



## COMPORTAMENTO MENSAL DOS INDICADORES CLIMÁTICOS DO MÉTODO DE MAHONEY TRADICIONAL E O REMODELADO COM A TEORIA DOS SISTEMAS NEBULOSOS

**Carliza Bastos Sena (1); Liang-Yee Cheng (2)**

(1) LabCAD – Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, nº 83 – Cidade Universitária. CEP:5508-900. São Paulo – SP, Brasil – Tel/Fax.: (0xx11) 3091-5438, e-mail: [carliza.sena@poli.usp.br](mailto:carliza.sena@poli.usp.br)

(2) LabCAD – Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, nº 83 – Cidade Universitária. CEP: 5508-900. São Paulo – SP, Brasil – Tel/Fax.: (0xx11) 3091-5462, e-mail: [cheng.yee@poli.usp.br](mailto:cheng.yee@poli.usp.br)

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados dos estudos de validação e aferição do Método de Mahoney Nebuloso (MMN), verificando os indicadores climáticos obtidos, mês a mês, através dos métodos. Em trabalhos anteriores, observou-se que a análise dos dados climáticos de quatro cidades dos Estado de São Paulo, tanto pelo Método Tradicional de Mahoney (MMT) como pelo remodelado com a Teoria dos Sistemas Nebulosos (TSN), resultaram na frequência anual dos indicadores climáticos cujo diagnóstico se limita a uma descrição genérica da realidade climática do local. Tendo em vista que o MMT não possui a flexibilidade de representar situações intermediárias entre a “ocorrência” ou “não” dos indicadores mensais, explorou-se os valores de “ocorrência” mensais fornecidos pelo MMN no intuito de se obter um diagnóstico climático mais detalhado e mais próximo da realidade.

### ABSTRACT

This paper presents the results of validation of the Fuzzy Mahoney's Method, carried out in order to verify the monthly climate indexes obtained by using the method. In previous works, the climatic data analysis of four cities in the São Paulo State, by applying both the Traditional and the Fuzzy Mahoney's Method (MMN) had resulted in annual frequencies of the climatic indexes that reflect a general description of the local climate. Aiming a more detailed climatic analysis we analyzed the monthly occurrence obtained by MMN. The results of the validation show that the monthly climate indexes of MMN agree well with the local climate.

### 1. INTRODUÇÃO

O conteúdo deste trabalho é parte integrante do estudo que vem sendo desenvolvido sobre a análise comparativa entre dois métodos climáticos, o método de Mahoney tradicional (MMT) e o método de Mahoney nebuloso (MMN). Harris (2000) utilizou dois grupos de dados climáticos cidade de Campinas para tecer a análise crítica entre os métodos aqui discutidos, observando a vantagem do MMN em apresentar resultados mais condizentes com a realidade. Em vista disso, nesse trabalho serão analisados apenas um grupo de dados climáticos para cada uma das quatro cidades, dando continuidade aos trabalhos anteriores, (SENA et al, 2003a); (SENA et al, 2003b), levando em consideração os dois métodos, MMT e MMN. Em Sena et al, (2003a) e Sena et al, (2003b) observou-

se que o comportamento da frequência anual dos indicadores climáticos, tanto no MMT como no MMN, não representava claramente o ‘ritmo’<sup>1</sup> do clima ao longo do ano, bem como a transição entre a estação úmida e a de estiagem das cidades estudadas. Portanto, desenvolveu-se uma análise específica para fins de comparação entre os dois métodos, abordando o grau pertinência de cada indicador ao mês, denominado aqui como *grau de possibilidade* do indicador ao mês ( $\mu_{\text{indicador}}(\text{Mês})$ ). Além de se verificar o refinamento das respostas obtidas, esse estudo também tem como objetivo a aferição do MMN, com relação aos seus resultados intermediários. Os resultados parciais obtidos com o uso dos dois métodos para as cidades de Campos do Jordão, Franca, Iguape e Presidente Prudente, publicados em trabalhos anteriores, (SENA et al, 2003a e SENNA et al, 2003b), serão o objeto de refinamento nesta análise específica. A descrição dos métodos, dados climáticos e os resultados finais da aplicação desses métodos estão descritos nos trabalhos acima mencionados. Aqui serão apresentadas a classificações climáticas pelos dois sistemas mais conhecidos e a frequência dos indicadores, sobre os quais serão levantadas as discussões e conclusões.

## 2. ESTUDOS DE CASO

Quatro cidades de localização diferenciada, dentro do Estado de São Paulo, foram escolhidas como casos de estudo para a validação do MMT e MMN. São elas: Campos do Jordão (a leste), Franca (ao norte), Iguape (ao sul) e Presidente Prudente (a oeste). Os dados climáticos dessas cidades foram fornecidos pelo INMET, segundo Nascimento e Gomes (1988), e são referentes aos anos de 1977 a 1986 (SENA et al, 2003a e SENNA et al, 2003b). A classificação climática de cada cidade foi realizada através desse grupo de dados, utilizando os sistemas de classificação de Köppen e de Thornthwaite, como se verifica na Tabela 1. As explicações e discussões que envolvem essa classificação encontram-se melhor detalhadas em Sena (2004).

**Tabela 1 – Classificação climática das cidades pelos sistemas de Köppen e Thornthwaite**

Dados (1977-86)	Köppen	Thornthwaite
Campos de Jordão	<b>Temperado sem estação seca (Cfb)</b>	<b>Temperado super-úmido</b>
Franca	<b>Tropical com inverno seco (Aw)</b>	<b>Subtropical muito-úmido</b>
Iguape	<b>Tropical sem estação seca (Af)</b>	<b>Tropical muito-úmido</b>
Presidente Prudente	<b>Cwa ou Aw</b>	<b>Tropical Sub-úmido</b>

Os dados climáticos aplicados ao MMT e ao MMN geraram, como resultados parciais, o grau de possibilidade de ocorrência dos indicadores mês ao mês e a frequência anual dos seis indicadores, expressa pela somatória desses graus de possibilidade mensais.

A discussão sobre o comportamento mensal dos indicadores climáticos será baseado em gráficos, onde as abscissas representam os doze meses do ano e as ordenadas o grau de possibilidade dos indicadores. Na análise pelo MMT, por ser um método determinístico, esse grau de possibilidade é expresso de forma binária, podendo assumir 1 ou 0, conforme ocorra ou não no mês. No MMN, o grau de possibilidade do indicador ocorrer no mês, varia no intervalo entre 0 e 1. Abaixo se têm os resultados da análise e da discussão para as respectivas cidades em estudo.

Os gráficos das Figuras 1 a 24, apresentados a seguir, derivam dos resultados dos estudos anteriores realizados pela Sena et al (2003a) e Sena et al (2003b).

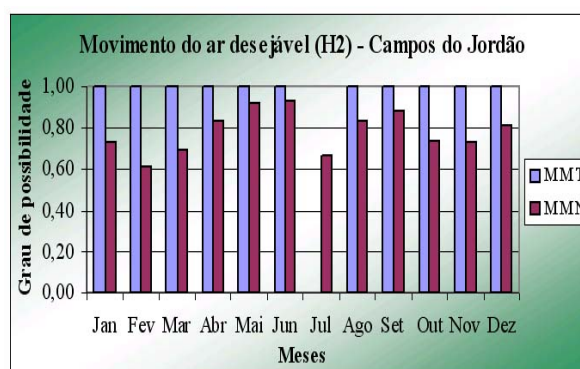
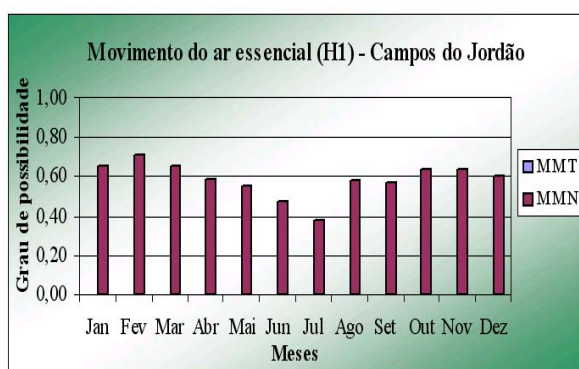
<sup>1</sup> O conceito ‘ritmo’ foi tirado do estudo de Tarifa e Azevedo (2001).

### 3. CAMPOS DO JORDÃO

As Figuras de 1 a 6 apresentam o comportamento dos indicadores climáticos de Campos do Jordão mês a mês.

Figura 1 mostra os resultados do indicador H1, movimento de ar necessário. MMT indica a ocorrência desse indicador em nenhum mês do ano. Porém, com relação ao MMN os resultados apresentados mostram que há a necessidade de movimentação do ar, já que a umidade contida nele é proveniente não só do processo de evaporação local, mas também das massas de ar marítimas, que alcançam essa região alta com maior frequência que as massas de ar continentais (SETZER, 1946). Além disso, observa-se que essa necessidade é maior nos meses de verão, notadamente em fevereiro, devido ao aumento da temperatura. Entretanto ela diminui à medida que se aproxima o inverno.

O principal responsável pela discrepância entre o indicador H1 obtido pelo MMT e o obtido pelo MMN é o rigor térmico diurno, pois, os dois métodos detectam umidade relativa alta. No MMT o Rigor Térmico do dia (Rtdia) 'Quente' não aparece em nenhum mês (SENA et al, 2003a). Por sua vez, no MMN, o grau de pertinência do RT dia quente, oscila ao longo do ano entre 0.71 (no mês mais quente) e 0.38 (no mês mais frio). A causa dessa diferença na análise do rigor térmico pode estar tanto na definição dos conjuntos nebulosos 'frio', 'confortável' e 'quente' (SENA, 2004), como na definição dos conjuntos de bem-estar (SENA, 2004). Pois, esses conceitos foram modelados de uma forma simplificada no trabalho de Harris, Cheng e Labaki (2000). Por isso, apesar dos resultados do MMN refletirem melhor a realidade climática que os do MMT, recomenda-se uma calibração dos valores e da forma desses conjuntos nebulosos.



**Figura 1 - Indicador H1 (Campos do Jordão). Figura 2 - Indicador H2 (Campos do Jordão).**

O indicador H2 reflete o quanto o movimento do ar é desejável. Figura 2 mostra que os dois métodos apresentam resultados semelhantes. Porém, se compararmos os gráficos das Figuras 1 e 2, observa-se que os graus de possibilidade do H2 no MMN são mais altos que os do indicador H1, com exceção do mês de fevereiro, onde as temperaturas são mais altas (SENA et al, 2003a) e o movimento do ar torna-se necessário. A análise conjunta dos indicadores H1 e H2, de acordo com o MMN, mostra que o movimento do ar é 'essencial' em todos os meses do ano, com exceção de julho, mês mais frio, e no verão, devido ao calor, se torna mais 'essencial' que 'desejável'. Nos meses de inverno e nos meses de transição (outono e primavera) é mais 'desejável' que 'essencial'. Por outro lado, os resultados do MMT indicam que o movimento do ar é 'desejável' em todos os meses, com exceção do mês de julho.

Na Figura 3, o indicador H3 reflete a necessidade de se proteger contra chuvas e tanto para um método como para o outro, os meses de dezembro e janeiro precisam da ação remediadora do H3 por terem índices pluviométricos maiores que 200 mm. Entretanto, no MMN a ocorrência pluviométrica diminui à medida que se aproxima da estação de inverno, devido à diminuição do volume de vapor d'água no ar. No MMT esse mesmo diagnóstico climático é detectado, porém, sua representação ocorre com 'saltos' que vão de um grau de possibilidade igual 1 a outro igual a 0.

O A1 indica a necessidade de se ter armazenamento térmico. No entanto, os resultados obtidos pelos dois métodos, mostram não ser necessário se tomar essa medida (Figura 4). Contudo, a representação das ocorrências mensais no MMN se dá a valores muito baixos, indicando que não é crítica a

necessidade de armazenamento térmico. Ao contrário do exposto pelo MMT, onde se visualiza a total inexistência dessa necessidade.

Quanto ao indicador A2, Figura 5, que reflete a necessidade de se ter um local para dormir ao ar livre, observa-se que o grau de possibilidade mensal desse indicador é nulo nos meses que configuram a estação fria, tanto no MMN como no MMT. Porém, mesmo nos outros meses não se torna necessário.

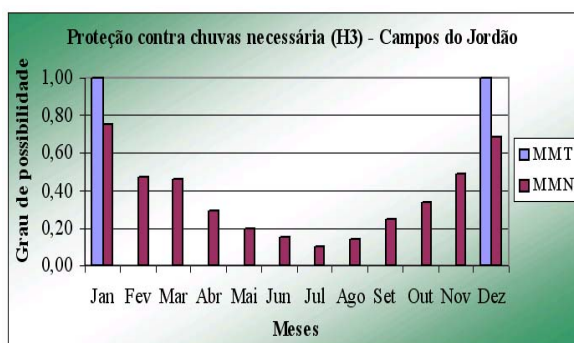


Figura 3 - Indicador H3 (Campos do Jordão).

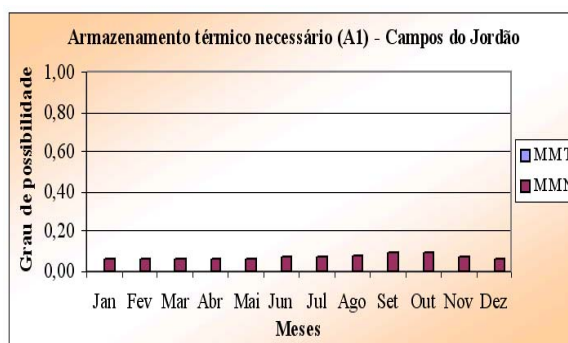


Figura 4 - Indicador A1 (Campos do Jordão).

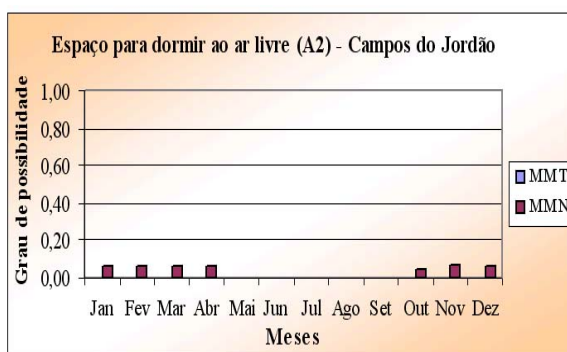


Figura 5 - Indicador A2 (Campos do Jordão).

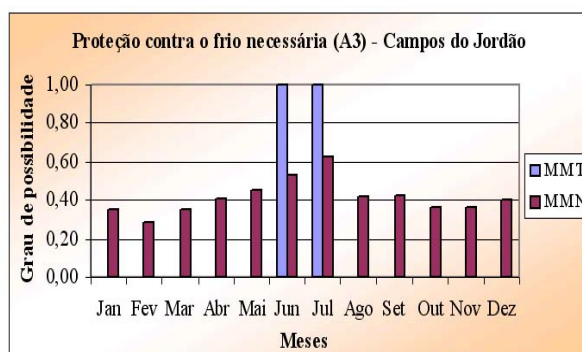


Figura 6 - Indicador A3 (Campos do Jordão).

O indicador A3 representa a necessidade de se prever a proteção contra o frio. Figura 6 mostra que, para Campos do Jordão, apenas dois meses necessitam da proteção: junho e julho, nos quais o rigor térmico pelo dia é frio. Os resultados do MMN indicam que à medida que amplitude térmica aumenta e as temperaturas ficam mais baixas aumenta a necessidade de proteção contra o frio. Setzer (1946) comenta que Campos do Jordão é “o mais bem cotado dos refúgios salubres de montanha no Brasil tropical”. O comportamento do gráfico do indicador A3, no MMN, permite concluir que o inverno é frio, mas possui um rigor térmico moderado, concordando com o comentário de Setzer (1946).

#### 4. FRANCA

Segundo Monteiro (1973), o clima de Franca pode ser considerado como tropical, alternando os períodos secos e úmidos. Pois essa cidade está localizada entre os climas tropical e quente, configurando uma área de transição climática.

Figura 7 está de acordo com os comentários de Monteiro (1973) sobre o clima de Franca, quando comparada com a Figura 10. Em ambas observa-se que para os meses de maio e outubro são os pontos de transição entre a estação úmida e a estação seca, pois possuem grau de possibilidade ao mês de 0,50 tanto para o gráfico do indicador H1 quanto para o do indicador A1, bem como se constatam que os meses de verão, na Figura 7, são complementares aos meses de estiagem no inverno, na Figura 10.

Comparando ainda o indicador H1 com o H2, (Figuras 7 e 8 respectivamente), nota-se que MMN faz uma classificação mais coerente quanto ao indicador H2, pois como o mês de maio é um mês de transição entre uma estação e outra é natural que tenha clima ameno, fazendo com que a movimentação do ar seja desejável e não necessária. Da mesma forma ocorre nos outros períodos de transição como o mês de outubro onde a ocorrência do H2 diminui para aumentar a de H1,

prelucindo o início do verão. No MMT, o indicador H2 só aparece no início e no fim da estação de verão, o que inviabiliza seu uso na análise de meses de transição entre duas estações, como o mês de maio, onde se descarta a possibilidade da movimentação do ar ser necessária ou desejável.

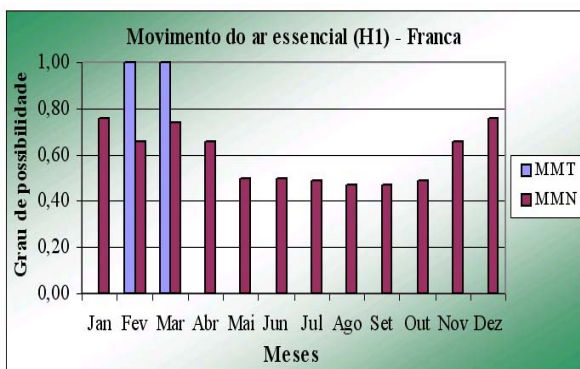


Figura 7 – Indicador H1 (Franca).

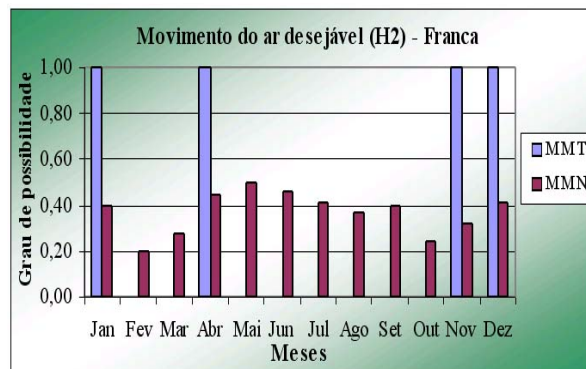


Figura 8 – Indicador H2 (Franca).

Figura 9 mostra a ocorrência da necessidade de proteção contra as chuvas (indicador H3). Nos dois métodos chega-se à mesma conclusão, ou seja, é necessária a proteção contra chuvas nos meses de verão, devido à alta pluviosidade (acima de 200 mm), com exceção para o mês de fevereiro. Ao mesmo tempo, o MMN apresenta grau de possibilidade entorno de 0,50 para esse mês, enquanto que o MMT só detecta a ocorrência de indicadores com grau de possibilidade acima desse valor. Essa figura é um exemplo claro de como a forma binária do MMT deixa de apresentar a continuidade do fenômeno climático, representando um ‘salto’ na “ocorrência” no mês de janeiro e na “não ocorrência” no mês de fevereiro, voltando a “ocorrer” no mês seguinte com a mesma intensidade.

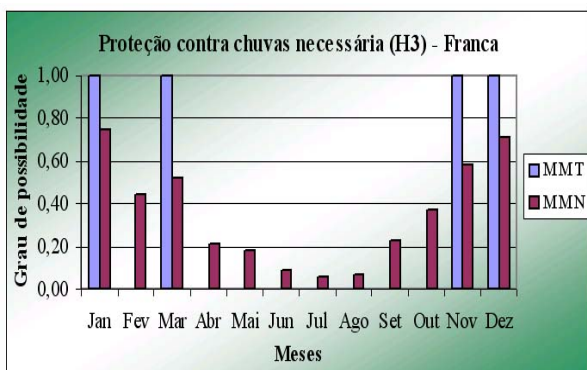


Figura 9 – Indicador H3 (Franca).

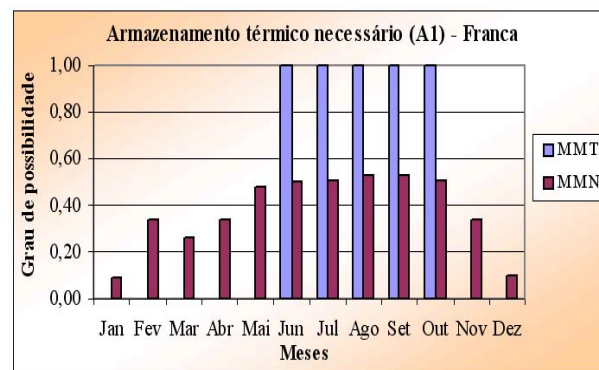
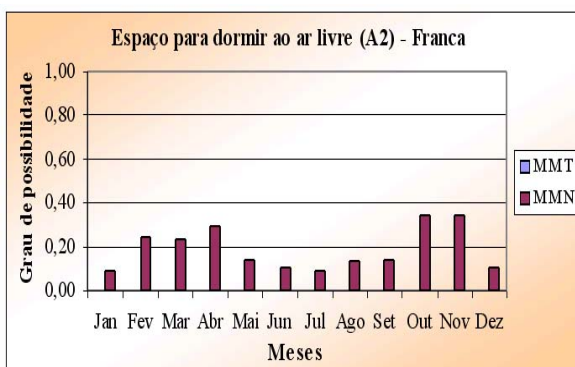


Figura 10 – Indicador A1 (Franca).

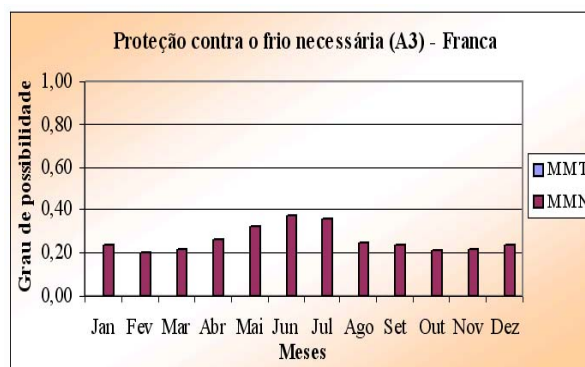
Figura 7 e 10 mostram a transição entre o período úmido e o de estiagem, delimitado pelos meses de maio e outubro. Analisando pelo MMT, o armazenamento térmico (A1) é necessário de junho a outubro. O mês de maio não apresenta essa necessidade, porém, no MMN o grau de possibilidade de A1 não é desprezível para o maio. Pelo MMN, esse indicador é mais solicitado nos meses de estiagem, com solicitações menores, porém, não desprezíveis nos meses úmidos.

Apesar de no método tradicional indicar que há necessidade de armazenamento térmico, pode-se afirmar que o método nebuloso reflete melhor essa necessidade, já que a amplitude térmica não é tão elevada e se mantém no entorno de 10° C e a umidade relativa está entre 50% e 70%. Deixando a critério do projetista a escolha entre um envelope com inércia térmica de baixa a média.

Figura 11 mostra que a análise por ambos os métodos deixa explícito que não é necessário prever lugar para se dormir ao ar livre (A2). No entanto, o MMN apresenta o quanto essa estratégia não é necessária e o comportamento do fenômeno climático ao longo do ano, o que não é possível visualizar pelo MMT. Observa-se que no MMN o grau de possibilidade do indicador A2 aumenta nas estações intermediárias (outono e primavera), e baixa durante o verão e o inverno.



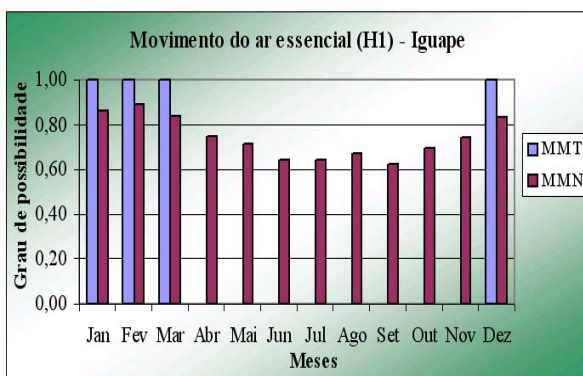
**Figura 11 – Indicador A2 (Franca).**



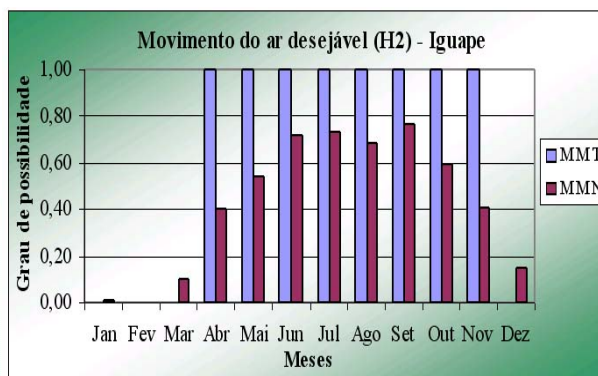
**Figura 12 – Indicador A3 (Franca).**

Figura 12 mostra que os dois métodos apresentam resultados semelhantes, não há necessidade de proteção contra o frio (A3). No método nebuloso, a ocorrência desse indicador aumenta à medida que se aproxima dos meses de inverno. Culminado exatamente nos meses mais frios, junho e julho, e descendendo conforme se aproximam do verão.

## 5. IGUAPE



**Figura 13 – Indicador H1 (Iguape).**



**Figura 14 – Indicador H2 (Iguape).**

Figura 13 mostra que pelo MMT apenas os meses de verão apresentam a necessidade de movimentação do ar, porém no MMN em todos os meses do ano essa ação se faz necessária, diminuindo um pouco nos meses com temperaturas mais baixas. Isso se deve a alta umidade relativa, além da baixa amplitude térmica e da temperatura alta em boa parte do ano.

Figura 14 apresenta a possibilidade da movimentação do ar ser desejável (H2), nos meses de transição entre a estação de verão e a de inverno, e principalmente no inverno. Porém, apesar do método tradicional indicar que é desejável a movimentação do ar em oito meses ao ano, o método nebuloso indicado essa possibilidade apenas nos meses de temperaturas mais amenas, conforme a regra que define tal indicador.

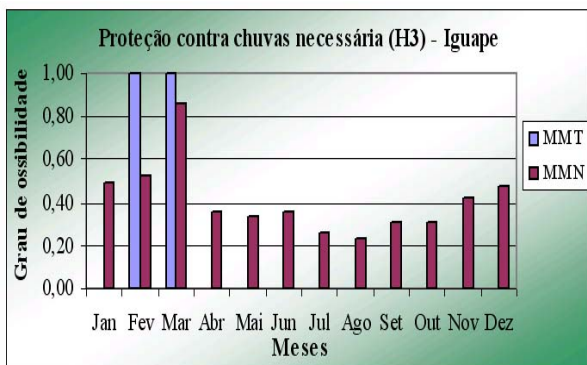
Quando comparadas Figuras 13 e 14, observa-se que no MMN fica mais nítida a dinâmica de transição dos meses de verão para os de inverno, inclusive indicando através do grau de possibilidade mensal o ‘ritmo’ do tempo em cada estação. Como a temperatura de Iguape é classificada como de média a alta, pode-se optar pelas estratégias oferecidas pelo o indicador H1, prevendo para os meses mais frios as do indicador H2.

Como o indicador H3, Figura 15, depende única e exclusivamente da quantidade de chuva, observa-se que para os dois métodos a conclusão é semelhante, ou seja, proteção contra chuvas necessária nos meses de fevereiro e março, com pluviosidade alta, acima de 200 mm. No entanto, ao observar-se esse indicador pelo MMN nota-se que o ritmo da ocorrência de H3 é maior nos meses de verão, quando há maior evaporação e conseqüente precipitação.

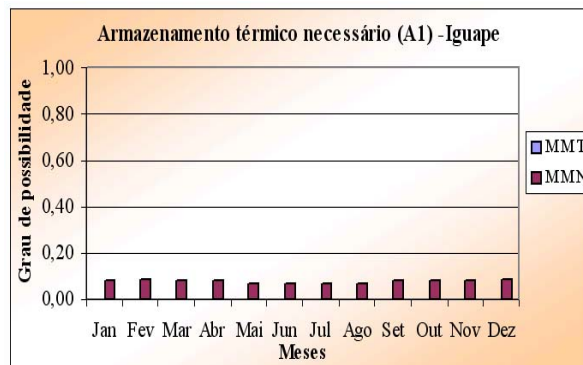
Na Figura 16, nota-se que armazenamento térmico não é necessário na cidade de Iguape, devido as baixas amplitudes térmicas e a alta umidade. Apesar de os dois métodos chegarem a mesma conclusão,

o MMN ressalta que a ocorrência desse indicador não é nula, mas apenas de valor insignificante, tornando-o desnecessário.

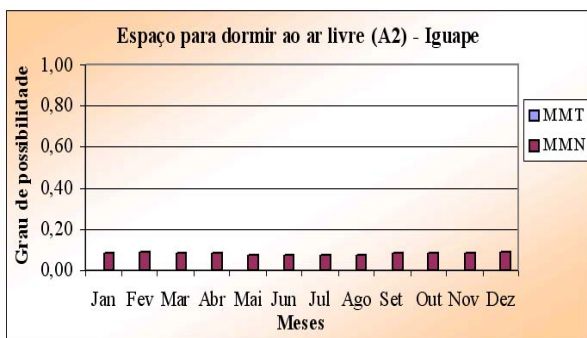
Da mesma forma, para o indicador A2, Figura 17, também não se faz necessário prever um local para se dormir ao ar livre. Pois, as noites são frescas o bastante para aliviar o ambiente, além da baixa amplitude térmica que colabora para a adaptação a temperaturas mais confortáveis durante a noite, tornando desnecessário o uso dessa estratégia.



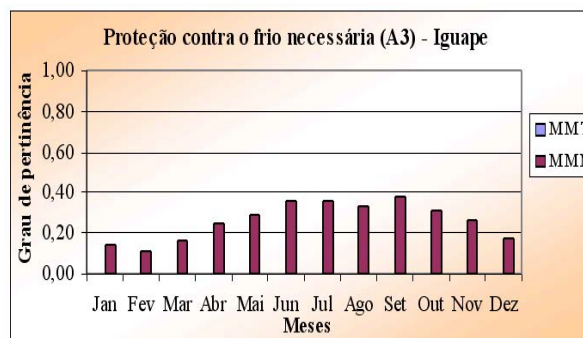
**Figura 15 – Indicador H3 (Iguape).**



**Figura 16 – Indicador A1 (Iguape)**



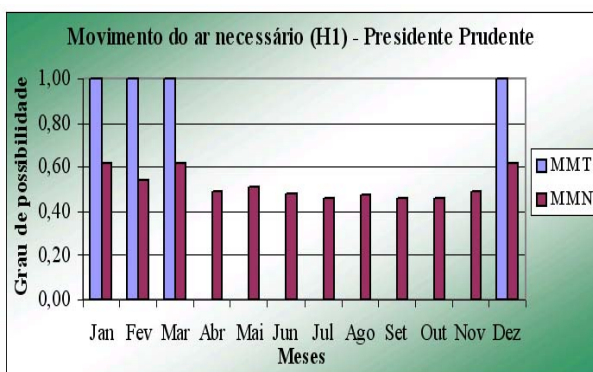
**Figura 17 – Indicador A1 (Iguape).**



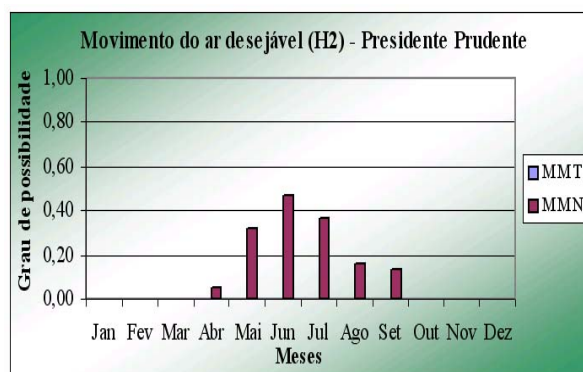
**Figura 18 – Indicador A3 (Iguape).**

Quanto ao indicador H3, Figura 18, observa-se que não há necessidade de proteção contra o frio, tanto por um método como para o outro. Porém, segundo o MMN, a ocorrência desse indicador aumenta, no quanto mais se aproximam os meses de inverno. Entretanto, tal como os indicadores A1 e A2, o grau de possibilidade do indicador A3 é relativamente baixo ao longo do ano, não sendo significativo o suficiente para ser considerado em projeto.

## 6. PRESIDENTE PRUDENTE



**Figura 19 – Indicador H1 (Pres. Prudente)**

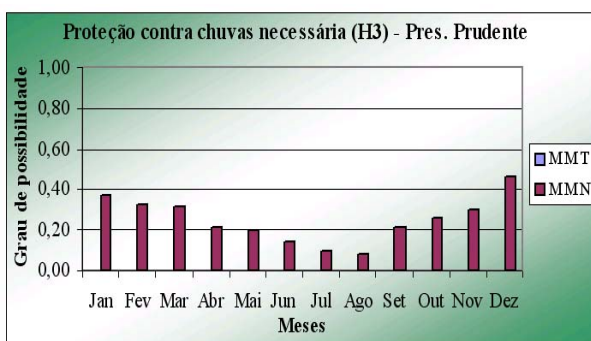


**Figura 20 – Indicador H2 (Pres. Prudente).**

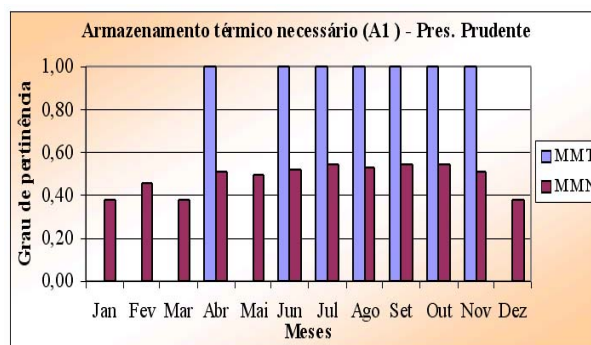
A Figura 19 mostra o quanto o movimento do ar é necessário através da análise pelo MMT e pelo MMN. Observa-se que os dois métodos coincidem em suas respostas quanto a maior necessidade de movimentação de ar nos meses de verão. No MMN, pode-se ainda observar que os meses de maio e novembro são caracterizados como meses de transição entre a estação úmida e a estação seca, além de se notar a variação do grau de possibilidade mensal desse indicador durante o ano.

Figura 20 mostra que ambos os métodos indicam que não é necessário considerar o indicador H2. Nos resultados do MMT, o grau de possibilidade apresentado ao mês é zero e no MMN a possibilidade da adoção da estratégia é baixa e pode ser descartada.

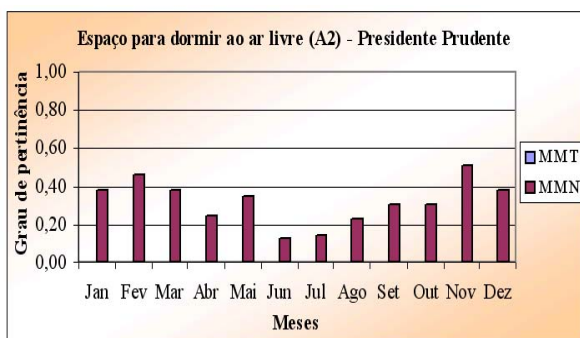
A Figura 21 mostra que não há necessidade de proteção contra chuvas para Presidente Prudente, pois possui um clima com um longo período de estiagem. Porém, no MMN, observa-se que à medida que se aproxima dos meses de verão a frequência desse indicador aumenta, constatando o aumento das chuvas de verão, as quais não atingem valores maiores que 200mm mensal que justifiquem a adoção dessa estratégia.



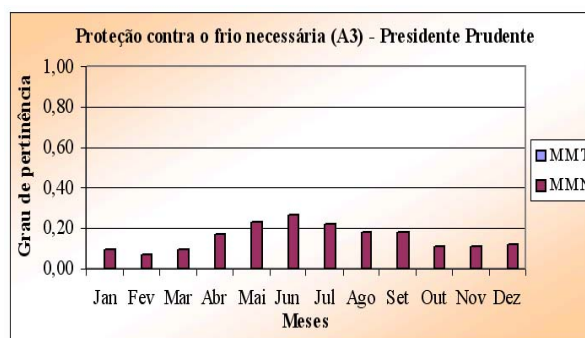
**Figura 21 – Indicador H3 (Pres. Prudente).**



**Figura 22 – Indicador A1 (Pres. Prudente).**



**Figura 23 – Indicador A2 (Pres. Prudente).**



**Figura 24 – Indicador A3 (Pres. Prudente).**

O indicador A1, Figura 22, expressa a necessidade de armazenamento térmico, que atinge, principalmente, os meses secos e de grande amplitude térmica, fazendo com que haja a necessidade da inércia térmica ser de média a alta. Quando comparadas as Figuras 19 e 22, verifica-se que os graus de possibilidade mensal desses indicadores são complementares, ou seja, Figura 19 representa mais o período úmido e Figura 22 o período de estiagem, tendo no mês de maio o intermediário entre uma estação e outra, com grau de possibilidade 0,50.

Na Figura 23, observa-se que, segundo o MMT não há necessidade de se prever lugar para dormir ao ar livre (A2). Contudo no MMN, alguns meses se mostram com grau de possibilidade entorno de 0,50, deixando os na fronteira entre ser necessário e desnecessário, ficando a critério do projetista o uso ou não dessa estratégia.

Com relação ao indicador H3 (Figura 24), verifica-se que não há necessidade de se prever proteção contra o frio, porém, no MMN o grau de possibilidade de ocorrência mensal desse indicador aumenta nos meses mais frios.



## 7. CONCLUSÕES

No trabalho anterior, foi realizada uma análise comparativa entre os resultados obtidos pelo Método Tradicional de Mahoney (MMT) e o Método de Mahoney Nebuloso (MMN) e constatou-se que existem diferenças significativas entre eles. Neste trabalho foi realizada uma investigação mais detalhada das diferenças entre os indicadores climáticos obtidos. Tendo em vista que o MMT não possui a flexibilidade de representar situações intermediárias entre a “ocorrência” ou “não” dos indicadores no mês (por possui uma configuração binária), os resultados mostram que o MMN relata com maior clareza e riqueza de detalhes as características climáticas das cidades estudadas nesse trabalho, possibilitando chegar a descrições climáticas mais próximas da realidade.

Como exemplo disso, tem-se para a cidade de Campos do Jordão, onde a taxa de umidade é alta. Nessa cidade, a grande ocorrência da necessidade de movimentação do ar ao ano é detectada pelo MMN, o que não acontece com o MMT. Com relação à movimentação do ar ser ‘desejável’, a distribuição obtida pelo MMN indica que no mês de fevereiro a movimentação do ar é mais ‘necessária’ que ‘desejável’, justificada pelas temperaturas mais altas nesse mês. Esse comportamento não foi detectado pelo MMT.

Na análise da cidade de Franca, destaca-se a distribuição do indicador H3, proteção contra chuva necessária, onde se observa uma falha na análise pelo MMT, que detecta a necessidade da medida, para os meses de janeiro e março, enquanto que o mês de fevereiro situado entre eles, é descartado, apresentando uma interrupção brusca. Ao se observar à distribuição obtida pelo MMN, verifica-se que o grau de possibilidade desse mês não é tão baixo assim, o que pode ser confirmado pela pluviosidade desse mês, cujo valor é muito próximo de 200 mm.

A cidade de Iguape, com relação à análise pelo MMN, apresenta uma distribuição semelhante a de Campos do Jordão, quanto ao indicador H1 (movimentação do ar necessária), refletindo a alta umidade presente nas duas cidades.

Na análise da cidade de Presidente Prudente pelo MMN, com relação ao indicador H1, observa-se que a distribuição do grau de possibilidade é ligeiramente mais alta nos meses de verão, estação mais úmida, que nos meses de estiagem. A variação suave do clima não é detectada pelo MMT, cujos resultados mostram uma divisão bem nítida entre a estação seca e a úmida.

No entanto, o destaque para a cidade de Presidente Prudente, está na análise no indicador A1 (armazenamento térmico necessário). Pelo MMT, observa-se que há uma interrupção na distribuição do grau de possibilidade de A1 no mês de maio, pois, nos meses de abril e junho essa medida é solicitada, enquanto que no mês de maio não. A distribuição obtida pelo MMN mostra que os graus de possibilidade dos meses de abril e junho têm valores muito próximos ao de maio. Tendo em vista a semelhança dos dados climáticos entre estes três meses, não existe motivo aparente para a mudança brusca detectada pelo MMT.

Essa análise permitiu visualizar claramente as falhas cometidas pelo MMT e o bom desempenho do MMN em detectar situações intermediárias, como na transição entre uma estação e outra. A retratação do clima de forma mais próxima da realidade se deve à consideração da parcela subjetiva da definição dos conceitos. Isso não é contabilizado quando se utilizam modelos determinísticos, pois por sua forma de análise binária e instável, termina por desprezar a parcela intermediária que fica perdida entre os saltos entre da “ocorrência” ou “não” mensal de um fenômeno natural que perdura meses seguidos, como as estações climáticas.

Em relação ao rigor térmico obtido pelo MMT, existe a tendência do resultado do MMN superestimar o valor do rigor térmico do dia (RTdia) para ‘quente’. Esse problema pode estar relacionado à definição dos conjuntos nebulosos ‘frio’, ‘confortável’ e ‘quente’ para o rigor térmico do dia (RTdia) e da noite (RTnoite). E a causa disso pode estar na modelagem dos conjuntos nebulosos de bem-estar BE1 a BE6, que no trabalho original de Harris (1999) foi feita de uma forma simplificada, juntando os limites diurnos e noturnos em um só conjunto nebuloso, usando os limites do MMT. Recomenda-se, portanto, um estudo posterior para aprimorar a modelagem destes conjuntos, sugere-se aqui que os limites diurnos e os noturnos formem conjuntos nebulosos independentes e que os conjuntos nebulosos RTdia e RTnoite sejam adaptados para uma “Zona de Conforto Adaptativo” condizente

com a realidade climática brasileira. Uma análise mais detalhada e explicada desse contexto pode ser encontrada em SENA (2004).

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

HARRIS, A. L. N. C.; CHENG, L. Y.; LABAKI, L. C. (2000) “Remodelagem dos Grupos Climáticos dos “Quadros de Mahoney” Utilizando a Teoria do Sistemas Nebulosos”. In: Anais do Seminário Internacional de Tecnologia & Desenvolvimento (NUTAU’2000), Agosto de 2000, São Paulo, SP.

MONTEIRO, C.A. de F. (1976) “O Clima e a Organização do Espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas”. São Paulo: IGEOG-USP, 27.

MONTEIRO, C.A. de F. (1973) “A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de Atlas”. São Paulo: FAPESP/IGEOG-USP.

NASCIMENTO, C. M. Do; GOMES, M. A. D. (1988) “Atlas Climatológico do Estado de São Paulo (1977-1986) “. Campinas: Fundação Cargill.

SENA, C. B.;CHENG, L. Y.; HARRIS, A. L. N. C. (2003a) “Análise Climática das Regiões do Estado de São Paulo – Estudo Comparativo entre o Método do Mahoney Tradicional e o Remodelado através da Teoria dos Sistemas Nebulosos – Parte I”. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Curitiba. Anais Eletrônico. Curitiba: ANTAC, 2003. p. 225-232. 1 CD-ROM.

SENA, C. B.;CHENG, L. Y.; HARRIS, A. L. N. C. (2003b) “Análise Climática das Regiões do Estado de São Paulo – Estudo Comparativo entre o Método do Mahoney Tradicional e o Remodelado através da Teoria dos Sistemas Nebulosos – Parte II”. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Curitiba. Anais Eletrônico. Curitiba: ANTAC, 2003. p. 233-240. 1 CD-ROM.

SENA, C.B. (2004) “Análise Comparativa entre o Método de Mahoney Tradicional e o Método de Mahoney Nebuloso para Caracterização do Clima no Projeto Arquitetônico”. São Paulo: (Dissertação de Mestrado), p. 136.

SETZER, J. (1966) “Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo”. São Paulo: Ed. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai em colaboração com as centrais elétricas de SP (CESP). p. 35-39

TARIFA, J. R. e AZEVEDO, T. R. (2001) “Os Climas da Cidade de São Paulo: Teoria e Prática”. São Paulo: GEOUSP – Coleção Novos Caminhos - 4, 12p.