

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS DIAS TÍPICOS E A SÉRIE 2001-2013 DE DADOS HORÁRIOS CLIMÁTICOS

ZANONI, Vanda (1); SANCHEZ, Jose Manoel (2), BAUER, Elton (3)

(1) PPG-FAU, UNB, vandazanoni@unb.br; (2) PPG-FAU, UNB, sanchez@unb.br; (3) PECC/LEM, UNB, elbauerlem@gmail.com

Resumo: A ABNT NBR 15575-1:2013 apresenta dados para os dias típicos de projeto para as condições de verão e de inverno para várias cidades brasileiras. Este artigo apresenta um estudo comparativo entre os parâmetros estabelecidos pela norma de desempenho e os dados climáticos da série 2001-2013 com um período de 13 anos de dados horários climáticos coletados pela estação automática A001 do INMET. O principal objetivo deste estudo foi avaliar quantitativamente a representatividade dos dias típicos apresentados pela norma de desempenho para a cidade de Brasília-DF e compará-los com a série 2001-2013, visando pesquisas de vida útil das edificações, especialmente relacionadas ao envelhecimento natural. Os parâmetros avaliados foram temperaturas máxima diária e mínima diária, amplitude diária de temperatura, radiação solar e nebulosidade. Os resultados mostram discrepâncias entre as duas fontes analisadas, alertando para a necessidade de ponderar quanto a majoração ou minoração destes valores afetam as análises de desempenho. Ainda, discute-se a aplicação dos dados no contexto das avaliações de desempenho térmico e nas avaliações de desempenho que afetam a vida útil das edificações, especialmente relacionadas ao envelhecimento natural.

Palavras-chave: Dados climáticos, Dias típicos, Desempenho, Vida Útil.

Área do Conhecimento: Características tecnológicas e de desempenho – Aspectos metodológicos de desempenho técnico.

1. INTRODUÇÃO

Desde que entrou em vigor, o conjunto de normas ABNT NBR 15575:2013 tem desempenhado um papel importante como balizador de pesquisas e referência quanto ao desempenho das edificações. Ao longo desse tempo, a aplicação dos parâmetros e critérios fornecidos pelas normas tem permitido aferir se esses dados e referências normativas são adequados e suficientes para os estudos relacionados à durabilidade, entre outros.

Neste contexto, este artigo apresenta um estudo comparativo entre os parâmetros climáticos estabelecidos pela norma de desempenho e os dados climáticos da série 2001-2013 com um período de 13 anos de dados horários climáticos coletados pela estação automática A001 do INMET.

O principal objetivo deste estudo foi avaliar quantitativamente a representatividade dos dias típicos apresentados pela norma de desempenho para a cidade de Brasília-DF e compará-los com a série 2001-2013. Os parâmetros avaliados foram temperaturas máxima diária e mínima diária, amplitude diária de temperatura, radiação solar e nebulosidade. Ainda, discute-se a aplicação dos dados no contexto das avaliações de desempenho térmico e nas avaliações de desempenho que afetam a vida útil das edificações, especialmente relacionadas ao envelhecimento natural.

As condições de exposição da envoltória do edifício constituem-se em um conjunto de ações que afetam a sua durabilidade. As ações externas de origem climática estão entre os principais agentes de degradação que, agindo sobre o edifício, contribuem para reduzir o seu desempenho ao longo do tempo de vida útil, pois aceleram os mecanismos de envelhecimento natural (JERNBERG, *et al.*, 2004; ABNT, 2013). No entanto, para Lima (2005), as normas brasileiras não consideram a variação sazonal e espacial da intensidade e/ou concentração dos agentes de degradação.

Para o avanço nos estudos da durabilidade das edificações, um dos desafios é a falta de dados disponíveis para análises mais detalhadas dos agentes climáticos e mecanismos de degradação, especialmente relacionados à envoltória degradada por envelhecimento natural (ZANONI, 2015; ZANONI *et al.*, 2016).

A determinação da vida útil da edificação está vinculada às condições de exposição da edificação que, por sua vez, devem estar devidamente especificadas em projeto, conforme determina a norma de desempenho. Portanto, parâmetros que possam refletir com acuidade adequada as condições da envoltória da edificação ainda

são objetos de pesquisa e precisam ser incorporados à norma de desempenho.

2. DADOS CLIMÁTICOS

2.1 Dados climáticos de dias típicos de verão e de inverno

Existem várias metodologias para determinação dos dias típicos de projeto (GOULART, 1993; AKUTSU; VITTORINO, 1998; SIQUEIRA *et al.*; 2005). Segundo Thomaz e Del Mar (2013), para os dias típicos de verão e de inverno, são tomadas, respectivamente, as médias dos dias mais quentes e mais frios, observados em um número representativo de anos.

A NBR 15575-1 apresenta dados para os dias típicos de projeto para várias cidades brasileiras, e define dia típico como um dia real, caracterizado pelas variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar incidente em superfície horizontal, para o dia mais quente do ano (dia típico de verão) ou para o dia mais frio do ano (dia típico de inverno), segundo a média do período dos últimos 10 anos (ABNT, 2013). O Quadro 1 mostra os dados dos dias típicos de projeto para Brasília, recomendados para a avaliação de desempenho térmico de edificações pela ABNT NBR 15575-1: 2013.

Quadro 1 - Dados dos dias típicos de projeto para Brasília.

UF	Cidade	Zona bioclimática	Latitude	Longitude	Altitude (m)
DF	Brasília	4	15.78 S	47.93 W	1160
DADOS DE DIAS TÍPICOS DE PROJETO					
	Temperatura máxima diária (°C)	Temperatura mínima diária (°C)	Amplitude diária de temperatura (°C)	Radiação solar (Wh/m ²)	Nebulosidade (Décimos)
Dia típico de verão	31,2	-	12,5	4625	4
Dia típico de inverno	-	10,0	12,2	4246	3

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

A cidade de Brasília está inserida na zona bioclimática 4, conforme classificação do zoneamento bioclimático brasileiro recomendado pela NBR 15220-3 Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social (ABNT, 2005).

A metodologia utilizada para a classificação do zoneamento bioclimático baseou-se nas seguintes variáveis climáticas: médias mensais das temperaturas máximas; médias mensais das temperaturas mínimas; e nas médias mensais das umidades relativas do ar. Os dados utilizados para as médias foram obtidos das Normas Climatológicas 1961-1990 (ABNT, 2005).

Os dias típicos são usados para avaliação de desempenho térmico por simulação computacional. Segundo a NBR 15575-1, para as avaliações por medição, o dia tomado para análise deve corresponder a um dia típico de projeto, de verão ou de inverno, precedido por pelo menos um dia com características semelhantes. A norma recomenda, como regra geral, trabalhar com uma sequência de três dias e analisar os dados do terceiro dia, especificamente com base nos valores da temperatura do ar exterior medidos no local.

Para Sorgato e Marinoski (2012), um “dia de projeto” para verão ou inverno representa condições diferentes de um “dia típico” de verão ou inverno. Os autores alertam que um dia típico é facilmente encontrado em uma situação real, pois representa condições médias que podem ocorrer com maior frequência, enquanto que um “dia de projeto” é aquele usado para as simulações computacionais na fase de projeto, para avaliar o desempenho de edificações e representam condições extremas mais severas e, portanto, raramente ocorrerá na realidade.

As definições dadas pela norma de desempenho não são explícitas quanto à metodologia adotada para a determinação dos dias típicos, principalmente quando determina a “média do período dos últimos 10 anos”.

2.2 Dados climáticos de séries meteorológicas padronizadas

Para o uso de dados climáticos, recomenda-se arquivo climático com, no mínimo, 10 anos de dados consecutivos (BS EN ISO 15927-4:2005).

Um dos principais arquivos climáticos do Brasil são as Normas Climatológicas fornecidas pelo INMET (2014),

resultado de procedimentos mundialmente padronizados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para a obtenção e tratamento de dados meteorológicos. Os procedimentos padronizados para a determinação das Normais permitem estabelecer referências básicas para comparações, tornando mais úteis dados climáticos coletados em observações reais quando comparados com valores normais padronizados no mundo todo. A OMM define Normais Climatológicas Padronizadas como valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo, no mínimo, três décadas consecutivas. As Normais Climatológicas Provisórias são definidas pela OMM como médias de curto período, baseadas em observações que se estendam sobre um período mínimo de 10 anos (INMET, 2009). As Normais Climatológicas são importantes, pois consolidam séries históricas, portanto representativas daquele período.

No Brasil, as estações automáticas do INMET, em funcionamento desde o ano 2000, fornecem dados meteorológicos horários. Somente os dados de nebulosidade são coletados manualmente em horários padronizados para fins sinóticos. Baseado nos dados meteorológicos horários fornecidos pela estação automática de superfície A001 do INMET em Brasília-DF, Zanoni (2015) elaborou as médias mensais das variáveis climáticas da série 2001-2013, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Média mensais das variáveis climáticas da série meteorológica 2001-2013 para Brasília-DF.

	Temperatura do Ar (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Amplitude térmica do ar	Radiação Solar (kWh/m ² .dia)	Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	Nebulosidade (décimos)	Vento-velocidade (m/s)
Jan	21,60	22,20	21,00	8,50	5,15	78%	216,00	8	2,42
Fev	21,80	22,50	21,20	9,10	5,38	75%	164,20	8	2,26
Mar	21,70	22,30	21,10	9,00	5,15	77%	187,90	7	2,23
Abr	21,50	22,10	20,90	9,40	5,05	73%	132,00	6	2,25
Mai	20,20	20,90	19,60	10,60	4,84	67%	18,50	5	2,34
Jun	19,40	20,00	18,70	11,20	4,77	63%	2,10	4	2,47
Jul	19,50	20,30	18,80	12,00	5,01	55%	2,40	3	2,66
Ago	21,00	21,70	20,30	12,10	5,64	47%	15,20	3	2,95
Set	22,90	23,60	22,20	11,70	5,71	48%	33,80	4	2,82
Out	22,70	23,30	22,00	10,50	5,33	63%	138,70	7	2,43
Nov	21,50	22,10	20,90	8,80	4,90	76%	220,80	8	2,30
Dez	21,50	22,10	20,90	8,60	5,05	77%	242,20	8	2,32
Ano	21,2	21,9	20,6	10,1	5,17	67%	1.373,80	6	2,45

Fonte: Zanoni, (2015), elaborado a partir da base de dados horários fornecida pelo INMET para a cidade de Brasília-DF.

2.3 Ano climático para simulação computacional

Para as simulações computacionais, em geral, é necessário que o arquivo climático seja representativo do local e contenha um ano completo de 365 dias com 8.760 dados horários.

Metodologias específicas permitem tratar os dados de uma série de 30 anos (10 anos, no mínimo) para compor um ano completo que representa um ano climático médio, de referência ou típico de um determinado local. Os dados selecionados devem representar a série de padrões climáticos que normalmente seria encontrada em um conjunto de dados de vários anos.

Um ano climático, típico ou de referência, consiste em um ano de dados climáticos horários apresentados em um formato padronizado para as 8.760 horas do ano. Os arquivos climáticos mais utilizados no Brasil são o *Test Reference Year (TRY)* e o *Typical Meteorological Year (TMY)*.

O *Test Reference Year (TRY)* consiste em um ano real com dados climáticos horários, contendo informações climáticas para as 8.760 horas do ano, apresentado em um formato padronizado, conforme necessário para as simulações de desempenho das edificações (LAMBERTS *et al.*, 2011). A metodologia para a formação de um Ano Climático de Referência - TRY é gerado a partir de dados de temperatura e consiste em eliminar do banco de dados os anos de temperaturas médias mensais extremas (altas ou baixas), até que se obtenha apenas um ano de dados médios. O TRY seleciona o ano mais representativo entre vários anos (GOULART, 1993; GOULART *et al.*, 1998). Para Brasília, o TRY disponível para as simulações computacionais baseou-se na série

histórica 1960-1990 com dados sinóticos do INMET.

O *Typical Meteorological Year* (TMY) é uma das metodologias para se obter um ano típico. Diferentemente do TRY que seleciona o ano mais representativo entre vários anos, o TMY seleciona os meses mais representativos de vários anos distintos para compor um ano típico. A metodologia para obtenção de um TMY baseia-se na variável temperatura e consiste em excluir sucessivamente os meses mais quentes e mais frios, até que reste apenas um, considerado como o mês típico do local. O TMY é formado por 12 meses reais, podendo ser, estes meses, de diferentes anos, desde que o mês selecionado seja representativo dos mesmos meses observados no período de 30 anos (de preferência) ou, no mínimo, 10 anos (AKUTSU, 1998). Para Brasília, o TMY disponível para as simulações computacionais foi resultante do tratamento da série de dados horários do INMET coletados no período 2000-2010.

Em 2015, Scheller *et al.* publicaram um relatório contendo uma análise comparativa entre o Atlas SWERA, o Atlas IRENA e mais três arquivos climáticos utilizados nas simulações termo-energética de edificações para climas brasileiros, identificados como: TRY; TMY da base SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment*); e TMY (*Typical Meteorological Year*) da base EPW/ANTAC elaborado por Roriz (2012) com 10 anos de dados do INMET. Para as 15 cidades analisadas, os autores concluíram que os arquivos climáticos quando analisados comparativamente entre si possuem imprecisões e baixa qualidade (SCHELLER *et al.*, 2015).

Entretanto, para a cidade de Brasília, Zanoni (2015) realizou uma série de análises sobre o arquivo TMY da base EPW/ANTAC (RORIZ, 2012) comparativamente com a base de dados horários do INMET, entre outras bases de dados climáticos, concluindo que as variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica do TMY são representativas. Em relação à variável climática radiação solar global horizontal, o TMY é o arquivo mais representativo entre os arquivos climáticos para Brasília, disponíveis para as simulações computacionais. Inclusive, o TMY apresenta dados de precipitação, o que favorece a sua utilização, tanto nas simulações térmicas como nas simulações higrotérmicas.

Dessa forma, o ano climático TMY/EPW-ANTAC (RORIZ, 2012) é o arquivo recomendado para as simulações computacionais do comportamento higrotérmico de fachadas, visando os estudos de degradação das edificações para a cidade de Brasília.

No entanto, deve-se estar alerta para o fato de que um ano climático TMY, de acordo com a sua metodologia que seleciona os meses reais a partir de valores médios de temperatura de, no mínimo, 10 anos de dados, pode não ser representativo para outros parâmetros climáticos. Recomenda-se, portanto, validar o arquivo climático antes de usá-lo.

3. ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE BRASÍLIA PARA OS DIAS TÍPICOS DE VERÃO E DE INVERNO

Para analisar os parâmetros recomendados pela norma de desempenho para os dias típicos de verão e de inverno, foi organizado o Quadro 2 que apresenta os dias típicos da NBR 15575-1 (ver Quadro 1), além das médias da série 2001-2013 do INMET obtidas para as respectivas variáveis (ver Tabela 1).

Quadro 2 – Apresentação dos parâmetros para dias típicos de verão e de inverno e das médias da série 2001-2013 para Brasília.

		Temperatura máx/mín diária (°C)	Amplitude térmica (°C)	Radiação solar (Wh/m ²)	Nebulosidade (Décimos)
Condição de Verão	Dia típico da NBR 15575-1	31,2	12,5	4.625	4
	Média da série 2001-2013	21,9	9,0	5.159	7
Condição de inverno	Dia típico da NBR 15575-1	10,0	12,2	4.246	3
	Média da série 2001-2013	12,1	11,1	5.168	4

Para a condição de verão, a temperatura máxima diária estabelecida para um dia típico é de 31,2°C. Na série 2001-2013, a temperatura 31,2°C está no intervalo de classe correspondente a 0,42% da amostra. A frequência de ocorrência das temperaturas máximas da série 2001-2013, com valores acima de 31,0°C, corresponde a 1,5% das temperaturas máximas da amostra.

Para a condição de inverno, a temperatura mínima diária estabelecida para um dia típico é de 10,0°C. Na série 2001-2013, a temperatura 10,0°C está no intervalo de classe correspondente a 0,03% da amostra, que compreende a faixa de frequência de ocorrência das menores temperaturas mínimas.

A amplitude térmica de 12,5°C, para um dia típico de verão, e a amplitude térmica de 12,2°C, para um dia típico de inverno, são valores acima das médias dos períodos na série 2001-2013, respectivamente 9,0°C e 11,1°C.

No entanto, os valores estipulados pela norma de desempenho para os dias típicos estão dentro da faixa $10^{\circ}\text{C} \leq \text{AT} < 15^{\circ}\text{C}$, que abrange 50% dos valores de amplitude térmica diária da série 2001-2013, conforme pode ser verificado na Figura 1 e na Figura 2.

Figura 1 – Frequência de ocorrência por faixa de variação da amplitude térmica (°C) em Brasília.

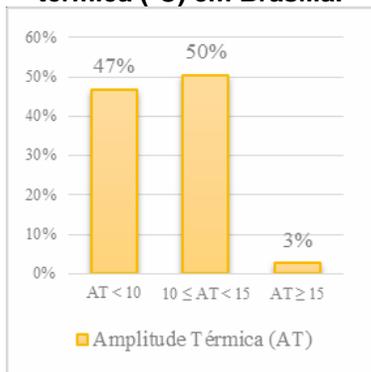
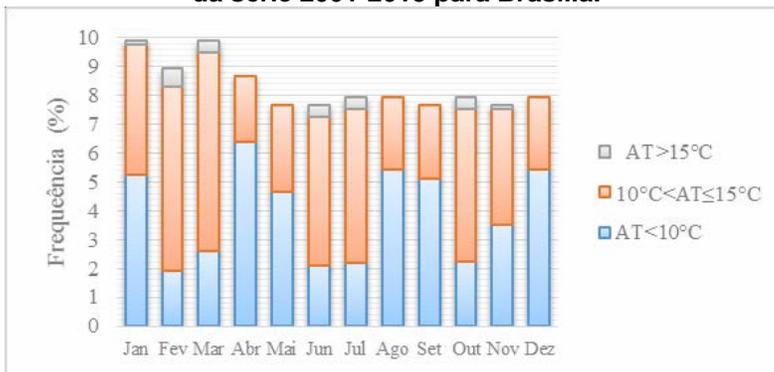


Figura 2 – Frequência de ocorrência (%) por faixa de variação da média mensal da amplitude térmica (AT em °C) da série 2001-2013 para Brasília.



Fonte: Zanoni, 2015.

Para a condição de verão, a nebulosidade recomendada pela norma de desempenho para um dia típico é de 4 décimos. Na série 2001-2013, a nebulosidade correspondente ao período em questão é de 7 décimos. Para a condição de inverno, a nebulosidade recomendada para um dia típico é de 3 décimos. Na série 2001-2013, a nebulosidade correspondente ao período em questão é de 4 décimos. Observa-se que a nebulosidade apresentada pela NBR 15575-1, para o dia típico na condição de verão, está subestimada.

A Figura 3 e a Tabela 2 apresentam as frequências de ocorrência das faixas de nebulosidade da série 2001-2013.

Figura 3 – Frequência de ocorrência (%) da nebulosidade, conforme classificação da condição de céu, em Brasília.

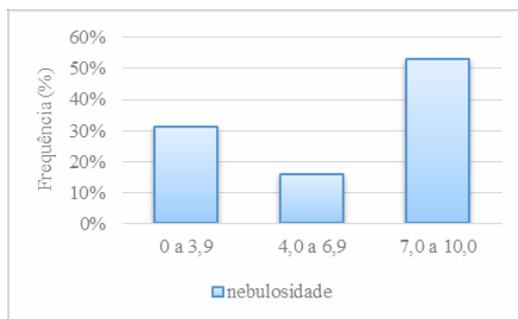


Tabela 2 - Condição de céu e frequência de ocorrência de nebulosidade da série 2001-2013 para Brasília.

Condição de céu	Frequência
Céu claro - 0 a 3,9	31,1 %
Céu parcialmente nublado - 4,0 a 6,9	15,7%
Céu encoberto - 7,0 a 10,0	53,2%

Fonte: Zanoni, 2015.

Analisando as médias mensais da irradiância solar global horizontal dos dias típicos (Quadro 2), para verão e para inverno, observa-se os valores apresentados pela norma de desempenho são subestimados em relação às médias mensais da irradiância solar global horizontal obtidas da série 2001-2013.

Um dia típico deve representar as condições mais significativas que podem ocorrer em um dia de verão ou de inverno. Sendo representativo, o dia típico permite quantificar os níveis de exigência na avaliação de desempenho. Para os estudos de desempenho térmico, frequentemente são usados dados de um dia típico de projeto, para o período de verão ou de inverno.

No entanto, para os estudos relacionados à degradação ao longo da vida útil da edificação, decorrente do envelhecimento natural, é necessário considerar o comportamento sazonal e cíclico das variáveis climáticas. Por isso, simulações considerando um ano climático representam melhor as condições de exposição aos agentes de degradação e os processos de envelhecimento natural das edificações do que quando adotado valores de um dia típico.

A pesquisa na área de degradação requer seleção de parâmetros de acordo com a natureza do problema a ser investigado e do tipo de clima. Por falta de norma ou outra referência técnica brasileira, é muito comum observar que os estudos na área de durabilidade adotam valores máximos (por vezes, valores extremos) para os parâmetros climáticos (temperatura, radiação, etc.) buscando assim, contemplar a situação mais crítica de projeto.

Diferentemente do que ocorre nas pesquisas das áreas de energia solar, eficiência energética e conforto ambiental, os estudos brasileiros sobre durabilidade não dispõem de critérios específicos para a seleção de dados climáticos a serem aplicados nas investigações sobre a degradação das edificações.

Discute-se aqui a escassez de exigências e parâmetros nas normas brasileiras para os estudos do desempenho higrotérmico e degradação das edificações. Somente para referenciar algumas normas internacionais que tratam de forma integrada as questões relacionadas tanto ao comportamento térmico como umidade, é possível citar, entre outras, a ANSI/ASHRAE 160:2009 que estabelece critérios para a análise do projeto de controle de umidade em edificações.

Os anos climáticos, típico ou de referência, disponíveis para a cidade de Brasília, são aqueles construídos por meio de metodologias consagradas para os estudos de eficiência energética e conforto ambiental. Para os estudos de degradação no Brasil, não existe uma avaliação sobre qual a melhor metodologia para compor um ano climático de referência que contemple a natureza dos problemas específicos a serem tratados.

Os estudos exploratórios e comparativos, realizados entre alguns arquivos climáticos existentes para a cidade de Brasília, permitiram compreender que é necessário desenvolver um ano climático de referência para os estudos de degradação que tenha uma metodologia mais adequada aos fenômenos estudados, tal como proposto pela norma BS EN ISO 15927-4: 2005 que parte da premissa que a correta simulação do desempenho do edifício depende não apenas dos valores médios das variáveis meteorológicas, mas também das distribuições de frequência desses e da correlação entre eles. Além dos valores de temperatura e umidade relativa, a metodologia da norma citada contempla as variáveis radiação solar e vento que são considerados agentes fundamentais nos mecanismos de degradação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da degradação das edificações, pelo envelhecimento natural ao longo do tempo, envolve os agentes climáticos e suas ações, assim como os mecanismos de degradação e a resposta do elemento construtivo aos fenômenos atuantes. Considerando a carência de dados climáticos nas referências brasileiras para a seleção, apresentação e aplicação em projeto e para ações de inspeção predial e manutenção preventiva, enfatiza-se a necessidade de as normas de desempenho apresentarem parâmetros vinculados às condições de exposição, principalmente aqueles relacionados às ações externas de origem climática.

Conclui-se que os parâmetros dos dias típicos da norma de desempenho para temperatura máxima diária

(31,2°C) e temperatura mínima diária (10,0°C) não são representativos para os estudos relacionados ao envelhecimento natural das edificações pois correspondem a uma frequência de ocorrência de, respectivamente, 0,42% e 0,03% da amostra de dados da série 2001-2013.

Apesar de a amplitude térmica de 12,5°C para um dia típico de verão e 12,2°C para um dia típico de inverno serem valores acima das médias dos períodos na série 2001-2013, respectivamente, 9,0°C e 11,1°C, conclui-se que não representam com acuidade períodos de longa duração, mas então dentro da faixa de frequência que abrangem mais de 50% das ocorrências da série 2001-2013.

O parâmetro nebulosidade do dia típico de inverno (3 décimos) da norma de desempenho é representativo para a condição de céu da série 2001-2013. No entanto, para a condição de verão, a nebulosidade na norma de desempenho (4 décimos) não é representativa da nebulosidade (7 décimos) da série 2001-2013.

Quanto aos valores da irradiância solar global horizontal, conclui-se que os parâmetros para os dias típicos para verão e para inverno da norma de desempenho são subestimados em relação às médias mensais da série 2001-2013.

Apesar de os importantes avanços, o conjunto de normas brasileiras de desempenho enfatiza os estudos de desempenho térmico, prescrevendo dados climáticos somente para um dia típico de verão e um dia típico de inverno, sem considerar aspectos relacionados às diferentes interações entre os agentes de degradação e o comportamento higrotérmico das fachadas que afetam a sua durabilidade.

Enfim, a análise pontual das condições de exposição em um dia típico de inverno ou de verão não é uma abordagem que atende às necessidades dos estudos de durabilidade que necessitam de parâmetros que refletem períodos característicos do local, mais representativos de longos períodos de tempo das condições de exposição durante a vida útil do sistema construtivo em análise.

5. REFERÊNCIAS

AKUTSU, M., VITTORINO, F. Tratamento de dados climáticos para a avaliação do desempenho térmico de edificações – Manual de Procedimentos (Aplicação à Cidade de São Paulo) - Anexo I. Publicação IPT 1732. São Paulo, 1998.

ANSI/ASHRAE - American National Standards Institute & American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ANSI/ASHRAE 160 - Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings. Atlanta, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-3 Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-1 Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. BS EN ISO15927-4 Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data. Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling. BS EN ISO, 2005.

GOULART, S. V. G. Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico em edificações em Florianópolis. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

GOULART, S. V. G.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras. 2. ed. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção / UFSC, 1998.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Ed. rev. e ampliada. Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. Brasília, DF: INMET, 2009.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Tempo e Clima. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/curiosidade/tempo_clima.html. Acesso em fevereiro de 2014.

JERNBERG, P.; LACASSE, M. A.; HAAGENRUD, S.E.; SJÖSTRÖM, C. Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Building Materials and Components. Joint CIB W80 / RILEM TC 140 – TSL Committee on Service Life of Building Materials and Components, CIB Report, Publication 295, 2004.

LAMBERTS, R. et al. Desempenho térmico de edificações. Apostila da disciplina ECV 5161 do LABEEE- Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

LIMA, M. G. Ação do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto. In: Geraldo Cechella Isaia. (Org.). Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. 1 ed. 2v. p. 713-751. São Paulo: IBRACON, 2005.

SCHELLER, C.; MELO, A. P.; SORGATO, M. J.; LAMBERTS, R. Análise de arquivos climáticos para a simulação do desempenho energético de edificações. Centro Brasileiro de eficiência energética em edificações-CB3E. Universidade de Santa Catarina-UFSC. Florianópolis, 2015.

SIQUEIRA, T.C. P.A.; AKUTSU, M.; LOPES, J. I. E.; SOUZA, H. A. Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 58(2): 133-138, abr. jun. 2005.

SORGATO, M. J.; MARINOSKI, D. L. Comentários e sugestões quanto à formatação e nomenclatura presentes na norma NBR 15575. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Florianópolis, 2012.

THOMAZ, E.; DEL MAR, C. P. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

ZANONI, V. A. G.; SANCHEZ, J. M. M.; BAUER, E. Desafios e contribuições: estudo de degradações das edificações por meio de simulação higrotérmica. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16: 2016: São Paulo. Anais ... XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: desafios e perspectivas da internacionalização da construção (ENTAC 2016). São Paulo: ANTAC, 2016. v.2. p.2488-2498.

ZANONI, V.A.G. Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, Brasília, DF, 2015.