

Trabalho Final - INF-0612

Karla Fátima Calvoso Simões, Oscar dos Santos Esgalha Neto,

Renan Afonso Rossi, Weld Lucas Cunha

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Introdução

Este trabalho é composto por uma série de análises dos dados climatológicos da cidade de Campinas, disponíveis em <https://www.ic.unicamp.br/~zanoni/cepagri/cepagri.csv> [1]. Essas análises visam exercitar os aprendizados obtidos na disciplina INF-0612 (Análise de Dados). As análises são enumeradas a seguir:

1. Análise da temperatura ao longo das estações do ano
2. Influência de Temperatura, umidade do ar e velocidade do vento na sensação térmica
3. Modelo preditivo de sensação térmica
4. Impacto da Umidade Relativa na Saúde
5. Análise dos ventos em comparação a escala de Beaufort

Análise 1: Temperaturas x Estações climáticas

Analisando as temperaturas durante as estações climáticas entre os anos 2015 e 2019, observa-se que temos uma certa regularidade nas temperaturas durante as estações ano a ano. No outono e inverno temos temperaturas mínimas variando entre 5°C e 11°C e máximas acima de 30°C, chegando até mesmo a mais de 36°C. Já no verão temos temperaturas com menor amplitude, porém, altas e com muita chuva.

As temperaturas mínimas durante outono/inverno são geralmente acompanhadas de maior umidade, caracterizando provavelmente a passagem de uma frente fria, já que no geral a temperatura média é bem amena variando entre 19°C e 22°C. Essas temperaturas ocorrem geralmente durante a noite e a madrugada e no decorrer do dia vão aumentando. Para exemplificar essa situação, analisamos os dias 12/06/2016 (outono), 18/07/2016, 11/07/2018 e 07/07/2019 (inverno). Porém, nessas mesmas estações temos temperaturas máximas elevadas e com baixa umidade do ar. Observa-se a ocorrência dessas temperaturas no início do outono e já no final do inverno e durante o decorrer do dia, provavelmente proporcionada por clima seco e sol bastante forte, porém sem elevação da sensação térmica.

Tomamos como exemplo os dias 09 e 10/04/2016, 23/03/2018 (outono), 18/09/2016 e 21/09/2019 (inverno). Percebemos que as temperaturas entre outono e inverno são bem parecidas, onde temos poucos dias com temperatura menor, caracterizando um inverno curto e no geral de temperatura média amena, embora com dias quentes e noites bem mais frias, caracterizando uma estação com uma amplitude térmica bem grande.

No ano de 2016, observamos a menor mínima da primavera entre os 5 anos e também a maior diferença de temperatura mínima entre as estações primavera e verão, 6.7°C. Já nos outros anos essa diferença é um pouco menor entre 3 ou 4 graus. Geralmente observamos que as temperaturas menores tanto na primavera quanto no verão ocorrem bem cedo ou mesmo na madrugada e na maioria dos casos com umidade relativa do ar maior, sendo que no decorrer do dia vão aumentando gradativamente. Pegamos como exemplo dessa variação os dias

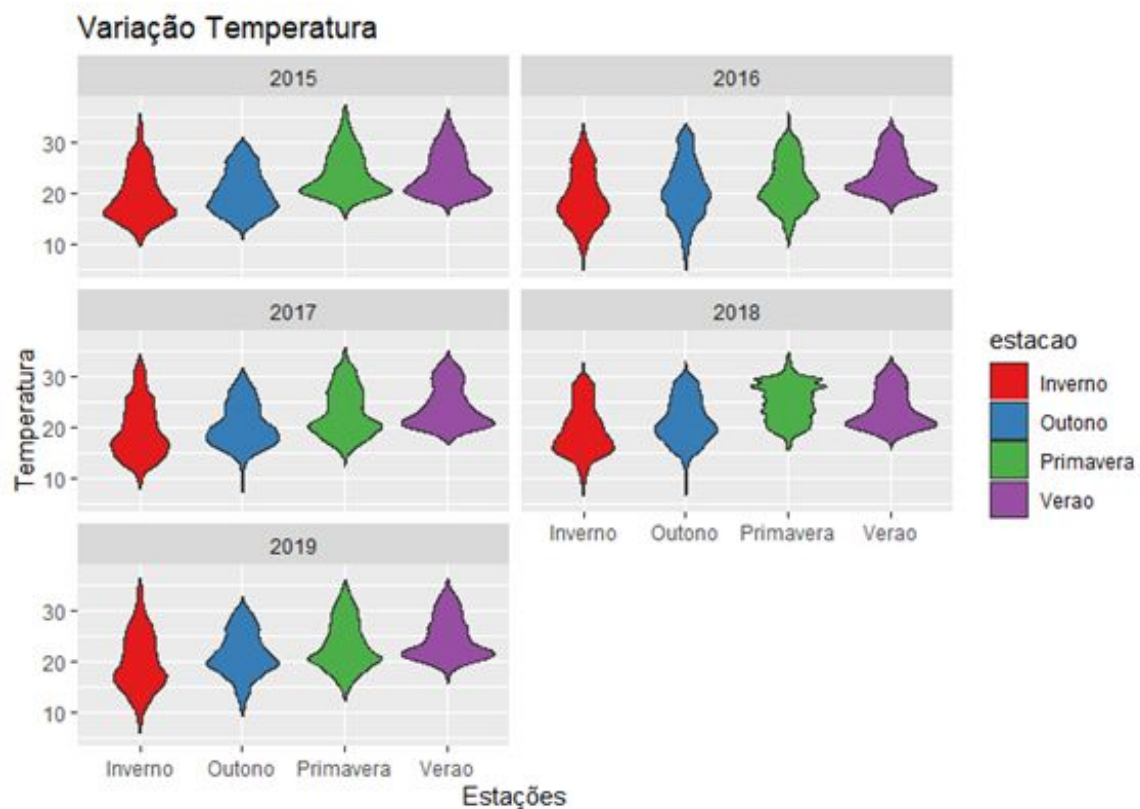
21/09/2016(1º dia primavera), 14/11/2017 e 27/09/2019(primavera) e 22/01/2016, 20/03/2017 e 07/02/2019(verão).

Comparando as temperaturas máximas entre as 2 estações também não vemos muitas variações, porém, nos dias de verão com temperaturas mais altas podemos concluir que essas temperaturas são mais constantes, permanecendo o dia inteiro quente, caso um pouco diferente da primavera, onde temos madrugadas mais frias. Podemos perceber inclusive que as temperaturas máximas nas primaveras de 2015, 2016 e 2017 são um pouco mais altas que as máximas dos verões dos mesmos anos, porém, como foi dito anteriormente, temos uma variação maior ao longo do dia na primavera. Verificamos também, que os dias de máxima geralmente são mais secos, embora não seja a essa predominância principalmente no verão.

Para exemplificar essa interpretação verificamos os dias 19/10/2016, 12/10/2017 e 13/10/2019 e 03/02/2016, 19/02/2017 e 02/02/2019(verão). Podemos concluir, portanto, que as estações são caracterizadas por inverno curto e seco, com temperaturas elevadas durante o dia, caindo durante a noite e madrugada ou por ocasião de alguma frente fria e posterior massa polar, poucas vezes ficando abaixo dos 2 dígitos, tendo uma média de temperatura perto dos 20°C e uma amplitude térmica maior. Já as estações outono e primavera, que são de transição, também apresentam dias quentes e oscilações de temperatura maiores que o verão. Já o verão, tem uma temperatura mais constante e elevada e é predominantemente mais chuvoso. Exemplos que embasaram as conclusões citadas acima:

Dia e Horário	Temperatura [°C]	Umidade [%]	Sensação Térmica [°C]
12/06/2016 06:40:00	5.1°C	98.4	-0.1°C
18/07/2016 04:00:00	5.2°C	88.1	-0.3°C
11/07/2018 04:30:00	6.8°C	82.2	2.7°C
07/07/2019 04:40:00	6.1°C	88.4	1.9°C
09/04/2016 14:50:00	33.8°C	36.3	31.6°C
10/04/2016 14:30:00	33.8°C	35.2	31.6°C
18/09/2016 14:40:00	33.6°C	34.2	26.5°C
23/03/2018 16:00:00	33.1°C	39.8	31.1°C
2019-09-12 15:00:00	36.4°C	23.8	33.5°C
21/09/2016 06:00:00	9.3°C	91.7	4.0°C
22/01/2016 05:10:00	16.0°C	88.1	14.4°C
14/11/2017 05:30:00	12.5°C	63.6	10.0°C

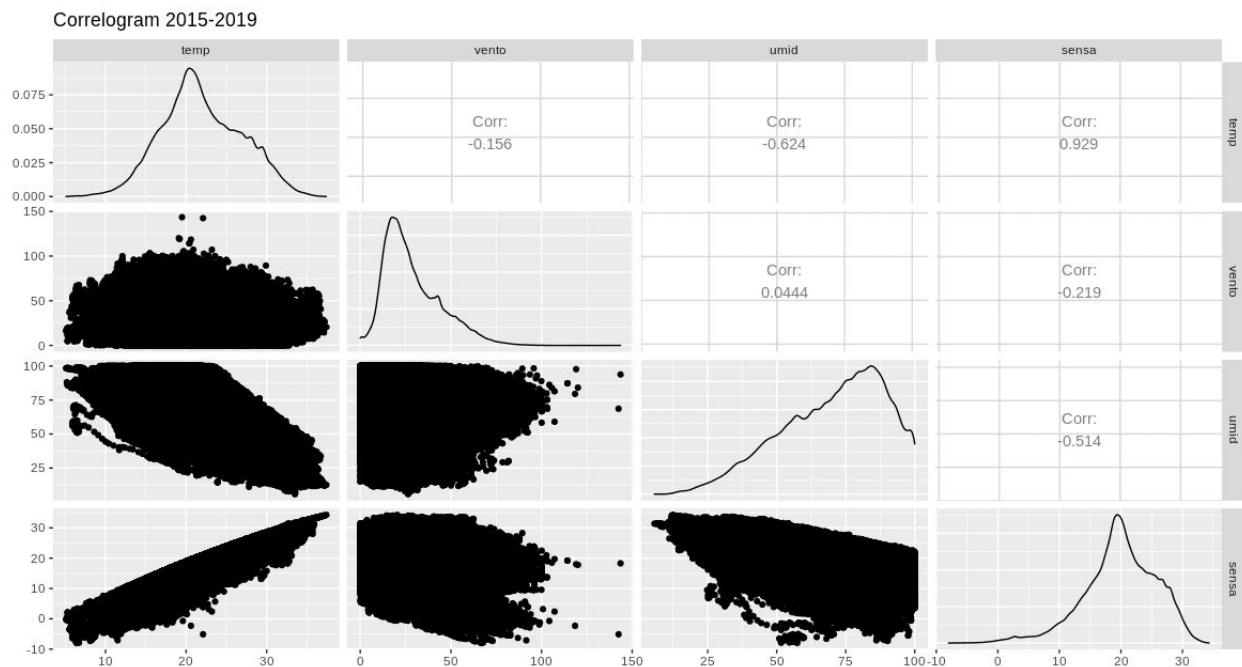
20/03/2017 23:40:00	16.8°C	74.2	15.2°C
27/09/2019 06:10:00	12.6°C	92.8	10.4°C
07/02/2019 06:30:00	15.8°C	95.0	15.2°C
19/10/2016 17:10:00	36°C	37	33.2°C
03/02/2016 16:30:00	35.1°C	34.9	32.6°C
12/10/2017 17:00:00	35.5°C	21.7	32.9°C
19/02/2017 16:30:00	35.1°C	39.6	32.6°C
13/10/2019 16:20:00	36.0°C	28.1	33.2°C



Análise 2: Influência de Temperatura, umidade do ar e velocidade do vento na sensação térmica

Nesta seção, serão analisadas as relações existentes entre as principais grandezas de interesse nessa base de dados: temperatura, vento, umidade e sensação térmica, dando

ênfase na influências das outras grandezas no valor da sensação térmica. Abaixo, mostramos um correlograma, de todos os dados do período em análise (2015 a 2019):



1. Correlação entre as variáveis

A correlação entre a temperatura, vento e umidade com a sensação térmica são respectivamente: 0.93, -0.22 e -0.51 (aprox.). Dois fatores são extremamente importantes aqui: A alta correlação entre temperatura e sensação térmica (o que faz bastante sentido), e a correlação negativa entre vento e umidade com a sensação térmica (o aumento do vento ou da umidade está geralmente associado à uma diminuição da sensação térmica). Nota-se também que há uma correlação relativamente alta entre a umidade e sensação térmica, por outro lado, a correlação entre o vento e a sensação térmica é bem mais baixa, indicando que um aumento de umidade teria mais influência na sensação térmica do que um aumento no vento. Neste caso, podemos dizer que há uma relação de causalidade entre as variáveis temperatura, vento e umidade na sensação térmica.

Os outros valores de correlação são importantes, porém não há mais uma relação de causalidade neste caso, uma vez que essas variáveis são independentes. Os valores de correlação da umidade com a temperatura e o vento são respectivamente: -0.6 e 0.05 (aprox.). Chama a atenção aqui a correlação negativa entre umidade e temperatura, ou seja, um aumento da umidade está relacionada a uma diminuição da temperatura, provavelmente devido à ocorrência de chuvas. Entre a umidade e o vento observamos uma correlação muito baixa, próxima de zero, indicando que pode haver vento tanto em baixa umidade quanto em alta umidade e vice-versa.

Nos resta analisar a correlação entre vento e temperatura: -0.16 (aprox.). Essas duas grandezas apresentam baixa correlação, indicando a ocorrência de ventos tanto em baixas

quanto altas temperaturas e vice-versa, sem apresentar uma correlação relevante para esta análise.

2. Densidade da distribuição

São apresentadas também a densidade de distribuição das variáveis. Observa-se que a os gráficos de sensação térmica e temperatura são bastante semelhantes, porém, o gráfico de sensação térmica apresenta uma ligeira defasagem, em direção a valores mais baixos, em geral. Observa-se que a maior parte dos valores de sensação térmica se encontram entre 10 e 30 graus, enquanto os de temperatura estão entre 15 e 35 graus (aproximadamente).

O gráfico de densidade do vento mostra que a velocidade do vento se encontra em sua maior parte, entre 0 e 50 km/h, porém há casos de valores que chegam até mais de 100 km/h. Com relação à umidade, a maior parte dos eventos encontra-se acima de 30% de umidade relativa do ar, porém, há casos de valores abaixo deste valor, chegando a valores próximos de zero em algumas situações.

3. Espalhamento bidimensional

Os gráficos de espalhamento (scatter plots) mostra a relação de cada par de variáveis. Os três gráficos da última linha, que mostram o espalhamento das medições de temperatura, vento e umidade em relação à sensação térmica, confirmam os valores obtidos de correlação para estas variáveis. No caso da temperatura e sensação térmica, observa-se uma tendência de crescimento conjunta das duas variáveis quase linear. No caso do vento e da umidade essa tendência é menos visível, apesar de ainda observável, porém há uma tendência de decaimento da sensação térmica com o aumento dos valores de velocidade do vento e umidade relativa do ar. Observa-se uma maior dispersão dos valores em relação a uma relação linear.

Análise 3: Modelo preditivo de sensação térmica

Nesta seção, é apresentado uma proposta de modelo preditivo da sensação térmica, tendo como entradas os valores de temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar. O modelo foi construído de maneira bastante simples, partindo dos seguintes princípios.

- As três variáveis disponíveis serão utilizadas no cálculo da predição da sensação térmica. À cada variável será atribuído um peso, dado pelo valor absoluto da correlação entre essa variável e a sensação térmica
- Além do peso, haverá um fator multiplicativo para cada variável, que será ajustado na fase de treinamento do modelo, este valor serve para possibilitar um melhor ajuste entre o modelo e os dados. Os fatores multiplicativos das variáveis, temperatura, vento e umidade são representados pelas letras gregas alfa, beta e gama, respectivamente.
- Será dada uma condição inicial, e dessa condição serão geradas mutações, variando um único fator por vez. A cada geração, a mutação de melhor performance será escolhida como a condição inicial da próxima geração.

- O erro é calculado como o erro médio absoluto (EMA) entre os valores de sensação térmica medidos e os estimados. É considerada como melhor performance, aquela versão dos fatores que proporciona o menor valor de EMA.
- A condição inicial adotada foi $\alpha=1$, $\beta=0$ e $\gamma=0$. Devido ao alto valor de correlação com a temperatura, essa condição inicial se mostrou um bom valor inicial.

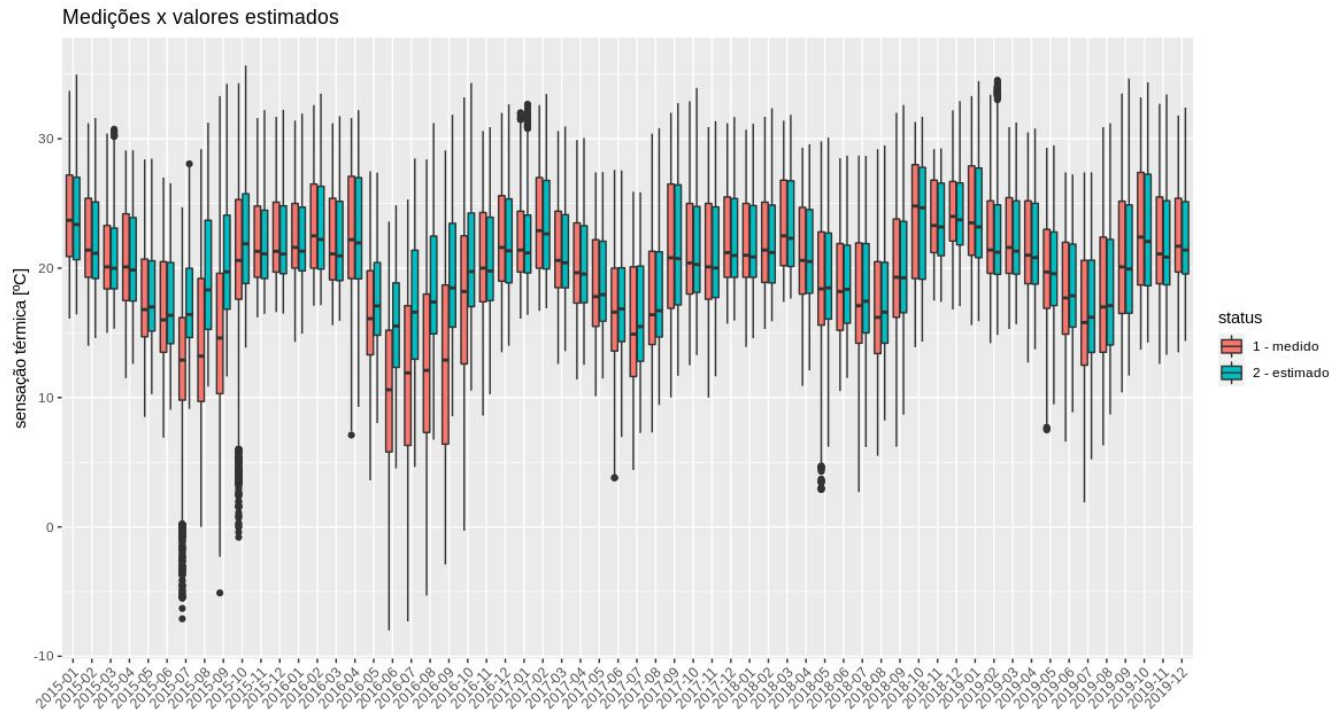
Assim a equação do nosso modelo é dada por:

$$S = (0.9 \times t \times \alpha) + (0.2 \times v \times \beta) + (0.5 \times u \times \gamma)$$

Com relação ao processo de treinamento, 70% dos dados foram usados na fase de treinamento e 30% dos dados, foram usados na fase de teste. A seguir, mostramos o processo de treinamento do modelo durante 100 épocas:

```
[1] "Performing the training:"
[1] "Epoch: 1 Error: 1.6891964683305"
[1] "Epoch: 2 Error: 1.48306886269091"
[1] "Epoch: 3 Error: 1.47906994225659"
...
[1] "Epoch: 98 Error: 1.32384291810455"
[1] "Epoch: 99 Error: 1.32384291810455"
[1] "Epoch: 100 Error: 1.32256291471328"
[1] "Optimal parameters:"
[1] "alpha: 1.06344566885382"
[1] "beta: -0.0463893651613034"
[1] "gamma: -0.00321625152137131"
[1] "Test error: 0.320547171439646"
```

O desempenho do modelo preditivo é ilustrado no gráfico abaixo:



Pode-se observar que este modelo, apesar de simples, conseguiu descrever bem os dados. Algumas observações devem ser feitas:

- O modelo apresentou seus piores resultados nos meses de inverno dos dois primeiros anos (2015 e 2016). Provavelmente os pesos obtidos se ajustam melhor nos meses de calor, afinal, temos mais meses quentes do que frios no nosso país.
- Além disso, outras variáveis que podem influenciar na sensação térmica, como altitude ou pressão atmosférica por exemplo, estão sendo negligenciadas em nossa análise.
- Assumiu-se uma relação linear entre os parâmetros, o que pode não ser verdadeira, um outro modelo melhor estudado e considerando as relações corretas entre as variáveis certamente apresentaria um resultado ainda melhor.

Análise 4: Impacto da Umidade Relativa na Saúde

Em 1991 o Cepagri/Unicamp recebeu da Comissão Municipal da Defesa Civil de Campinas um telegrama com indicações de níveis de possíveis danos causados à saúde humana pela baixa umidade relativa do ar. A partir desse ano, o Cepagri resolveu adotar e divulgar essa escala empírica de Umidade como padrão de recomendação dos cuidados a serem tomados com a saúde e das ações da Defesa Civil.

Segundo o artigo que estava disponível no site da Cepagri [\[2\]](#), a umidade relativa do ar é mais baixa principalmente no final do Inverno e início da Primavera, durante a tarde, entre 12 e 16 horas. O artigo lista também alguns sintomas que podem aparecer nas pessoas de acordo com baixos níveis de umidade.

A Cepagri criou uma classificação com faixas de umidade relativa, cada faixa tem um nome para o estado e recomendações de segurança que devem ser tomadas para que as pessoas não apresentem sintomas gerados pela baixa Umidade.

A escala psicrométrica UNICAMP para indicação de níveis de umidade relativa do ar prejudiciais à saúde humana:

- Entre 20 e 30% - Estado de Atenção
- Entre 12 e 20% - Estado de Alerta
- Abaixo de 12% - Estado de Emergência

Na análise do artigo, foi gerado uma tabela com a quantidade de ocorrências desses estados nos meses mais críticos: Agosto e Setembro. Essa é a tabela com o resultado final disponibilizada pelo artigo:

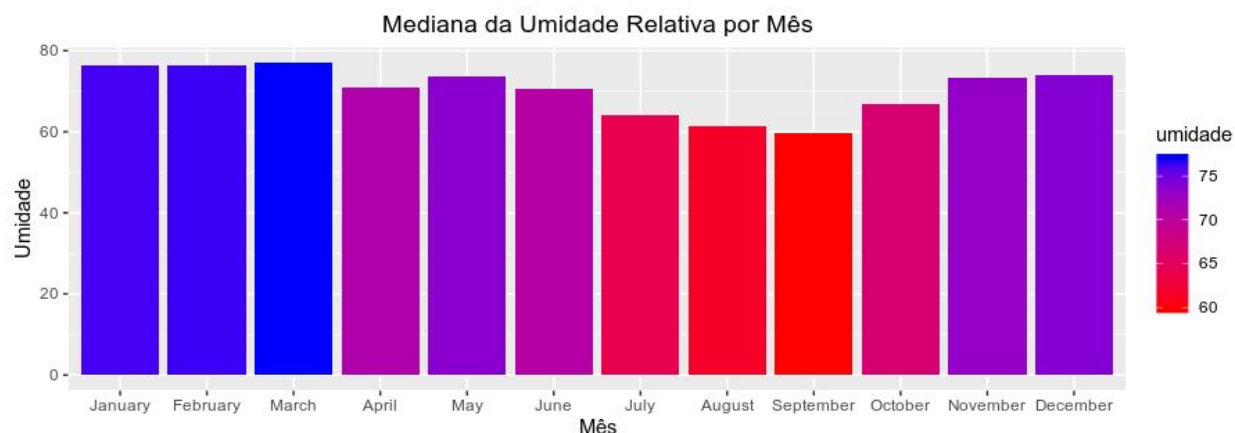
1997 - 2008	Agosto			Setembro		
Estado	Emergência	Alerta	Atenção	Emergência	Alerta	Atenção
Variação %	0 a 12	13 a 20	21 a 30	0 a 12	13 a 20	21 a 30
Total Ocorrências	0	19	111	2	25	54
% ocorrência/mês	0	1,7	10,1	0,3	2,3	4,9

Aqui vamos fazer a mesma análise, usando dados dos anos mais recentes para fazer um comparativo entre as ocorrências do passado (entre 1997 e 2008) e as ocorrências nos últimos anos (entre 2015 e 2019).

Para não interferir muito no resultado, serão removidos alguns *outliers* detectados em 2019. Ao longo do ano de 2019, no período da manhã, o sensor de umidade da Cepagri marcava 0 como umidade relativa durante algum tempo, no entanto em horários ao redor dessa faixa de 0 a umidade estava em níveis, regulares: isso indica falha na medição.

Para não interferir na contagem do Estado de Emergência (umidade relativa abaixo de 12%), as medições com umidade relativa 0% nas manhãs de 2019 foram descartadas.

Para começar, geramos um gráfico com a mediana da umidade relativa de cada mês considerando os dados dos últimos anos (2015 a 2019) para verificar se os meses de Agosto e Setembro ainda são os mais críticos. Com o gráfico é possível notar que os meses mais críticos do passado são os mesmos de hoje:



No artigo analisado, não há um detalhamento do que foi feito para considerar um dia em um determinado estado. Então a análise contida aqui seguiu os seguintes critérios para chegar numa tabela com as mesmas informações e tentar fazer uma comparação razoável:

- Foram analisados apenas os meses de Agosto e Setembro
- Foram analisados somente os horários com mais risco (entre 10 e 17 horas)

As medições usadas (feitas a cada 10 minutos) foram agrupadas de duas formas. Para cada uma dessas formas vamos mostrar uma tabela e o método utilizado para classificação do dia.

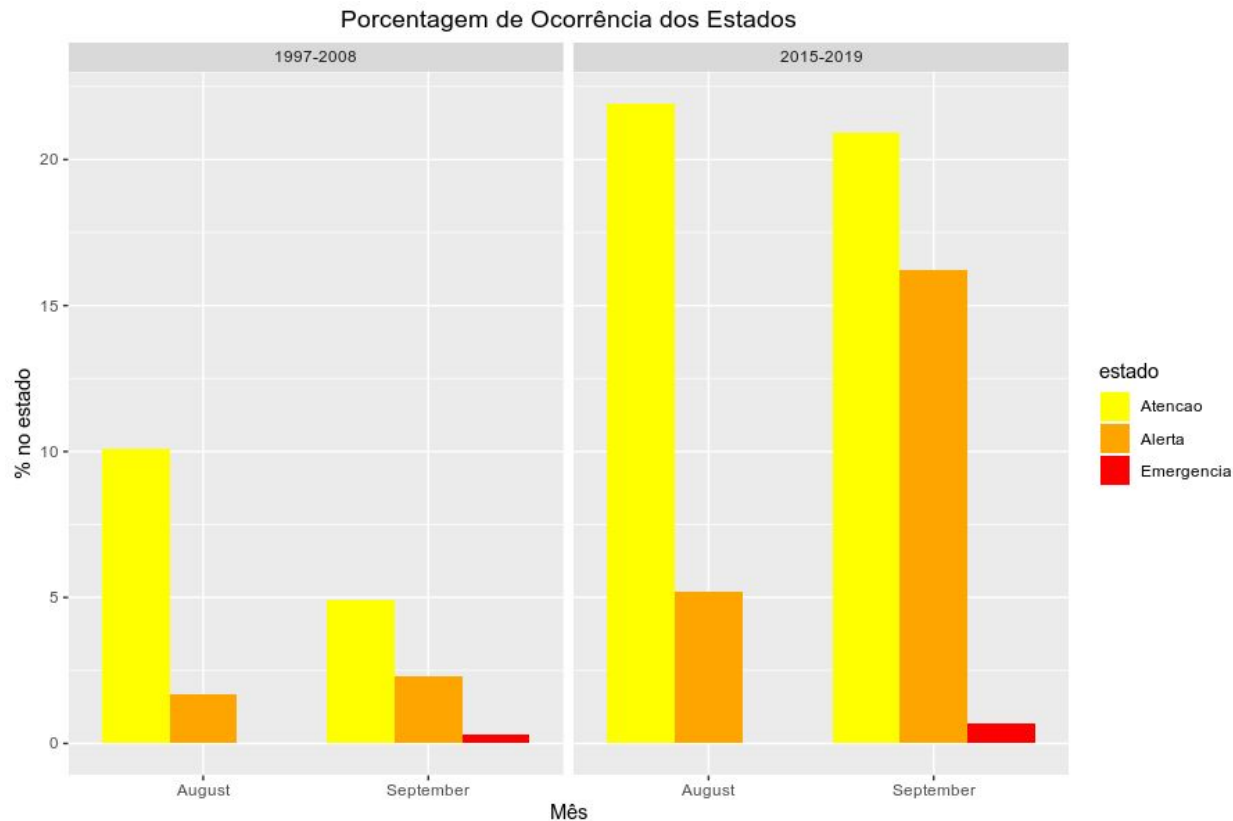
No primeiro método o dia é etiquetado com o pior estado que ele alcançou. Exemplo: se um dia entrou na faixa considerado estado de emergência por apenas 10 minutos, esse dia já será considerado estado de emergência. Usando esse critério chegamos na seguinte tabela:

2015 - 2019	Agosto			Setembro		
Estado	Emergência	Alerta	Atenção	Emergência	Alerta	Atenção
Variação %	0 a 12	13 a 20	21 a 30	0 a 12	13 a 20	21 a 30
Total Ocorrências	1	17	38	5	28	28
% ocorrência/mês	0,6	11	24,5	3,4	18,9	18,9

No segundo método é levado em consideração o terceiro quartil entre os estados possíveis no período de risco, ou seja, o dia ficou naquele estado ou pior em pelo menos 25% do tempo analisado. Com este critério, temos essa tabela:

2015 - 2019	Agosto			Setembro		
Estado	Emergência	Alerta	Atenção	Emergência	Alerta	Atenção
Variação %	0 a 12	13 a 20	21 a 30	0 a 12	13 a 20	21 a 30
Total Ocorrências	0	8	34	1	24	31
% ocorrência/mês	0	5,2	21,9	0,7	16,2	20,9

Colocando as porcentagens obtidas com os dados dos últimos anos (considerando o segundo método de classificação) ao lado das porcentagens obtidas pela Cepagri em 1997-2008 poderia se dizer que houve um aumento significativo nas porcentagens de ocorrência de estados críticos para a saúde:



No entanto, como a metodologia usada para gerar os dados da tabela original não é conhecida e os dados também não, não é possível fazer uma comparação muito assertiva. Para afirmar que a unidade relativa de Campinas apresenta mais risco à saúde nos últimos anos mais recentes seria necessário aplicar a mesma metodologia nos dados mais recentes ou criar uma nova metodologia (como fizemos aqui) e aplicar nos dois conjuntos de dados.

Análise 5: Análise dos ventos em comparação a escala de Beaufort

Nesta seção analisaremos especificamente a velocidade dos ventos na cidade de Campinas no período entre 2015 e 2019. As medições foram realizadas pelo CEPAGRI (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura) e disponibilizadas para a geração deste documento.

A partir da primeira análise dos dados foi possível avaliar que a velocidade dos ventos neste período apresentaram uma medições entre 0km/h a 143.60km/h. Buscando avaliar que essas extremidades não consistiam em um erro de medição, analisamos os dados de medições de horários próximos aos que apresentavam esses valores, e nenhum sinal que caracteriza um problema de medição foi identificado. Posteriormente, por meio de pesquisas em noticiários, foi possível verificar que a velocidade de 143.60km/h apresentada para um vento na região de campinas pode ser considerada uma medição correta [3].

Após breve processamento para remoção de dados inconsistentes, realizamos uma análise exploratória calculando a média, mediana, e desvio padrão para cada mês em cada ano, também para cada ano individualmente, e para mês individualmente somando todos os anos. A seguir apresentamos uma das tabelas geradas nesta análise:

Média mensal das medições do vento em cada ano (Em Km/h)

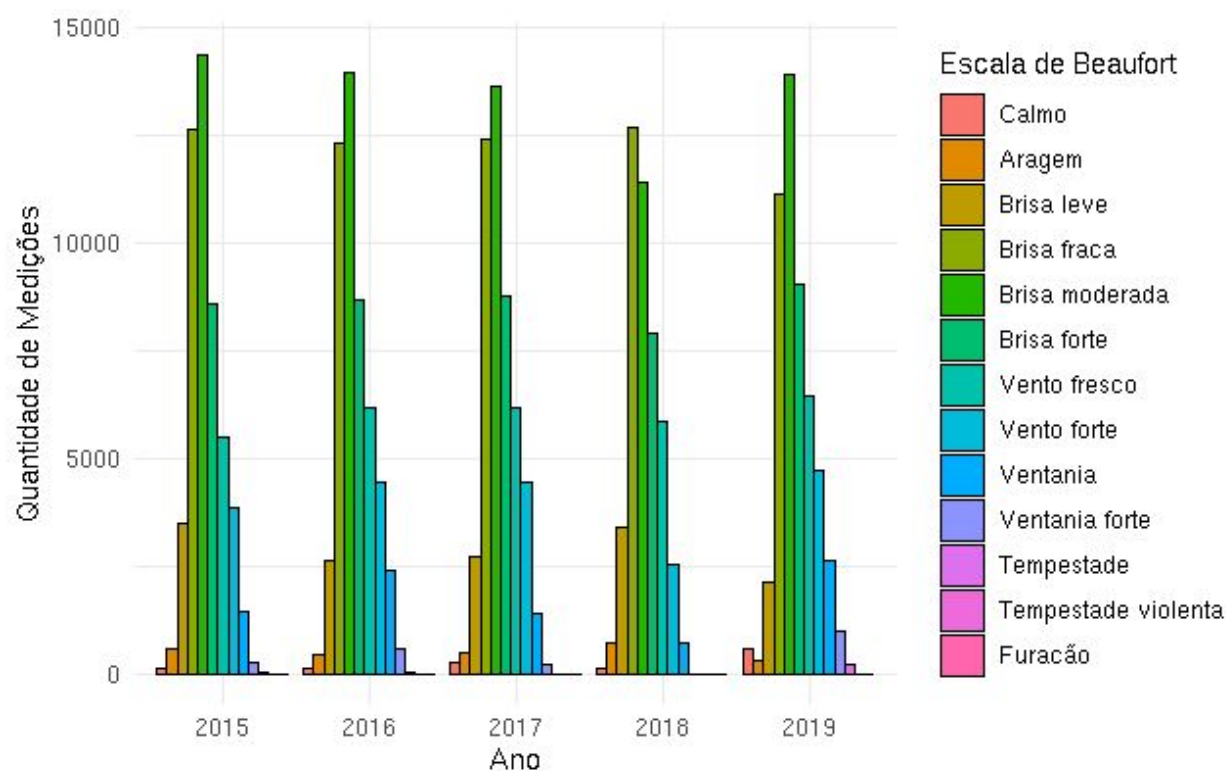
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2015	26.23	24.42	23.82	32.03	26.68	29.51	24.75	26.46	31.1	36.23	26.54	23.98
2016	31.98	23.56	25.87	24.55	29.12	26.59	27.97	31.66	36.13	35.86	33.89	29.11
2017	22.57	24.38	30.26	32.14	26.33	25.61	29.35	33.6	30.49	30.72	31.04	25.25
2018	23.62	26.69	22.05	25.19	25.78	23.02	22.76	29.12	28.37	28.36	36.33	30.75
2019	26.66	27.63	28.93	28.17	25.07	25.93	28.52	40.26	39.27	37.05	35.67	30.29

A partir desses cálculos foi possível analisar que o mês que apresentou médias de velocidade mais altas foi outubro, e o de menores médias foi fevereiro. O Ano que apresentaram as maior média foi 2019 e de menores médias foi 2018.

Buscando compreender melhor a distribuição dessas velocidades, iremos classificar as medições utilizando da escala de Beaufort. A Escala de Beaufort classifica a intensidade dos ventos, tendo em conta a sua velocidade e os efeitos resultantes das ventanias no mar e em terra [4]. Foi concebida pelo meteorologista anglo-irlandês Francis Beaufort no início do século XIX e na década de 1830 já era amplamente utilizada pela Marinha Real Britânica.

A escala consiste numa sequência de 13 graus de intensidade, onde 0 seriam os ventos mais calmos e 12 os ventos mais fortes, grau este considerado de um furacão. Em nossa análise realizamos a classificação de cada medição em comparação com a escala de Beaufort, associando o grau da escala a cada medição. Em seguida contabilizamos quantas medições

de determinado grau são apresentadas em cada ano. O resultado da análise pode ser observado a seguir:



É possível verificar pelo gráfico que Campinas apresenta maior ocorrência de ventos na categoria “Brisa moderada” e que apenas em 2018 foi apresentado “Brisa fraca” como principal grau de intensidade dos ventos, o que colaborou para reduzir a média de intensidade deste ano. A maior concentração está nas intensidades de grau médio, e os casos extremos apresentam poucas ocorrências, tendo a categoria “Furacão” aparecido em apenas 5 medições das mais de 250 mil analisadas.

Conclusões

Na primeira análise, caracterizamos as estações com base nos seus perfis de temperatura. Observamos que as estações são caracterizadas por inverno curto (poucos dias de frio intenso) e seco, podendo apresentar temperaturas elevadas durante o dia e frias durante a noite e madrugada. Observamos também que o inverno tem maior amplitude nos seus valores de temperatura, enquanto o verão, sua estação oposta, tem menor amplitude na variação dos valores de temperatura. O outono e primavera, por serem estações de transição, apresentam comportamento intermediário entre estas duas, sendo que o outono se assemelha mais ao inverno e a primavera ao verão.

Analisando a correlação entre as grandezas disponíveis, é possível notar que na cidade de Campinas a temperatura é a grandeza que mais influencia na sensação térmica, seguido de certa influência negativa da umidade e por último um pouco de influência negativa do vento.

A temperatura se encontra entre 15 e 35 graus na maior parte do tempo, a umidade relativa geralmente está acima dos 30%, mas sua influência não é tão forte quanto a temperatura ou vento na sensação térmica. O vento, por sua vez, é moderado na maior parte do tempo (entre 0 e 50km/h), portanto a sensação térmica geralmente se encontra levemente abaixo da temperatura com valores entre 10 e 30 graus.

O teste de um modelo preditivo da sensação térmica a partir das outras grandezas (temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) dando mais peso para a temperatura, que é a grandeza com maior correlação com a sensação térmica, se mostrou bem eficaz para a maioria dos casos. A exceção ocorre nos invernos de 2015 e 2016. Como esse modelo usa um peso maior para a temperatura e as previsões incorretas nesses invernos apontavam sensações térmicas superiores às medidas na realidade, é possível imaginar (olhando apenas o gráfico da performance do modelo) que esses invernos tiveram umidade relativa alta e/ou ventos fortes. Algo que colabora para essa ideia pode ser encontrado na análise sobre os ventos de Campinas, que faz referência a uma reportagem sobre ventos com mais de 140km/h em 2015 na época que ocorreu uma das exceções do modelo.

Na análise 4, do impacto da umidade relativa do ar na saúde, embora não tenhamos certeza dos dados nem da metodologia utilizada para gerar os números com os quais estamos comparando, podemos concluir que embora mantida a proporção entre os níveis de risco a saúde, os valores praticamente dobraram o que nos leva a crer que esse aumento, somado ao aquecimento global, aumento dos níveis de poluição e consequente piora na qualidade do ar, proporcionam sim um maior risco à saúde da população.

Com a umidade relativa do ar menor que 30% temos maiores incidências de doenças como rinite e conjuntivite, por exemplo, pois os agentes causadores das alergias – como poeira, poluição e pelos de animais – ficam mais tempo suspensos no ar. Portanto, infelizmente, os índices só pioram e os riscos à saúde só aumentam.

Na análise 5, dos ventos em comparação a escala de Beaufort, concluímos que com base nas medições da velocidade do vento na cidade de Campinas, no decorrer desses 5 anos, temos uma predominância de ventos de grau mediano, variando entre brisa fraca e forte, e na sua maioria brisa moderada, proporcionando no geral um clima de sensação agradável, com raras ocorrências ventos mais fortes, categorizados como tempestades ou furacões.

Diria que temos o clima ideal para um campeonato de pipa porém nem tanto para uma regata de barco a vela.

Referências

- [1] Dataset - <https://www.ic.unicamp.br/~zanoni/cepagri/cepagri.csv>. Acesso em: 18 mar. 2020.
- [2] Site da Cepagri - <https://web.archive.org/web/20180310174226/http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saude-no-inverno.html>. Acesso em: 18 mar. 2020.
- [3] G1 Globo.com - <http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2015/09/temporal-tem-ventos-ate-1425-kmh-na-regiao-de-campinas-diz-cepagri.html>. Acesso em: 23 mar. 2020.
- [4] Wikipédia Escala de Beaufort - https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Beaufort. Acesso em: 20 mar. 2020.