

Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística

Gustavo De Paula Perl

***Apis mellifera L., a abelha do mel: um estudo sobre a
correlação entre temperatura e atividade de vôo nos
municípios de Concórdia – SC e Blumenau - SC***

*Trabalho de Conclusão do Curso Matemática
Aplicada e Computacional apresentado sob
orientação da profª. Drª. Isabel Alves do Santos,
IBUSP.*

SÃO PAULO
2018

AGRADECIMENTOS

A Dra. Cristiane Krug, da Embrapa de Manaus, por ceder os dados brutos de sua tese que foram compilados e analisados no presente trabalho.

RESUMO

Para se analisar estatisticamente a relação entre a temperatura e a abundância de abelhas da espécie *Apis mellifera* L. coletadas durante a execução de um inventário faunístico realizado em duas localidades no estado de Santa Catarina, foi criada uma base de dados de temperatura (°C) para cada dia de coleta.

Posteriormente foi feita uma filtragem de todos os possíveis outliers no número de coletas e os mesmos foram retirados da população a ser analisada. Com isso questionamos se há correlação entre a temperatura e a quantidade de abelhas amostradas.

Em Blumenau foi encontrada uma correlação entre estes dois parâmetros, já em Concórdia-SC não há correlação.

Este resultado pode ser explicado por diversos fatores como, por exemplo, a quantidade de coletas efetuadas em cada um dos municípios, plantas que florescem em determinadas épocas (sujeitas às determinadas condições ambientais, como temperaturas mínimas) e a hora na qual foi feita a coleta.

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO	5
2-OBJETIVO	6
3-METODOLOGIA	7
1-Temperatura	7
2-Análise Preliminar dos Dados	10
4-ANÁLISES	11
1-Blumenau	11
a-Meses do Ano	11
b-Temperatura	12
c-Faixa Horária	13
d-Correlação de Pearson	14
2-Concórdia	15
a-Meses do Ano	15
b-Temperatura	17
c-Faixa Horária	19
d-Correlação de Pearson	19
5-RESULTADOS	21
a-Meses do Ano	21
b-Temperatura	21
c-Faixa Horária	22
6-DISCUSSÃO	23
a-Meses do Ano	23
b-Temperatura	24
c-Faixa Horária	24
d-Correlação de Pearson	24
7-BIBLIOGRAFIA	26

INTRODUÇÃO

Apis mellifera L. é uma espécie de ampla distribuição que está presente em diversos países com as mais diversas (mas não extremas) condições climáticas (Ruttner 1988, Al-Ghamdi et al. 2013). No Brasil ela foi introduzida em 1839 para suprir a demanda de mel e cera em diversos apiários espalhados pelo país, conforme Câmara Setorial da Apicultura (2018).

As abelhas coletam recursos florais como o néctar e pólen que são essenciais para sua sobrevivência (Figura 1). Em decorrência da busca destes recursos acabam por transferir os grãos de pólen entre as flores co-específicas, realizando, portanto a polinização (Free 1993, Proctor et al. 1996). Para esta atividade dependem de condições climáticas favoráveis às condições de vôo, navegação e que favoreçam a termorregulação durante o mesmo.

De acordo com Puskadja (2007) em temperaturas muito elevadas (>30 °C) a atividade de forrageamento externo da *Apis mellifera* é reduzida quase a sua totalidade e, segundo Afik (2007) a melhor atividade de forrageamento externo ocorre entre 20°C e 32°C. Este mesmo intervalo de temperatura foi considerado de máxima eficiência para as operárias da espécie *Scaptotrigona postica*, uma espécie de abelha sem ferrão encontrada em toda a América Latina (Macieira 2004).

Este trabalho trata objetivamente de responder a seguinte questão: como a quantidade de abelhas (*Apis mellifera*) coletadas em um experimento é correlacionada com a temperatura, horário e mês do ano? Além disso, investiga se o padrão observado em outras pesquisas se aplica ao inventário faunístico realizado por Cristiane Krug em Santa Catarina (Krug 2010). Criando-se uma base de dados de temperatura para o período da pesquisa e utilizando métodos estatísticos é possível verificar o quanto a quantidade de abelhas coletadas é correlacionada com a temperatura e, conseqüentemente, com outros parâmetros como: horário da coleta, mês e estação do ano.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar, estatisticamente, se há correlação entre a quantidade de abelhas da espécie *Apis mellifera* coletadas e a temperatura estimada para cada coleta efetuada durante o período de um inventário faunístico. Ou seja, se houver um aumento da temperatura estimada para cada coleta o número de abelhas coletadas desta espécie será maior?



Figura 1 - Operária da espécie de abelha *Apis mellifera* coletando pólen em flor. Note o acúmulo deste recurso floral, o pólen, nas pernas traseiras – resultado de coletas anteriores. Fonte: Revista Galileu. Acesso em: 27 Nov. 2018. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,ERT340662-17770,00.htm>>.

METODOLOGIA

1. Temperatura

Para os dados coletados nas duas cidades (Blumenau e Concórdia) foram criadas bases de temperatura (°C) por dia e hora de coleta para verificar se há correlação entre a quantidade de abelhas coletadas e a temperatura estimada em cada coleta.

Para montar a base em questão foram utilizadas informações do Centro Nacional de Pesquisa Meteorológica – CNPM. O CNPM mantém estações meteorológicas espalhadas pelo território nacional; captando e armazenando as informações relativas à:

- Data
- Hora
- Temperatura mínima;
- Temperatura máxima;
- Temperatura Média;
- Precipitação
- Insolação;
- Evaporação de piche;
- Umidade relativa;
- Velocidade média do vento;

Foram utilizados os dados das estações meteorológicas nas cidades de Chapecó – SC (estação mais próxima para a base de dados que foi coletada na cidade de Concórdia – 84 km de distância aproximadamente) e Indaial – SC (estação mais próxima para a base de dados que foi coletada na cidade de Blumenau – 24 km de distância aproximadamente).

Os dados são disponibilizados apenas por dia, sendo que a informação de temperatura/hora não é disponibilizada, havendo a necessidade de se calcular uma aproximação da temperatura/hora.

Com as informações obtidas das bases das estações meteorológicas foram utilizados os dados de Temperatura Mínima e Temperatura Máxima para se estimar a temperatura média por hora da seguinte maneira:

1. Para o período de pesquisa em Blumenau (01/01/2008 – 31/12/2009) foi criada uma base de horas por dia, sendo que cada dia inicia às 06h00 e termina às 18h00 para fins experimentais. Foi escolhido para fins metodológicos o período compreendido entre 06h00 e 18h00 por teoricamente ser o horário aproximado do nascer e por do sol de um modo geral; também foram tomadas como premissas as seguintes afirmações:
 - I. À partir das 18h00 à 06h00 a temperatura é sempre mínima;
 - II. Às 12h00 (meio dia) ocorre a temperatura máxima;
 - III. À partir das 06:00 (06h00 = temperatura mínima pelo tópico I) a temperatura é incrementada pela equação $(T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})/6 + T_{\text{Hora_Anterior}}$ até o horário de 12h00, ou seja, à partir das 06h00 (temperatura mínima) a temperatura é incrementada em 1/6 da diferença entre a temperatura máxima e mínima naquele dia;
 - IV. À partir das 12h00 ocorre o processo inverso: 12h00 é a temperatura máxima e pretende-se voltar à temperatura mínima às 18h00, ou seja, precisa-se decrescer a temperatura máxima em 1/6 da diferença da temperatura máxima e mínima naquele dia;
 - V. As horas “espelho” (06h00/18h00, 07h00/17h00, 08h00/16h00, 09h00/15h00, 10h00/14h00, 11h00/13h00) têm temperaturas teoricamente iguais pelos itens (III) e (IV). Mas que, para fins de análise estatística não devem ser iguais, uma vez que são horas diferentes e no mundo real seria difícil ocorrer uma temperatura exatamente igual. Para corrigir este aspecto foi subtraído no período compreendido entre 12h00 e 18h00 o valor de 0,0083 (ou 0,05/6), valor este que é suficientemente pequeno para não alterar significativamente o valor da temperatura, mas importante o suficiente para gerar temperaturas analiticamente diferentes das temperaturas do período das 06h00 às 12h00.
 - VI. Ao final deste processo é obtida a temperatura estimada por hora a partir da temperatura máxima e mínima.

Para exemplificar os passos acima, tomemos o dia 01 de janeiro de 2008, para o qual foi criada a estimativa de temperatura para cada hora no período compreendido entre 06h00 e 18h00 (Tabela 1). A temperatura por hora fica da seguinte forma:

Tabela 1 - Estrutura De Criação Da Temperatura Estimada. Note que entre 06h e 12h é adicionado 1/6 da diferença entre a temperatura máxima (Tmáx) e mínima (Tmín) (fator K em vermelho), mais a temperatura anterior. Já entre 12h e 18h é subtraído da temperatura anterior o mesmo fator K e um pequeno valor.

DIA - HORA	Temperatura simulada (°C)		$K = ((T_{máx} - T_{mín})/6)$
01/01/2008 06:00	20,000	TEMPERATURA MÍNIMA	$T_{mín} = 20,000 \text{ °C}$
01/01/2008 07:00	21,733		$= K + 20$
01/01/2008 08:00	23,467		$= K + 21,733$
01/01/2008 09:00	25,200		$= K + 23,467$
01/01/2008 10:00	26,933		$= K + 25,200$
01/01/2008 11:00	28,667		$= K + 26,933$
01/01/2008 12:00	30,400	TEMPERATURA MÁXIMA	$T_{máx} = 30,400 \text{ °C}$
01/01/2008 13:00	28,675		$= 30,400 - K - (0,05/6)$
01/01/2008 14:00	26,950		$= 28,950 - K - (0,05/6)$
01/01/2008 15:00	25,225		$= 26,950 - K - (0,05/6)$
01/01/2008 16:00	23,500		$= 25,225 - K - (0,05/6)$
01/01/2008 17:00	21,775		$= 23,500 - K - (0,05/6)$
01/01/2008 18:00	20,050	TEMPERATURA MÍNIMA	$T_{mín} = 20,050 \text{ °C}$

Estes passos foram replicados para o município de Concórdia, mas mudando-se a base de dados de temperatura para a estação meteorológica de Chapecó.

Após esse procedimento obteve-se a temperatura aproximada para cada coleta cruzando-se a hora de cada coleta com a hora aproximada na base de temperatura criada a partir dos dados das estações meteorológicas utilizadas.

2. Análise Preliminar Dos Dados

Foi feita uma análise inicial dos dados para se verificar a presença de valores de coleta caracterizados como Outliers. Para isso foram utilizados os seguintes métodos:

I. Teste de Grubbs:

É desenvolvido para verificar a presença de valores extremos em observações amostrais. Valores extremos podem ser considerados como manifestações da variabilidade aleatória inerente aos dados, ou apenas um erro no cálculo durante o recolhimento dos dados e até mesmo uma anotação precipitada pelo operador.

Existem inúmeros critérios para testar valores extremos. Em todos eles, desenvolvemos o cálculo numérico amostral (estatística) e comparamos com um valor crítico baseado na teoria de amostras aleatórias, para decidirmos se existe ou não uma observação considerada valor extremo.

No teste de Grubbs, é utilizada a seguinte fórmula:

$$Z = \frac{|x_i - \bar{x}|}{s}$$

em que

- x_i : é uma observação da amostra x_1, x_2, \dots, x_n ;
- \bar{x} : é a média amostral;
- s : é o desvio padrão amostral.

Para a análise dos dados dos municípios de Chapecó e Blumenau foi utilizado um nível de significância de 0,001 (0,1%). O nível de significância significa que há um risco de 0,1% de se concluir que existe outlier quando não existe um outlier real.

No caso de Blumenau-SC foram encontrados 2 casos de Outliers com o Teste de Grubbs.

É importante ressaltar que todas as análises estatísticas foram feitas sem as coletas consideradas outliers.

ANÁLISES

1. Blumenau

I. Meses do Ano

A primeira etapa foi feita sobre a quantidade de coletas realizadas e a média de abelhas por coleta a cada hora, no intervalo mensal:

Tabela 2 – Número de indivíduos da espécie *Apis mellifera* e temperatura estimada em cada dia e hora de coleta.

Data	Nº ind.	Hora	Temp °C	Data	Nº ind.	Hora	Temp °C
30/03/2008	6	16:00	21,83	24/10/2009	6	10:35	24,97
30/03/2008	2	16:16	20,87	24/10/2009	12	11:30	26,18
30/03/2008	6	12:45	24,70	24/10/2009	6	13:10	26,19
31/03/2008	6	8:44	20,43	24/10/2009	6	12:30	27,40
31/03/2008	1	8:30	20,43	13/11/2009	2	9:15	26,20
31/03/2008	24	11:35	25,43	14/11/2009	6	9:30	26,45
31/03/2008	12	11:24	25,43	14/11/2009	12	15:00	28,22
21/06/2008	3	14:30	16,55	21/11/2009	1	10:30	21,97
21/06/2008	1	12:00	17,82	19/12/2009	10	7:30	22,47
22/06/2008	3	11:10	17,60	19/12/2009	6	9:45	25,80
22/06/2008	6	13:05	17,61	19/12/2009	1	10:00	25,80
22/06/2008	2	13:10	17,61	19/12/2009	30	14:40	27,48
22/06/2008	1	13:50	17,61	19/12/2009	24	14:30	27,48
22/06/2008	6	12:55	19,40	04/01/2010	2	11:10	29,75
17/08/2008	12	16:00	23,63	04/01/2010	1	11:50	29,75
17/08/2008	36	13:10	28,08	05/01/2010		14:20	28,92
17/08/2008	3	12:30	30,30	05/01/2010	2	13:20	30,56
09/11/2008	6	10:30	25,57	13/02/2010	30	17:30	24,34
09/11/2008	12	12:20	28,20	13/02/2010	2	10:30	28,80
09/11/2008	6	12:25	28,20	13/02/2010	12	14:10	28,82
08/03/2009	6	9:00	24,10	13/02/2010	6	11:30	30,30
08/03/2009	24	10:35	25,90	13/02/2010	3	11:00	28,80
08/03/2009	12	10:00	25,00	13/02/2010	24	13:20	30,31
16/03/2009	12	14:10	23,22	14/02/2010	2	8:15	26,97
16/03/2009	6	11:20	23,75	14/02/2010	3	9:50	28,75
03/05/2009	6	14:10	22,92	14/02/2010	24	15:10	28,78
03/05/2009	12	12:15	26,50	14/02/2010	12	15:30	28,78
10/05/2009	12	9:25	23,05	14/02/2010	3	10:15	30,53
10/05/2009	6	11:40	26,35	14/02/2010	42	11:40	32,32
22/10/2009	2	10:15	23,37	14/02/2010	12	11:35	32,32
22/10/2009	6	14:20	23,38	14/02/2010	12	12:30	34,10
24/10/2009	24	16:20	22,57	01/03/2010	24	10:15	26,27
24/10/2009	12	16:40	22,57	01/03/2010	12	10:20	26,27
24/10/2009	24	9:40	23,75	01/03/2010	2	11:30	27,98
24/10/2009	24	15:40	23,78	01/03/2010	24	12:30	29,70

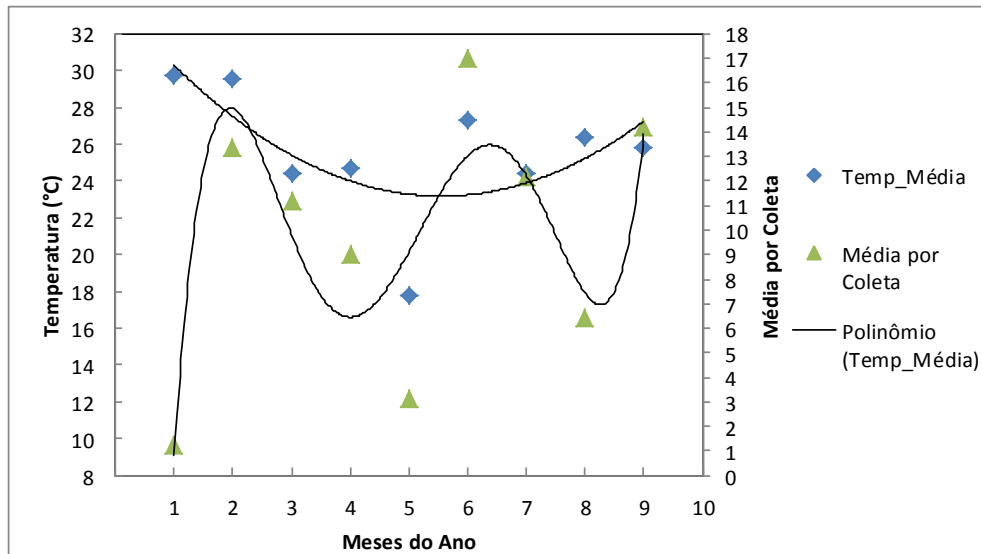


Figura 1 – Variação da média de indivíduos por coleta da espécie *Apis mellifera* e da temperatura estimada a cada mês do ano (aqui representados em forma numérica – 1=Jan, 2=Fev,... – sendo a última amostra coletada no mês de Setembro: 9-Set).

Observa-se que a quantidade média de abelhas coletadas tem uma tendência a diminuir ao longo das estações do ano – final do outono e início do inverno / final da primavera e início do verão.

II. Temperatura

A segunda etapa foi feita sobre a quantidade de abelhas de acordo com a temperatura estimada.

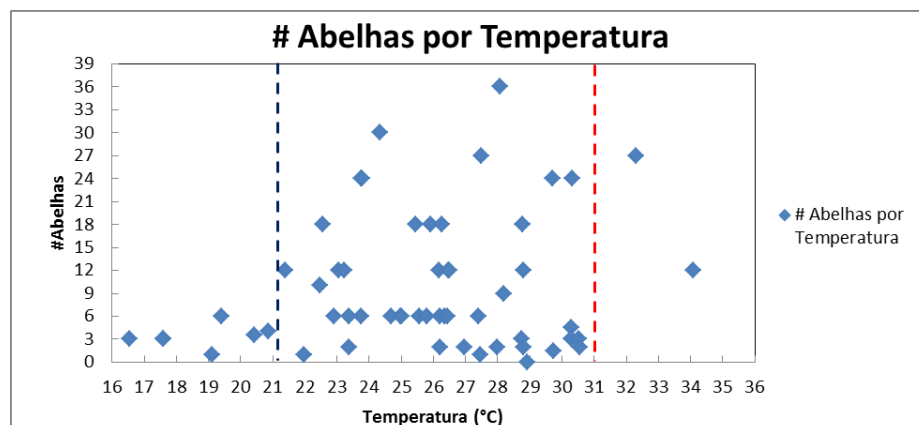


Figura 2 - Quantidade de abelhas da espécie *Apis mellifera* por temperatura (°C). Note o aumento evidente na quantidade de *Apis mellifera* a partir de 21°C e que se mantém até 31°C.

A primeira observação a ser feita sobre a distribuição da quantidade de abelhas de acordo com a temperatura estimada é a forte evidência de uma

temperatura mínima e máxima, que no caso é 21°C e 31°C respectivamente. Temperaturas inferiores a 21°C não apresentam quantidades significativas de abelhas, ou seja, há diminuição da atividade em temperaturas inferiores a 21°C.

Para temperaturas superiores a 31°C há uma queda abrupta na quantidade de abelhas coletadas, sendo que ao contrário da faixa inferior (<21°C) que apresenta um nível mínimo de abelhas (~#3) a faixa superior a 31°C os eventos de amostragem se tornam raros, indicando que a atividade das abelhas é afetada em temperaturas elevadas.

Para temperaturas entre 21°C e 31°C há forte concentração na quantidade de abelhas amostradas, indicando que provavelmente há uma faixa ótima para a execução das atividades de forrageamento como, por exemplo, a coleta de recursos florais.

III. Faixa Horária

A terceira etapa foi feita sobre a quantidade de coletas feitas e a média por coleta de acordo com a faixa horária (a cada hora) iniciando a contagem a partir das 07h00min e finalizando a contagem às 18h00min, totalizando 11 intervalos.

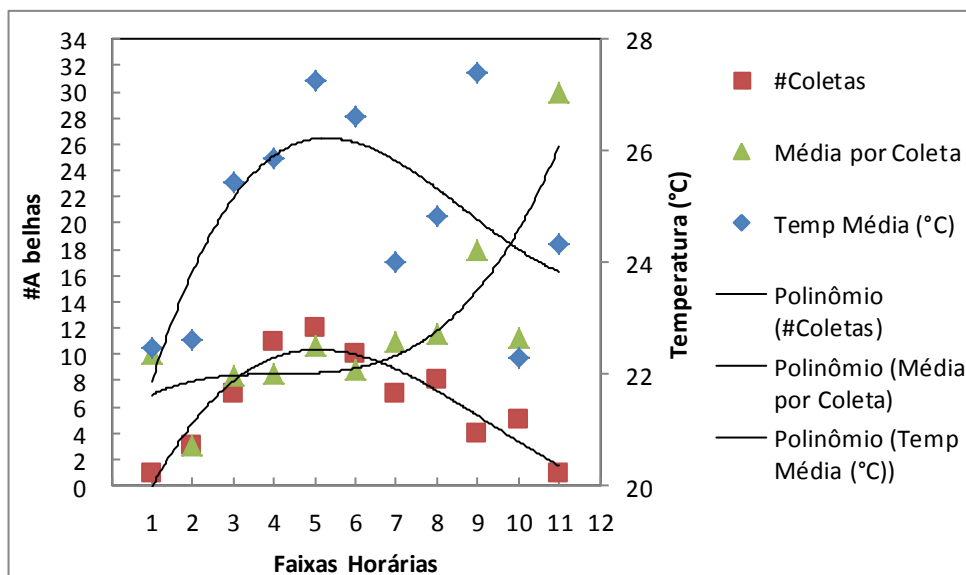


Figura 3 - Distribuição da quantidade média de abelhas por coleta da espécie *Apis mellifera*, número de coletas feitas e temperatura a cada faixa de hora (entre 06h e 17h – horário da última coleta). Parece haver uma maior eficácia nas coletas feitas após a 6ª faixa horária (após 12h00min).

É possível verificar que a temperatura média aumenta gradativamente com o decorrer das faixas horárias ao longo do dia, comprovando que a temperatura que foi criada com os dados das estações meteorológicas segue o padrão natural.

IV. Correlação de Pearson

Também é importante ressaltar que há uma correlação forte de **75,23%** entre a temperatura média a cada faixa de hora e a quantidade de abelhas. Isso significa que conforme a temperatura média aumenta são coletadas mais abelhas

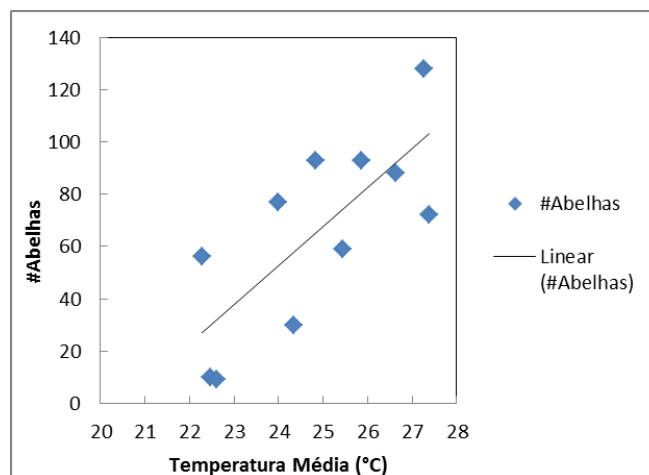


Figura 4 - Correlação de Pearson entre Temperatura Média (°C) e a Quantidade de Abelhas coletadas

Vale ressaltar que, como já observado no tópico 2 (Temperatura), há uma faixa de máxima eficiência que ocorre entre as temperaturas de 21°C e 31°C. Portanto a correlação deve continuar alta até a temperatura de 31°C.

2. Concórdia

I. Meses do Ano

A primeira etapa foi feita sobre a quantidade de coletas realizadas e a média de abelhas por coleta a cada hora, no intervalo mensal:

Tabela 3 - Número de indivíduos da espécie *Apis mellifera* e temperatura estimada em cada dia e hora de coleta.

Data	Nº ind.	Hora	Temp °C	Data	Nº ind.	Hora	Temp °C
10/01/2008	16	16:20	25,17	27/09/2008	12	9:30	17,15
10/01/2008	48	14:14	29,28	27/09/2008	6	9:00	17,15
10/01/2008	12	13:35	31,34	27/09/2008	2	15:55	17,18
10/01/2008	12	12:35	33,40	27/09/2008	1	15:20	17,18
10/01/2008	6	12:05	33,40	27/09/2008	6	10:00	19,27
11/01/2008	3	6:45	19,40	27/09/2008	12	14:16	19,28
11/01/2008	24	7:30	21,40	27/09/2008	2	14:15	19,28
11/01/2008	6	7:09	21,40	27/09/2008	12	11:15	21,38
11/01/2008	12	8:30	23,40	28/09/2008	12	8:50	16,30
11/01/2008	1	8:55	23,40	28/09/2008	6	8:00	16,30
11/01/2008	12	9:40	25,40	28/09/2008	6	8:20	16,30
11/01/2008	12	11:38	29,40	28/09/2008	3	8:10	16,30
11/01/2008	2	11:12	29,40	28/09/2008	24	9:30	18,40
16/02/2008	6	18:10	21,05	28/09/2008	24	9:45	18,40
16/02/2008	24	16:30	24,23	28/09/2008	1	9:15	18,40
16/02/2008	6	15:38	25,83	28/09/2008	12	10:00	20,50
16/02/2008	48	11:38	29,00	28/09/2008	6	10:30	20,50
16/02/2008	24	11:50	29,00	23/11/2008	12	10:30	25,07
16/02/2008	12	11:26	29,00	23/11/2008	24	14:40	25,08
16/02/2008	4	11:31	29,00	24/11/2008	12	8:00	20,83
16/02/2008	3	11:20	29,00	24/11/2008	12	8:10	20,83
16/02/2008	3	11:45	29,00	21/12/2008	12	15:00	26,78
16/02/2008	10	13:59	29,01	21/12/2008	6	13:25	31,13
16/02/2008	24	12:02	30,60	22/12/2008	48	10:00	29,60
05/03/2008	1	16:25	19,30	23/12/2008	6	7:30	23,90
05/03/2008	40	15:13	21,23	08/02/2009	12	14:10	28,62
05/03/2008	24	15:05	21,23	08/02/2009	6	14:30	28,62
05/03/2008	24	13:55	25,08	08/02/2009	24	13:00	30,56
06/03/2008	1	8:05	19,40	09/02/2009	24	11:50	28,28
06/03/2008	24	10:10	23,80	09/02/2009	12	12:00	29,50
06/03/2008	23	10:50	23,80	10/02/2009	12	7:15	23,05
06/03/2008	3	10:05	23,80	10/02/2009	2	10:45	28,00
06/03/2008	12	11:15	26,00	07/04/2009	20	17:20	19,29
06/03/2008	6	11:30	26,00	07/04/2009	24	10:45	25,40
11/05/2008	18	16:35	14,63	07/04/2009	12	10:00	25,40
11/05/2008	12	16:10	14,63	07/04/2009	6	12:30	29,50
11/05/2008	6	14:50	18,22	08/04/2009	6	7:00	19,95
12/05/2008	3	9:50	17,90	08/04/2009	12	16:00	21,93
12/05/2008	6	10:05	19,73	08/04/2009	12	15:00	23,88
12/05/2008	3	12:45	23,40	08/04/2009	24	14:20	25,82
13/05/2008	1	9:30	17,30	04/08/2009	3	17:00	8,89
13/05/2008	24	13:05	19,64	04/08/2009	12	15:18	14,78
13/07/2008	12	14:43	21,48	05/08/2009	2	16:20	20,47
13/07/2008	24	13:20	23,39	05/08/2009	12	11:20	26,33
13/07/2008	6	12:50	25,30	05/08/2009	2	11:45	26,33
14/07/2008	24	16:05	20,00	10/10/2009	12	16:30	17,60
14/07/2008	30	15:00	21,68	10/10/2009	12	11:30	24,12
14/07/2008	6	15:25	21,68	11/10/2009	1	7:10	17,22
14/07/2008	6	13:20	25,03	11/10/2009	12	11:00	26,08
15/07/2008	12	11:20	21,75	11/10/2009	24	13:30	26,09
26/09/2008	6	16:20	15,90	17/02/2010	12	7:15	22,45
26/09/2008	1	15:45	17,43	17/02/2010	12	8:10	23,90
26/09/2008	12	14:15	18,95	17/02/2010	12	10:50	24,23
27/09/2008	12	9:05	17,15	17/02/2010	48	11:35	29,00
				17/02/2010	12	11:05	29,00

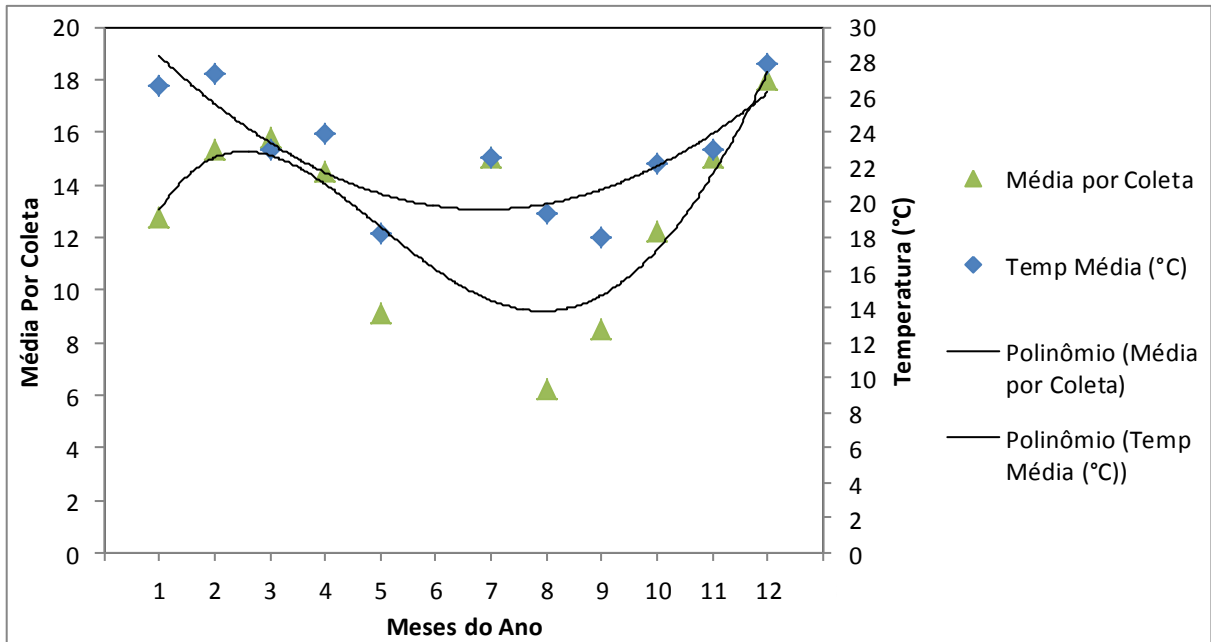


Figura 5 - Variação da média de indivíduos por coleta da espécie *Apis mellifera* e da temperatura estimada a cada mês do ano (aqui representados em forma numérica – 1=Jan, 2=Fev,... – sendo a última amostra coletada no mês de Dezembro: 12-Dez). Note que conforme a temperatura declina ao longo do ano há uma diminuição na quantidade média de abelhas.

Verifica-se que há uma relação clara entre a temperatura média ao longo dos meses do ano e a quantidade média de abelhas por coleta. Conforme a temperatura média diminui a quantidade de abelhas média por coleta diminui, evidenciando a diminuição da atividade externa.

II. Temperatura

A segunda etapa foi feita sobre a quantidade de abelhas de acordo com a temperatura estimada.

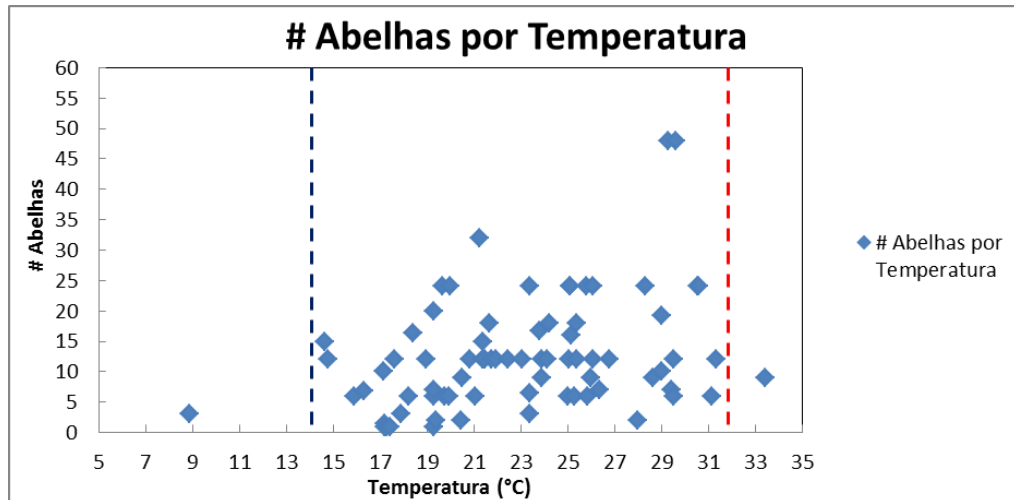


Figura 6 - Quantidade de abelhas da espécie *Apis mellifera* por temperatura (°C). Note o aumento evidente na quantidade de *Apis mellifera* à partir de 14°C (7°C menor do que o observado em Blumenau) e que se mantém até cerca de 32°C.

A primeira observação a ser feita sobre a distribuição da quantidade de abelhas de acordo com a temperatura estimada é a forte evidência de uma temperatura mínima e máxima, que no caso é próxima à 14°C e 32°C respectivamente. Temperaturas inferiores a 14°C praticamente não apresentam atividades externas de abelhas, ou seja, há diminuição da atividade em temperaturas inferiores à 14°C.

Para temperaturas superiores a 32°C há uma queda abrupta na quantidade de abelhas coletadas indicando que a atividade das abelhas é afetada em temperaturas elevadas.

Para temperaturas entre 14°C e 32°C há forte concentração na quantidade de abelhas amostradas, indicando que provavelmente há uma faixa ótima para a execução das atividades de forrageamento como, por exemplo, a coleta de recursos florais.

Mas em Concórdia essa faixa ótima tem um intervalo 8°C maior do que em Blumenau. Em Concórdia foram registradas espécies de plantas que florescem em temperaturas menores, o que talvez explique a diferença com Blumenau.

III. Faixa Horária

A terceira etapa foi feita sobre a quantidade de coletas feitas e a média por coleta de acordo com a faixa horária (a cada hora), iniciando a contagem a partir das 07h e finalizando a contagem às 18h, totalizando 11 faixas de hora.

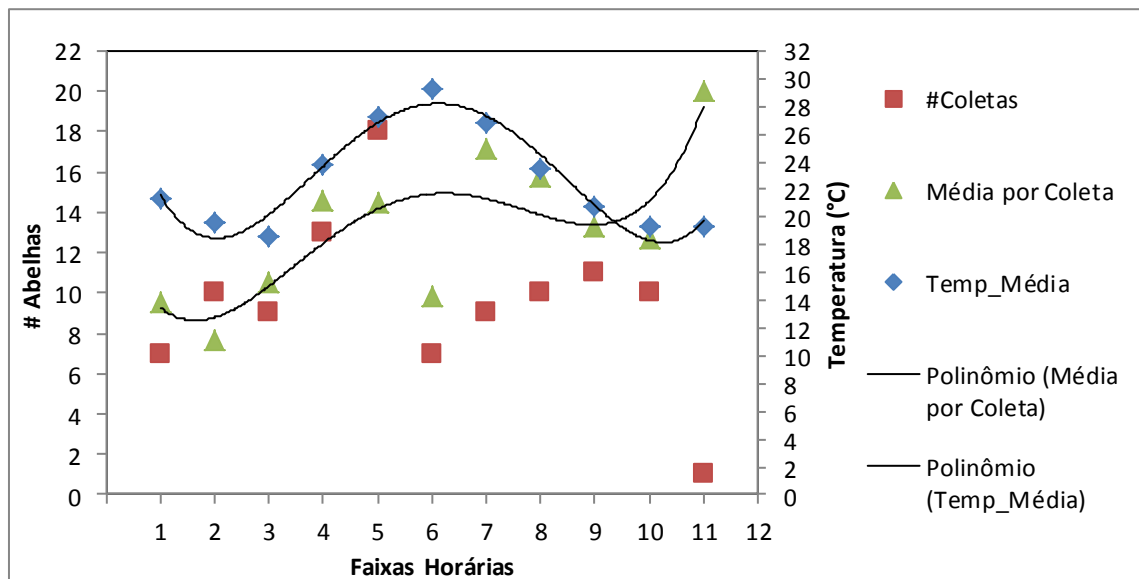


Figura 7 - Distribuição da quantidade média de abelhas por coleta da espécie *Apis mellifera*, número de coletas feitas e temperatura a cada faixa de hora (entre 06h e 17h – horário da última coleta). Parece haver uma maior eficácia nas coletas feitas após a 6ª faixa horária (após 12:00). Observe também como a quantidade média de abelhas aumenta conforme a temperatura média simulada aumenta.

É possível verificar que: a temperatura média durante o dia apresenta uma elevação típica ao meio dia (12:00).

Também é possível verificar que a média de abelhas por coleta aumenta de acordo com o incremento da temperatura ao longo das faixas horárias, indicando que a *Apis mellifera* deve sofrer influência com o decorrer das horas do dia e consequentemente com o aumento da temperatura média conforme se caminha ao meio do dia.

IV. Correlação

Há uma correlação fraca de 44,85% entre a temperatura média a cada faixa de hora e a quantidade de abelhas em cada faixa de hora.

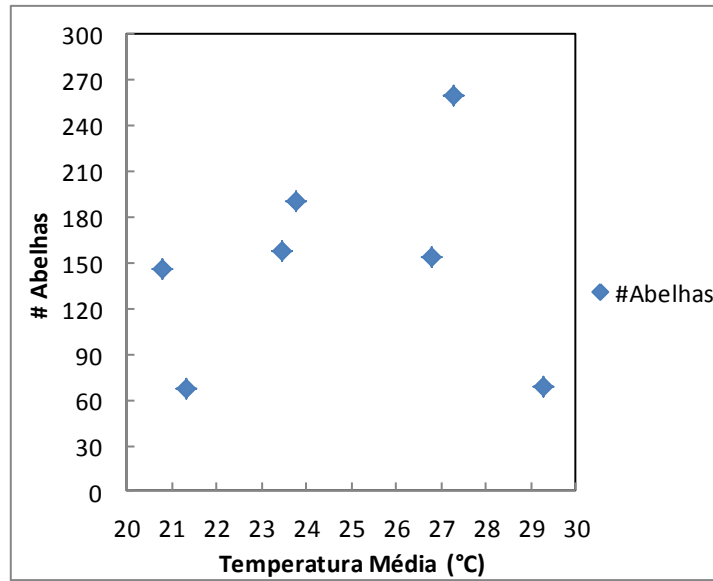


Figura 8 - Correlação de Pearson entre Temperatura Média (°C) e a Quantidade de Abelhas amostradas

Isso significa que, conforme a temperatura aumenta não há um aumento de mesma significância na quantidade de abelhas capturadas.

RESULTADOS

1. Meses do Ano

Verificando a análise I para Blumenau e Concórdia é possível diferenciar o comportamento das abelhas ao longo do ano de acordo com as estações.

Em Blumenau *Apis mellifera* diminui nos meses de Abril, Maio e Agosto (Figura 2). Em Concórdia *Apis mellifera* apresenta uma queda na quantidade de abelhas coletadas atingindo o menor ponto durante o inverno.

Já nos meses de Primavera e verão a *Apis mellifera* apresenta nos dois municípios (Blumenau e Concórdia) quantidades significativamente maiores de coleta.

2. Temperatura

Em Blumenau observa-se um intervalo pequeno de temperatura (10°C) no qual a *Apis mellifera* mantém sua atividade de forrageamento. Em Concórdia esse intervalo é superior (18°C) e a diferença se dá nas temperaturas mais baixas.

Em Concórdia as espécies de plantas abaixo florescem no inverno e não foram identificadas em Blumenau:

- *Mikania micranta*;
- *Casearia sylvestris*;
- *Baccharis cf. dentata*;
- *Calliandra foliolosa*;
- *Schinus terebentifolius*;

É importante observar que a espécie *Baccharis cf. dentata* e *Calliandra foliolosa* foram observadas apenas em coletas com baixas temperaturas (< 20,6 °C) corroborando a tese do tópico 2 de que em Concórdia há uma dependência menor da *Apis mellifera* com relação à plantas que florescem no inverno.

3. Faixa Horária

Na análise da quantidade de abelhas e temperatura pelas horas do dia, Concórdia se mostrou com uma distribuição da média de coleta variando de acordo com a temperatura ao longo do dia.

Pode-se observar que a média de abelhas por coleta é maior conforme a temperatura aumenta ao longo do dia.

DISCUSSÃO

1. Meses do Ano

Em Blumenau ocorre um decréscimo na quantidade de abelhas *Apis mellifera* coletadas nos meses de Abril, Maio e Agosto, o que pode ser explicado pela diminuição do número de espécies de plantas floridas em Blumenau nesta época, de acordo com as informações coletadas durante as coletas por Krug (2008). Para cada amostragem coleta feita foi registrado a planta na qual a abelha foi capturada, ou seja, nos meses acima, registrou-se uma quantidade menor de espécies.

Já em Concórdia *Apis mellifera* também apresentou um decréscimo no mesmo período, entretanto, não houve uma diminuição na quantidade de espécies de plantas que florescem no período do inverno ou em qualquer outro período como ocorreu em Blumenau.

Desta forma, parece que em Blumenau nos meses de Abril, Maio e Agosto *Apis mellifera* depende de poucas espécies de plantas, ao contrário do que ocorre em Concórdia.

Em Concórdia não há registros de quedas bruscas na quantidade de abelhas coletadas e o mês com menor registro (Junho) apresenta ainda assim uma quantidade maior de abelhas capturadas do que em Blumenau. Este resultado pode indicar que em Concórdia as espécies de plantas que florescem no inverno estão sustentando estas abelhas com recursos florais.

Durante os meses de verão foram verificadas quantidades significativas de coleta da abelha *Apis mellifera* nas duas localidades (Blumenau e Concórdia). Isto pode ser explicado em parte pelo aumento gradativo da umidade relativa do ar, com a chegada do período chuvoso, e das temperaturas, criando assim condições favoráveis para a *performance* das atividades externa de *Apis mellifera*. De acordo com Puskadja (2007) a máxima eficiência é após dias chuvosos, nos quais as taxas de umidade relativa do ar ficam acima de 65% e nos quais a temperatura média se encontra entre 20°C e 28°C. Dadas estas duas condições a taxa de atividade externa da *Apis mellifera* aumenta.

2. Temperatura

A espécie de planta mais abundante em Concórdia durante o inverno é a espécie *Mikania micranta*. De acordo com Day (2016), “suas sementes possuem um grande intervalo de tolerância de temperatura”, e podem germinar com 15°C, o que a favorece sua ocorrência nas baixas temperaturas observadas em Concórdia. Ainda segundo Day (2016) “o período de florescimento ocorre entre abril e outubro”, o que inclui os meses de inverno no sul do Brasil.

Também é interessante notar que, como afirma Puskadja (2007), há uma forte relação entre umidade do ar, temperatura e a atividade externa desempenhada por *Apis mellifera*. Em temperaturas muito elevadas (>30°C) e/ou taxas de umidade maiores que 75% a atividade externa da *Apis mellifera* é reduzida quase a sua totalidade. Entre 65% e 75% de umidade e entre 23°C e 27°C ocorre a faixa ótima de atividade externa para a *Apis mellifera*. Segundo Afik (2007) este intervalo é um pouco mais amplo, já que constatou a coleta de néctar entre 20°C e 36°C.

Outro fator interessante é que devido à termo-regulação de *Apis mellifera*, conforme mencionado em Kovac (1996), há um custo energético para manter a temperatura corporal em um nível ideal conforme a temperatura externa muda. Portanto um ambiente externo com temperatura mais baixa exigirá do organismo um gasto energético para aumentar a temperatura corporal ao patamar ideal de funcionamento. Isso pode ser uma das causas por que em baixas temperaturas diminui consideravelmente a atividade de *Apis mellifera*.

3. Faixa Horária

Com relação à quantidade de abelhas coletadas ao longo do dia verificamos que nas duas localidades, em Concórdia e em Blumenau, ocorreu um aumento gradual da média de abelhas acompanhando o aumento gradativo da temperatura ao longo do dia.

4. Correlação

De acordo com Puskadja (2007) existe uma correlação entre o número de abelhas ativas e o aumento da temperatura do ambiente. Comparando-se as duas

localidades, Blumenau e Concórdia, foi verificado que em Blumenau há uma correlação forte entre a temperatura e a quantidade de abelhas amostradas.

Vale ressaltar que em Blumenau a Estação Meteorológica utilizada para obter os dados de temperatura é muito próxima ao local das coletas (24 km), conferindo certamente maior precisão nos valores obtidos. Ou seja, a probabilidade de a pesquisadora ter vivenciado no campo a temperatura que a Estação meteorológica mediu são maiores.

Em Concórdia a estação meteorológica está a 84 km de distância, conferindo assim uma medida menos precisa dos valores utilizados de temperatura.

Em Concórdia a probabilidade de a pesquisadora ter vivenciado em campo a temperatura que a Estação meteorológica mediu são maiores. No entanto não é excluída a hipótese de outros fatores haverem causado a não correlação entre Temperatura e a média de *Apis mellifera* por cada faixa horária.

BIBLIOGRAFIA

ABOU-SHAARA, H. F. & ALGHAMDI, A. & MOHAMED, A. A. **Tolerance of two honey bee races to various temperature and relative humidity gradients.** Environmental and Experimental Biology, 10, 133-138, 2012.

AFIK, O. & SHAFIR, S. **Effect of Ambient Temperatur on Crop Loading in the Honey Bee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae).** Entomol Generalis, 29, 135-148, 2007.

ALATTAL, Y. & ALGHAMDI, A. **Impact of temperature extremes on survival of indigenous and exotic honey bee subspecies, *Apis mellifera*, under desert and semiarid climates.** Bulletin of Insectology, 68: 219-222, 2015.

Câmara Setorial da Apicultura. **Abelhas com ferrão – Abelha-Europeia (*Apis mellifera mellifera*).** 2018. Disponível em: <<http://apicultura.to.gov.br/?p=203>>, 2018. Acesso em: 19 nov. 2018.

DAY, M. D. et al. **Biology and Impacts of Pacific Islands Invasive Species. 13. *Mikania micrantha* Kunth (Asteraceae).** Pacific Science, 70: 257-285, 2016.

FREE, J. B. & SPENCER-BOOTH Y. **Observations On The Temperature Regulation And Food Consumption Of Honeybees (*Apis mellifera*).** Journal of Experimental Biology, 35, 930-937, 1958.

KRUG, C. & SANTOS, I. A. **Comunidade de abelhas (Hymenoptera - Apiformes) de duas áreas de importante interesse biológico e histórico em Santa Catarina.** Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, 2014.

KOVAC, H. et al. **Metabolism and upper thermal limits of *Apis mellifera carnica* and *A. m. ligustica*.** Apidologie, 45, 664-677, 2014.

KOVAC, H. & SCHMARANZER, S. **Thermoregulation of Honeybees (*Apis mellifera*) foraging in spring and summer at different plants.** Journal of Insect Physiology, 42, 1071-1076, 1996.

MACANAWAI, A. R. et al. **Seed biology of *Mikania micrantha* in Viti Levu, Fiji.** Weed Research, 58: 2018.

MACIEIRA, O. J. D. & PRONI, E. A. **Capacidade de resistência a altas e baixas temperaturas em operárias de *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera, Apidae) durante os períodos de verão e inverno.** Revista Brasileira de Zoologia, 21, 893-896, 2004.

PUSKADJA, D. et al. **Influence of weather conditions on honey bee visits (*Apis mellifera carnica*) during sunflower (*Helianthus annuus L.*) Blooming period.** Poljoprivreda, 13: 2007.

VERMA, L. R. & EDWARDS, D. K. **Metabolic Acclimatization to Temperature, and Temperature tolerance, in *Apis mellifera* and *Apis cerana indica* Kept in India.** Journal of Apicultural Research, 10: 105-108, 1971.