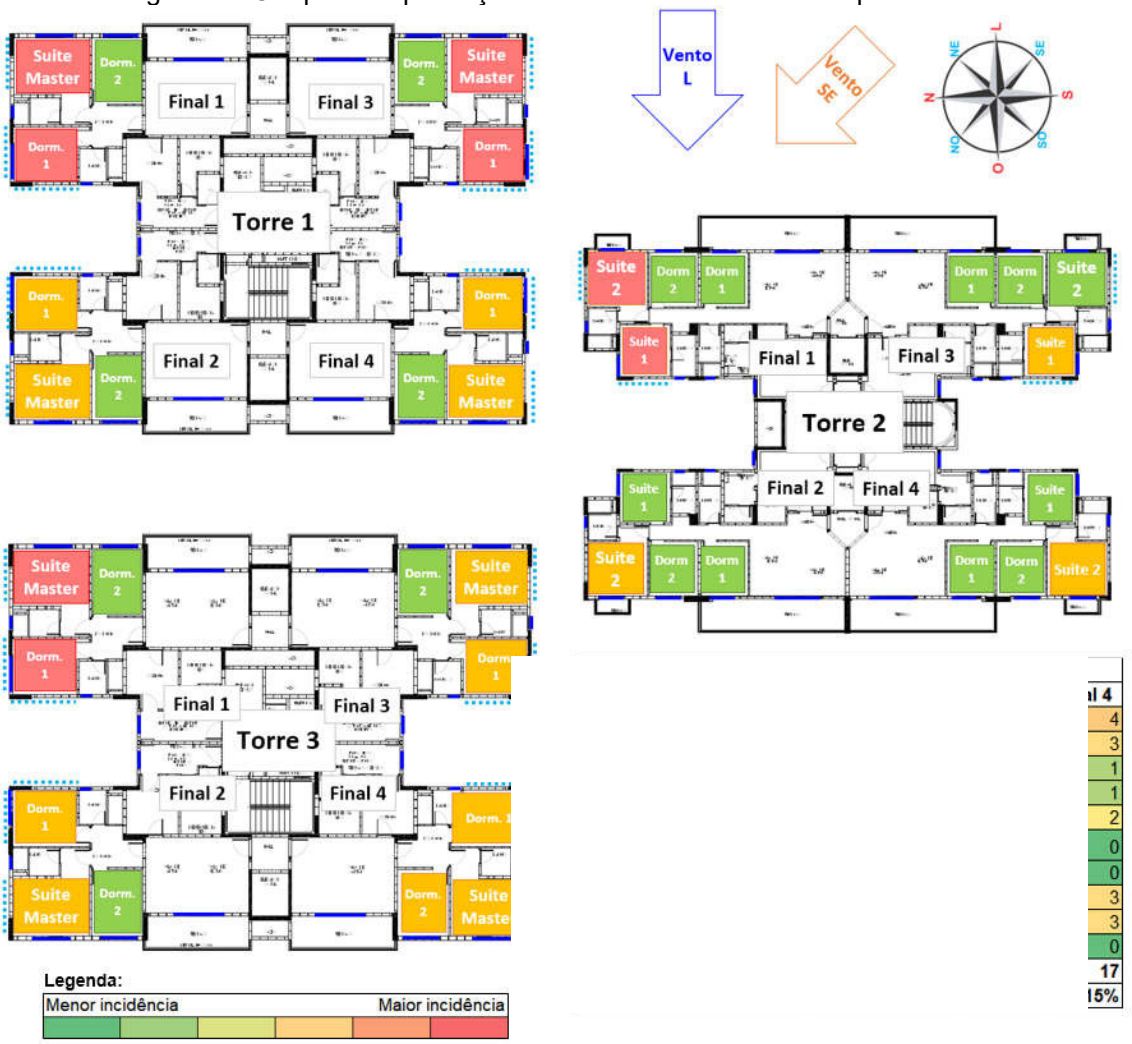
Com base em análise realizada apenas nos apartamentos com presença de umidade, foi elaborada a Tabela 2 e a Figura 1, separando as ocorrências por ambiente.

Tabela 2 – Locais com reclamação de umidade e bolor – Todas as torres

Torre	Ambiente	Final 1	Final 2	Final 3	Final 4
Torre 1	Suíte Master	9	2	8	4
Torre 1	Dormitório 1	9	2	8	3
Torre 1	Dormitório 2	0	0	0	1
Torre 2	Suíte 1	6	1	4	1
Torre 2	Suíte 2	8	2	1	2
Torre 2	Dormitório 1	0	1	0	0
Torre 2	Dormitório 2	0	1	0	0
Torre 3	Suíte Master	9	3	4	3
Torre 3	Dormitório 1	10	2	4	3
Torre 3	Dormitório 2	0	0	0	0
Total		51	14	29	17
%		46%	13%	26%	15%

Fonte: o Autor, 2016.

Figura 1 – Croqui da implantação com incidência de umidade por ambiente



Fonte: o Autor, 2016.

Analisando a Figura 1 observa-se que a orientação dos ambientes não é a causa da presença de umidade, pois apartamentos finais 1 são os com maior incidência e esses estão posicionados nas fachadas noroeste, mais ensolaradas. Mesmo analisando em relação a direção predominante de ventos, SE no verão e L no inverno, não é possível correlacionar com a maior incidência de umidade e bolor nesse final.

3.2. Permeabilidade do revestimento externo

Analisando os resultados dos ensaios de permeabilidade do revestimento da fachada, verifica-se que as amostrar ensaiadas apresentam permeabilidade à água de 0cm³ após 15 minutos, exceto por uma amostra que apresentam 0,2cm³ e outras duas 0,1cm³ após 15 minutos, podendo ser eliminada a hipótese de haver penetração de umidade de precipitação por absorção.

3.3. Desempenho térmico

A seguir serão apresentados os dados e análises de desempenho térmico por meio do método simplificado, de simulação computacional e simulação computacional adaptada para avaliação de condensação.

3.3.1. Avaliação pelo método simplificado

A vedação vertical externa foi calculada pelo método da NBR 15220-2 (ABNT, 2005), calculando as resistências térmicas e capacidades térmicas das diferentes seções e depois a resistência térmica e

capacidade térmica equivalente global. Assim, obteve-se um valor de transmitância térmica da fachada de U=2,85 W/m².K e um valor de capacidade térmica de CT=250,95kJ/m².K, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da avaliação de transmitância térmica da fachada

U W/(m².K)	CT kJ/(m².K)	Zona Bioclimática	Requisito NBR 15575-4 (ABNT, 2013)		Resultado
2,85	250,95	3	Parede escura	U ≤ 2.5	Reprovado
			Parede clara	U ≤ 3.7	Aprovado
			Parede clara	CT ≥ 130	Aprovado

Fonte: o Autor, 2016.

Considerando que a cor das fachadas podem ser consideradas claras, verifica-se que o sistema de vedação externa atende o critério de desempenho térmico mínimo da NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

3.3.2. Avaliação pelo método de simulação computacional

As simulações evidenciaram que as temperaturas internas apresentam-se muito mais estáveis que as externas devido a inércia térmica do sistema construtivo adotado, onde as vedações armazenam calor durante os períodos mais quentes e os liberam nos períodos mais frios, contribuindo para estabilizar as condições térmicas dos ambientes.

A Tabela 4 resume as condições necessárias para atingir as temperaturas de conforto estabelecidas pelo nível mínimo da NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

Tabela 4 – Exigências para as condições de verão e inverno

Zona Bioclimática	Cor do revestimento externo das fachadas			
	Condição padrão	Com sombreamento	Com ventilação	Com sombreamento e ventilação
Aptos Bloco 1 e 3	Clara ou média	Clara ou média	Clara, média ou escura	Clara, média ou escura
Aptos Bloco 2	Clara	Clara ou média	Clara, média ou escura	Clara, média ou escura

Fonte: o Autor, 2016.

O sistema construtivo, segundo os critérios da NBR 15575-1 (ABNT, 2013), possui desempenho térmico dentro do nível de desempenho mínimo e portanto condições de temperaturas internas aceitáveis para Verão e Inverno independemente da absortância térmica da fachada.

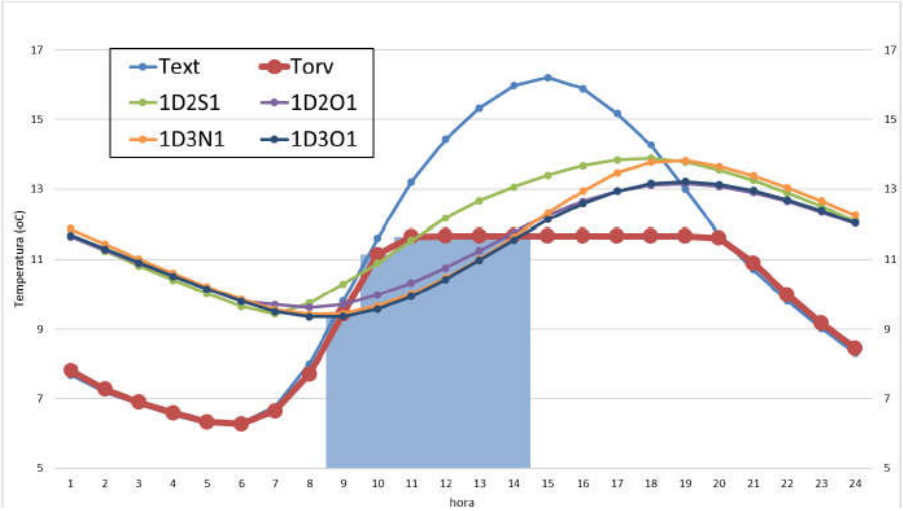
3.3.3. Avaliação pelo método de simulação computacional para análise de condensação

3.3.3.1. Condição 1

O Gráfico 1 apresenta a evolução das temperaturas superficiais das paredes críticas, considerando os um apartamento na condição mais desfavorável. Considera as condições de clima definidas para teste de inverno segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), inclusive as temperaturas e umidades. Como indicado pela mesma norma de referência, inicialmente foi avaliado o apartamento do último andar, com cobertura exposta. No mesmo Gráfico 1 são indicadas as temperaturas de ponto de orvalho, calculadas para as condições de temperatura e umidade dos dormitórios.

Estes resultados desconsideram fontes internas de calor e umidade, os quais podem alterar grandemente estas relações.

Gráfico 1 - Temperaturas superficiais simuladas X Ponto de Orvalho.
5Ren/h c/ Sombreamento de 50% das Janelas e Cores Claras na Fachada

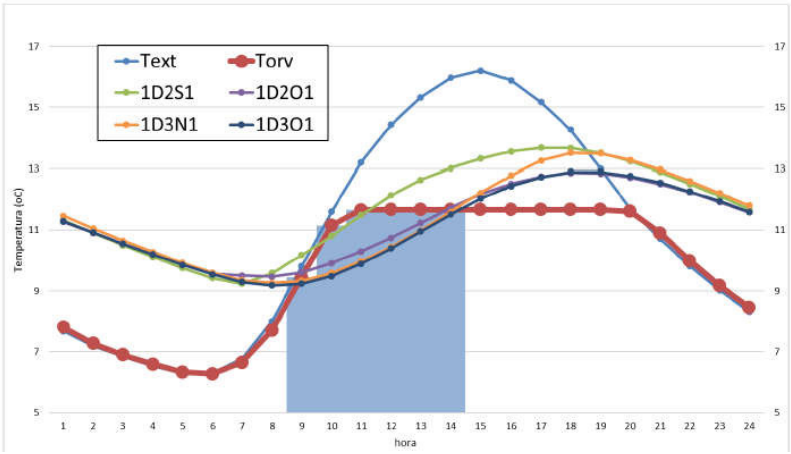


Fonte: RORIZ (2016).

3.3.3.2. Condição 2

Para avaliar uma condição ainda mais desfavorável sob o aspecto de condensação superficial, considerou-se o caso de um andar intermediário, onde então os fluxos de calor vindos da cobertura, assim a carga térmica solar absorvida pelo edifício é reduzida grandemente. Nesta situação o resultado obtido é o apresentado no Gráfico 2, onde existe um ligeiro agravamento do problema.

Gráfico 2 - Temperaturas superficiais simuladas X Ponto de Orvalho.
5Ren/h c/ Sombreamento de 50% e Cores Claras na Fachada. Pav Intermediário

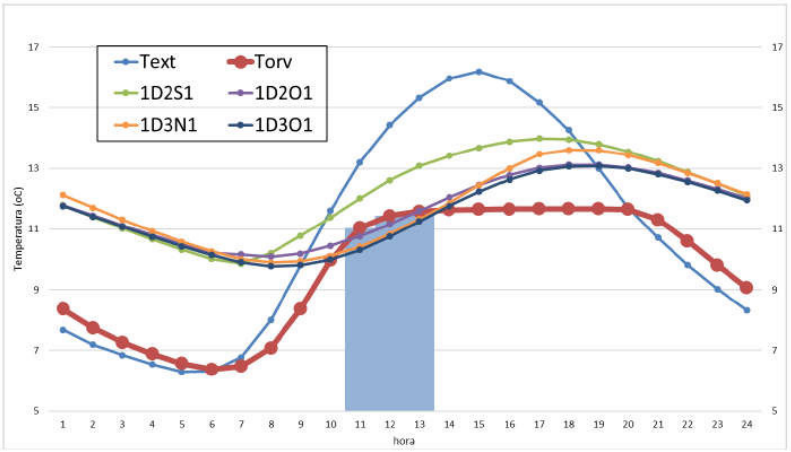


Fonte: RORIZ (2016).

3.3.3.3. Condição 3

Se a ventilação ao longo do dia fosse reduzida ao mínimo e mantidas as demais condições, principalmente a questão de não existir fontes internas de umidade, o resultado seria conforme Gráfico 3.

Gráfico 3 - Temperaturas superficiais simuladas X Ponto de Orvalho.
1Ren/h c/ Sombreamento de 50% e Cores Claras na Fachada. Pav Intermediário.

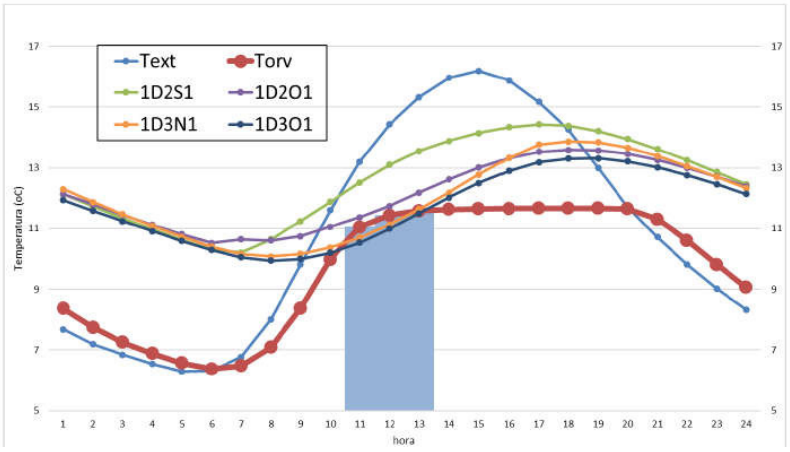


Fonte: RORIZ (2016).

3.3.3.4. Condição 4

Retirando as proteções à entrada e saída de radiação Solar o resultado seria o apresentado na Gráfico 4.

Gráfico 4 - Temperaturas superficiais simuladas X Ponto de Orvalho.
1Ren/h S/ Sombreamento e Cores Claras na Fachada.

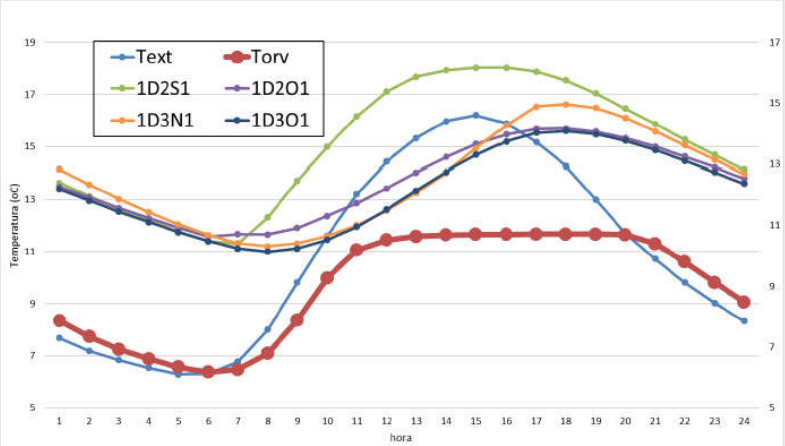


Fonte: RORIZ (2016).

3.3.3.5. Condição 5

Considerando ainda a alternativa de se ter cores escuras nas fachadas, os resultados são ainda mais alterados, conforme Gráfico 5, eliminando totalmente a condensação.

Gráfico 5 - Temperaturas superficiais simuladas X Ponto de Orvalho. 1Ren/h S/ Sombreamento e Cores Escuras na Fachada. Pav. Interm.



Fonte: RORIZ (2016).

3.3.4. Avaliação pelo método de simulação computacional para análise da temperatura das paredes e condensação: ano típico

A fim de avaliar as situações em que poderiam ocorrer condensação ao longo de um ano real, realizou-se uma série de simulações considerando o ano típico da cidade de São Paulo, registrado e avaliado para estudos do desempenho térmico de edifícios (UFSC, 2015 apud RORIZ, 2016).

Para essa análise será utilizado o relatório de avaliação térmica elaborado por Roriz (2016), o qual realizou simulação através do *software* EnergyPlus e o ano típico.

3.3.4.1. Condição 1

Uma primeira avaliação é feita pelo desempenho das temperaturas do ar no interior do edifício, para o caso base definido na seção 3.3.3 e sua comparação com a temperatura do ar exterior, tendo os resultados resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo de condições observadas em simulação: Situação 1

Temperatura ºC	**Ambiente**				
	Externa	Sala	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
Mínima	8,59	12,63	12,48	12,11	11,97
Média	19,57	20,37	20,28	20,04	20,01
Máxima	33,33	29,50	29,31	29,14	29,10

Fonte: RORIZ (2016).

Para esta mesma situação os valores obtidos para o conjunto de temperaturas superficiais e da temperatura do ponto de orvalho, tendo os seus valores resultantes na Tabela 6.

Tabela 6 – Resumo de condições observadas em simulação: Situação 1

Temperatura ºC	**Ambiente**				
	Orvalho	1D2S1	1D2O1	1D3N1	1D3O1
Mínima	1,52	11,40	11,69	11,61	11,58
Média	13,80	20,12	19,98	20,08	20,02
Máxima	19,97	29,13	28,29	29,03	28,50

Fonte: RORIZ (2016).

Neste caso, considerado crítico, não se observou nenhuma situação em que as temperaturas superficiais estivessem inferiores à temperatura de orvalho calculada.

3.3.4.2. Condição 2

A fim de avaliar opções de melhoria na situação dos edifícios, considerou-se a alteração das condições de simulação para um caso em que se mantivesse as janelas fechadas para a ventilação (1 ren/h) e que simultaneamente, se obtivesse radiação solar, tendo então as venezianas abertas. Considerou-se a alteração das cores das fachadas para cores escuras, tendo seus resultados resumidos na Tabela 7.

Tabela 7 – Resumo de condições observadas em simulação: Situação 2

Temperatura ºC	Ambiente				
	Externa	Sala	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
Mínima	8,59	14,12	13,88	13,53	13,45
Média	19,57	22,12	22,41	22,15	21,83
Máxima	33,33	30,21	30,99	30,61	29,90

Fonte: RORIZ (2016).

Para esta mesma situação os valores obtidos para o conjunto de temperaturas superficiais e da temperatura do ponto de orvalho, tendo os valores resultantes apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resumo de condições observadas em simulação: Situação 2

Temperatura ºC	Ambiente				
	Orvalho	1D2S1	1D2O1	1D3N1	1D3O1
Mínima	2,15	12,92	13,12	13,09	13,07
Média	13,80	22,39	21,89	21,92	21,86
Máxima	19,98	33,73	30,94	31,73	31,16

Fonte: RORIZ (2016).

Neste caso, também, não se observou nenhuma situação em que as temperaturas superficiais estivessem inferiores à temperatura de orvalho calculada. Ou seja, não seriam observados casos de condensação. Comparando as Condições 1 e 2, observa-se uma diferença média nas temperaturas superficiais, de mais de 2ºC, o que poderia ter um efeito na redução do risco de condensação.

4. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi analisar as anomalias decorrentes da condensação de vapor de água em um condomínio residencial a fim de elaborar um diagnóstico, um prognóstico e recomendações reparo ou mitigação dos efeitos que esta provoca, para preservação da salubridade e higiene da habitação, através de análise inspeção visual, análise de laudos técnicos e relatórios de ensaio e simulação computacional.

Considerando os dados e análises apresentadas na seção 3, verifica-se que há reclamação do problema em 30% das unidades, de modo generalizado entre as três torres e entre os quatro finais, porém, tendo maior incidência nos apartamentos de final 1, já eliminando a orientação solar com sendo uma causa provável.

Buscou-se avaliar a edificação através dos critérios das únicas normas de desempenho térmico aplicáveis a edifícios: NBR 15575 (ABNT, 2013) e NBR 15220 (ABNT, 2005), obtendo a condição de aprovação para as condições apresentadas.

Além disso, buscou-se verificar outras formas de avaliação da condensação, através de adaptação do método de simulação computacional, para os parâmetros e condições que geram esse fenômeno, para verificar se a origem do problema seria um possível erro na concepção do projeto. Realizando-se um conjunto de simulações com um dia teórico de inverno e condições mais desfavoráveis possíveis. Primeiramente desconsiderando fontes de calor e umidade internas, obteve-se ocorrência de condensação nas paredes em alguns momentos e situações bastante específicos. Quando utilizados dados reais, considerados típicos para a localidade, foram feitas simulações das mesmas condições críticas avaliadas

anteriormente, e, nestas situações e sob influência do clima real, não se verificou na simulação nenhuma situação de condensação.

Pode-se concluir que o fator preponderando para o aparecimento da condensação é a interação dos usuários, pela geração de calor e vapor dentro dos ambientes. Fator esse que foge aos parâmetros normativos e de projeto, uma vez que não existem parâmetros de referência para correta avaliação e simulação, não tendo como definir sua origem entre projeto, construção, uso ou manutenção.

De forma resumindo temos as principais causas da condensação pela:

- Falta de ventilação suficientes nos ambientes (realização de renovação do ar de todos os ambientes diariamente);
- Temperatura superficial das paredes externas menor ou igual a temperatura de ponto de orvalho dos ambientes internos, principalmente no período de inverno;
- Revestimentos não impermeáveis, que permitem o acumulo de vapor de água, gerando um ambiente propício a proliferação de bolor;
- Falta de ações ativas de manutenção preventiva, tais como: (a) limpeza superficial das paredes que possuem umidade e bolor; (b) repintura periódica das paredes internas.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Maria Akutsu pelo apoio e incentivo a realização deste trabalho.

À Fernandes & Grossi Engenheiros Associados Ltda. incentivo, materiais e recursos disponibilizados para realização das pesquisas, em especial à diretora Eng.ª Florence Nogueira Fernandes Grossi e ao sócio Eng.ºLuiz Gustavo Fernandes Grossi.

Aos meus familiares suportarem minha ausência durante os feriados e fins de semana, em que me dedicava exclusivamente ao desenvolvimento deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações — Método de célulo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais: desempenho — Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION. **Hydrofuges de surface: choix et mise em oeuvre.** Bruxelles, 1982. 24 p. (Note D`Information Technique – NIT 140)

HENRIQUES, Fernando M. A. **Humidade em parede**. 4 ed. Lisboa: LNEC, 2007. 168 p.

RORIZ, Vitor Figueiredo. **Avaliação de desempenho térmico de edifícios habitacionais**: potencial de ocorrência de condensação e minimização. São Carlos, 2016.

THOMAZ, Ércio. **Recuperação de estruturas de concreto armado**. Apresentação de aula da disciplina Patologia das edificações, do curso de Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT, São Paulo. 2016.

Universidade Federal de Santa Catarina. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Base de Dados Climáticos**. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2015>.