

Impactos no molhamento foliar em troca de bioma de Mata Atlântica por canavial

Jeová Ramos da Silva Junior ¹
Marcos Antonio Lima Moura ¹
Ismael Guidson Farias de Freitas ¹

¹ Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Instituto de Ciências Atmosféricas – ICAT
Avenida Lourival de Melo Mota, s/n – Tabuleiro dos Martins, Maceió – AL, Brasil, CEP
57072-900
{jeova.junior}@icat.ufal.br
malm@ccen.ufal.br
ismael.guidson@gmail.com

Abstract: Tropical forests are extremely important to the climate, since a local scale to a global. The replacement of native environment Atlantic Rainforest for crops impacts in various climatic aspects and alerts about the Hotspot's preservation needs. The leaf wetness (LW) increases water-soluble trace gases deposition on vegetation. In the other hand, it could drive fungal disease due to how long it goes. For these reasons, this article attends to investigate micrometeorological variables in two experimental sites, Atlantic Rainforest and Canebrake, that may lead to a shift in surface condensation's behavior, as describe the main differences on the features variables by this vegetation exchange. The study period (2013) is under neutral El Niño conditions, it drives the rainfall and wind velocity close to climatological standards. The behavior of LW in Atlantic Rainforest is similar to the Canebrake as the wind velocity and relative humidity thresholds, but only the Rn's threshold is different for both sites. There was more condensation time on Canebrake, possibly it happens due to the longest period of calm wind observed and rain interruption at the Forest.

Palavras-chave: Leaf Wetness, Atlantic RainForest, Sugarcane, Molhamento Foliar, Mata Atlântica, Cana-de-açúcar.

1. Introdução

A história da Mata Atlântica tem sido marcada por períodos de conexão com outras florestas sul-americanas (Tabarelli et al., 2005) que resultaram em intercâmbio biológico, seguido por períodos de isolamento que levaram à especiação geográfica (SILVA et al., 2004; TABARELLI et al., 2005), endemismo.

Devastada no decorrer dos séculos, estima-se que restam apenas 7,6% da área original, representando cerca de 290 mil quilômetros quadrados do território nacional (GUIMARÃES, 2013). Na Mata Atlântica as florestas primárias são raras e em sua maioria o que temos são florestas secundárias em diferentes estágios de regeneração (PROCHNOW, 2011; BATISTA, 2012). Por outro lado, a regeneração natural constitui um importante indicador de avaliação e monitoramento da restauração de ecossistemas degradados (RODRIGUES et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2013).

A Mata Atlântica passou por uma longa história de uso intensivo da terra para exportação de produtos, incluindo os ciclos de exploração do pau-brasil, da cana-de-açúcar, do café, do cacau e da pecuária, sendo a paisagem completamente modificada (GALDINO-LEAL & CÂMARA, 2005). Já na primeira fase do processo histórico da evolução da atividade canavieira associada aos primeiros sistemas de engenhos demandavam amplas áreas de matas para o fornecimento de lenha para as caldeiras (LIMA, 2006).

Para regiões com concentrações excepcionais de endemismo e alto grau de degradação, Myers (1988) criou o conceito de Hotspot. Posteriormente, Myers et al. (2000) listaram a

Mata Atlântica como o quarto hotspot mais importantes dentre vinte e cinco do mundo, além disso o Brasil também conta com o Cerrado na lista de Hotspot.

Os primeiros cinco quilômetros da atmosfera contêm aproximadamente 90% da massa total de vapor d'água. Este percentual representa apenas 0,001% da toda a massa de água existente no planeta Terra. Embora o vapor de água constitua somente 2% da massa total da atmosfera e 4% do volume total atmosférico, é o componente mais importante na determinação do tempo e do clima (AYOADE et al., 2002). A área caracteriza-se por sua formação densa, sempre verde, com clima quente e úmido, temperatura média anual em torno de 25 °C, umidade relativa do ar de 80% e índices pluviométricos de 1600 mm anuais em média, com grandes variações de ano para ano (LIMA & HECKENDORFF, 1985; ENDRES et al, 2005).

A formação do vapor d'água se deve ao aquecimento das superfícies cobertas por água e dos solos úmidos (evaporação) e das superfícies vegetadas (transpiração), devido à radiação solar (SILVA & SOUSA, 2008). Analogamente, para condensar o vapor d'água é preciso resfriar a massa de ar até que ela atinja a temperatura onde o vapor não consiga mais ficar contido (ponto de saturação); essa temperatura é chamada de Ponto de Orvalho.

O Orvalho é a condensação do vapor de água atmosférico sobre uma superfície sólida (Tubelis & Nascimento, 1984; Torres & Peixe, 2012) cuja temperatura do ar (Tar) tenha se reduzido pelo resfriamento radiativo até abaixo da temperatura de ponto de orvalho do ar (AYOADE, 2003). Resfriamento radiativo é a parte do dia na qual o saldo de radiação (Rn) é menor que zero, é o período do dia em que a terra libera a energia eletromagnética solar acumulada.

Outros fatores estão associados a este evento, a velocidade do vento (vv) e a umidade relativa do ar (UR), inversa e diretamente proporcional, respectivamente. Andrade e Moura (2011) concluem que em termos médios sua origem se deve a baixa intensidade do vento ($vv < 1,5 \text{ ms}^{-1}$), alta umidade relativa do ar ($UR > 80\%$), Temperatura do ar ($Tar < 25 \text{ °C}$), intenso resfriamento superficial, $Rn \cong -24 \text{ Wm}^{-2}$ em pastagem na Amazônia.

Molhamento foliar (MF – condensação à superfície) é uma das variáveis de entrada mais importantes para modelos de simulação de doenças devido ao seu papel fundamental no desenvolvimento do processo de infecção de diversos fungos patogênicos. A baixa confiabilidade dos sensores de MF e/ou seu uso raro em estações meteorológicas convencionais tem levado a uma crescente demanda por modelos confiáveis que são capazes de estimar MF de outras variáveis meteorológicas. Ao trabalhar em grandes bases de dados em que os dados são interpolados em redes a partir de estações meteorológicas, a estimativa de MF é frequentemente penalizada pela falta de insumos horários (por exemplo, umidade relativa do ar e temperatura do ar), levando os pesquisadores a gerar tais variáveis dos valores diários a partir dos dados meteorológicos disponíveis (BREGAGLIO et al., 2011).

Diante disto, este trabalho tem como objetivo analisar eventos de condensação em ambiente nativo de Mata Atlântica e em ambiente com troca de vegetação nativa de Mata por canavial para comparação, visando constatar diferença causada pela troca.

2. Metodologia de Trabalho

Os dados utilizados são referentes ao período entre janeiro a dezembro de 2013 em dois sítios experimentais: Mata Atlântica e Canavial. Porém a análise da condensação foi feita durante o período de junho a agosto de 2013.

Os dados referentes a Mata foram obtidos através de uma torre micrometeorológica com altura de 26m ($10^{\circ}00'37''\text{S}$; $36^{\circ}17'60''\text{W}$; alt.160m), instalada dentro de uma Floresta Ombrófila Aberta em transição para Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – Lula Lobo I, no município de Mata, Alagoas. Nela foram instalados diversos sensores para monitorar diferentes variáveis (radiação solar global, saldo

de radiação, temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação etc.) (CARNEIRO et al., 2013).

Os dados referentes ao canal da Usina Utinga Leão foram obtidos através de um tripé micrometeorológico de altura variável situado dentro do canal da Usina Utinga Leão (09°32'35"S; 35°57'49"W; alt.130m), Rio Largo-AL, onde também estão dispostos vários sensores para o monitoramento de variáveis meteorológicas. Nas duas estações, as medições foram realizadas a cada 20 segundos e registradas médias a cada 10 minutos.

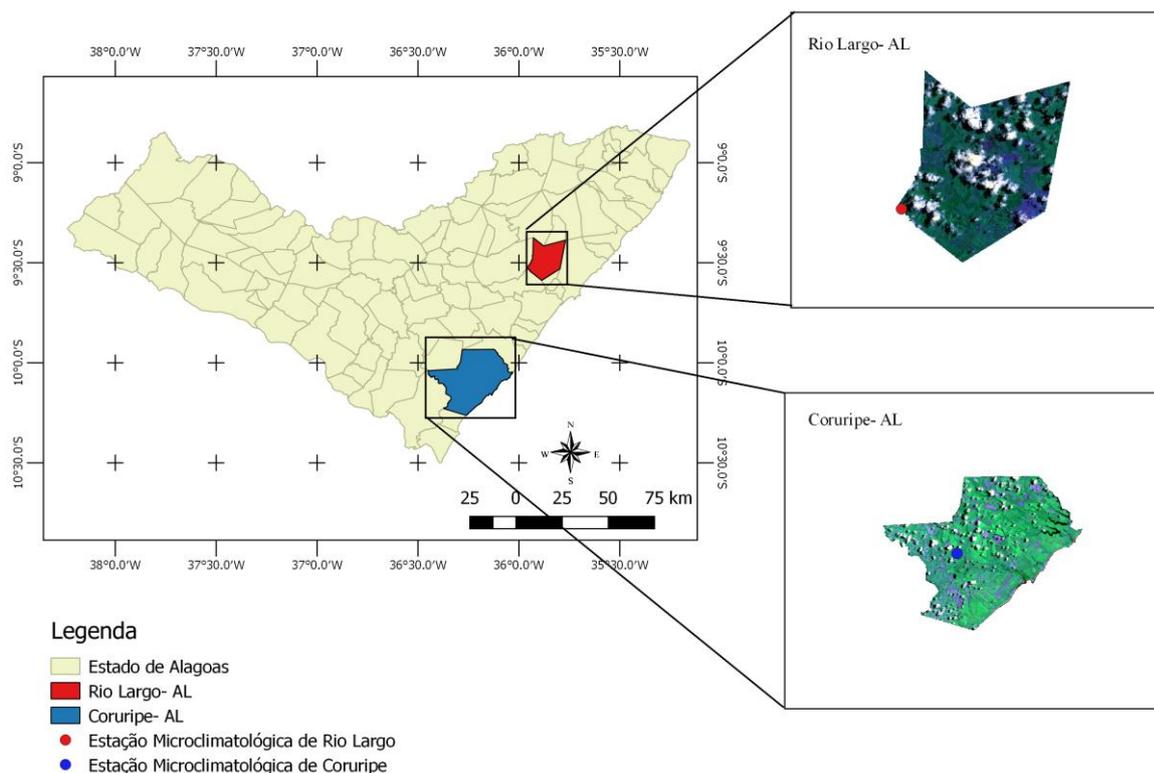


Figura 1 – Localização das estações micrometeorológicas utilizadas no experimento.

Os valores de condensação do vapor d'água atmosférico foram obtidos através de sensores WSG237. Este instrumento consiste em uma placa de circuito rígido (75 x 60 mm) com os filamentos de cobre folheado a ouro. O sensor é composto de um circuito flexível de película de poliamida (14 x 90 mm), também com filamentos de cobre folheado a ouro. O princípio de funcionamento do WSG é detectar vapor d'água na atmosfera pela resistência, que é medida em ohms (Ω), quando ocorre condensação sobre o mesmo há uma queda de resistências. Quando o sensor WSG marca um valor igual a 6999, significa que está completamente seco. Esses equipamentos foram adquiridos da Campbell Scientific, dos Estados Unidos da América (EUA), exceto o de Precipitação que foi adquirido da Texas Instruments, EUA (Andrade e Moura, 2011). Não foram utilizados os dados de condensação com horas coincidentes de chuva.

Também foram consultados dados diários de acumulado pluviométrico para o Canal do posto de coleta Usina Utinga Leão, os quais são disponibilizados pela Secretaria De Estado Do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas SEMARH-AL (link: <http://meteorologia.semarh.al.gov.br/consultas/>); Normais Climatológicas, dados horários de acumulado pluvial e umidade relativa referentes às estações mais próximas aos respectivos sítios disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (link:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas> – Normais) (link: http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTMwMw== – dados horários).

Os eventos de condensação foram classificados como descrito por Andrade e Moura (2011): curta (1 – 5 horas); média (5 – 10 horas); longa (acima de 10 horas). Salienta-se que foi considerado como início de condensação eventos com as mesmas condições de superfície, para isso admitiu-se como condição inicial a resistência máxima dos sensores WSG, quando o sensor estava totalmente seco. Por consequência, o término da condensação será quando o sensor indicar o mesmo valor novamente e/ou quando chover.

Foi utilizado Excel 2013 para a montagem do banco de dados, cálculos de médias horárias-diárias, horárias-mensais, horárias-anuais, mensais e diárias e outros calculos. Para a plotagem dos gráficos de contorno, Surfer 11 e Excel 2013 para os demais.

3. Resultados e Discussões

3.1 Precipitação

Ao todo o acumulado anual de precipitado foi 1129,4mm para o remanescente florestal em Mata e 1756mm para a área canavieira (Canavial), 626,6 mm a mais. Podemos considerar que 2013 foi um ano seco. Com exceção de março, houve maior acúmulo de precipitado na Canavial (Figura 2). Em ambos locais as estações chuvosas e secas são coincidentes, sendo o período chuvoso de abril a outubro com setembro atípico apresentando os menores índices da estação, 45,3 mm e 14,63 mm para a Mata e Canavial, respectivamente. As estações secas são vistas de janeiro a março e novembro a dezembro.

Em Mata, a estação chuvosa totalizou 1022,7 mm que corresponde a 91% do total precipitado no ano, enquanto que na Canavial choveu 1514 mm para a mesma estação, representando 86% do total anual. Na estação seca choveu 106,7 mm em Mata e 242 mm na Canavial, representando, respectivamente, 9% e 14% do acumulado pluviométrico anual.

No período de estudo da condensação à superfície totalizam do acumulado pluviométrico anual 43% em ambos os sítios, embora com uma diferença de 272,7 mm de precipitado, sendo 756 mm para Canavial e 483,3 mm para Mata. Julho teve os maiores índices de precipitado do ano, 361 mm (21% do total anual) e 217 mm (19% do total anual) para Canavial e Mata, respectivamente.

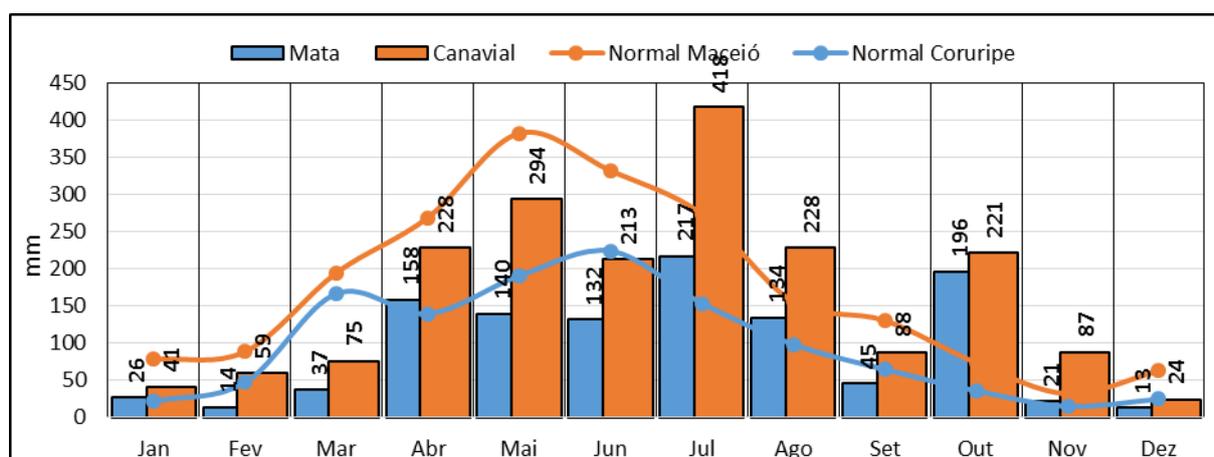


Figura 2 – Acumulo pluviométrico mensal (mm) para Canavial e Mata no ano 2013.

Durante o ano as chuvas intensas aconteceram no primeiro período do dia entre 03h e 11h com picos de 37,7 mm enquanto as chuvas amenas ocorreram entre 19h e 23h. Em ambos os sítios os períodos com menos ocorrência de chuvas estão entre 13h e 19h. Estes fatos sugerem uma progressão do acumulado pluviométrico das 19h até as 12h.

Percebe-se na Mata (Figura 3) núcleos de precipitação definidos e isolados no período matutino indicando chuvas concentradas. Em maio às 11h é possível ver um desses núcleos representando 34% do total do mês, choveu 37,7 mm. Por outro lado, o período vespertino apresenta núcleos mal formados, o que indica chuvas mais longas, distribuídas em sua duração.

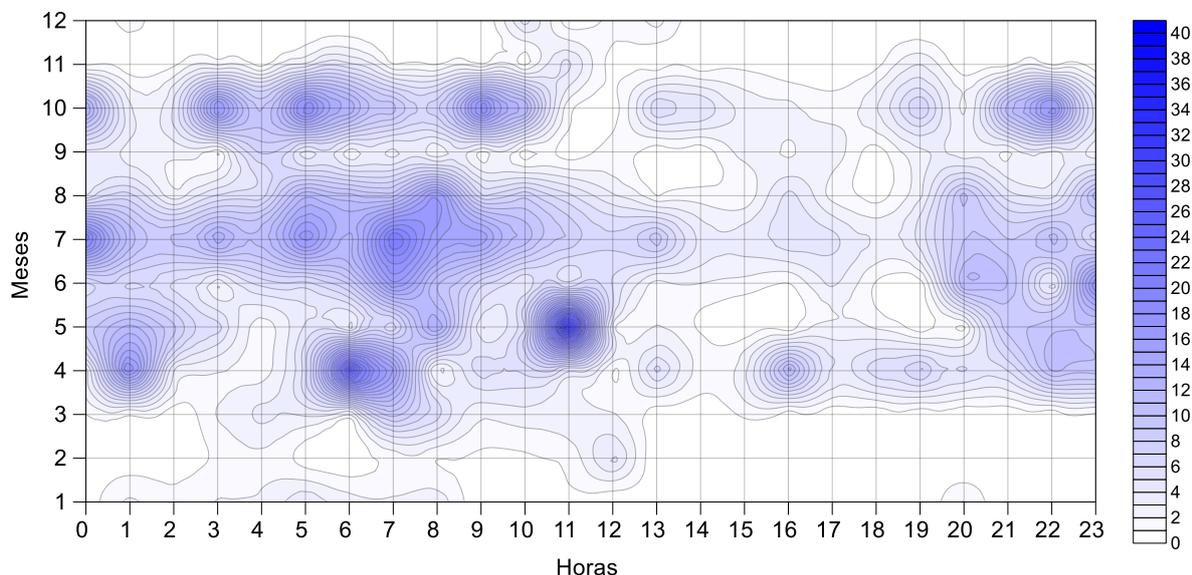


Figura 3 – Variação temporal do total horário acumulado pluviométrico (mm) em Mata para o ano 2013.

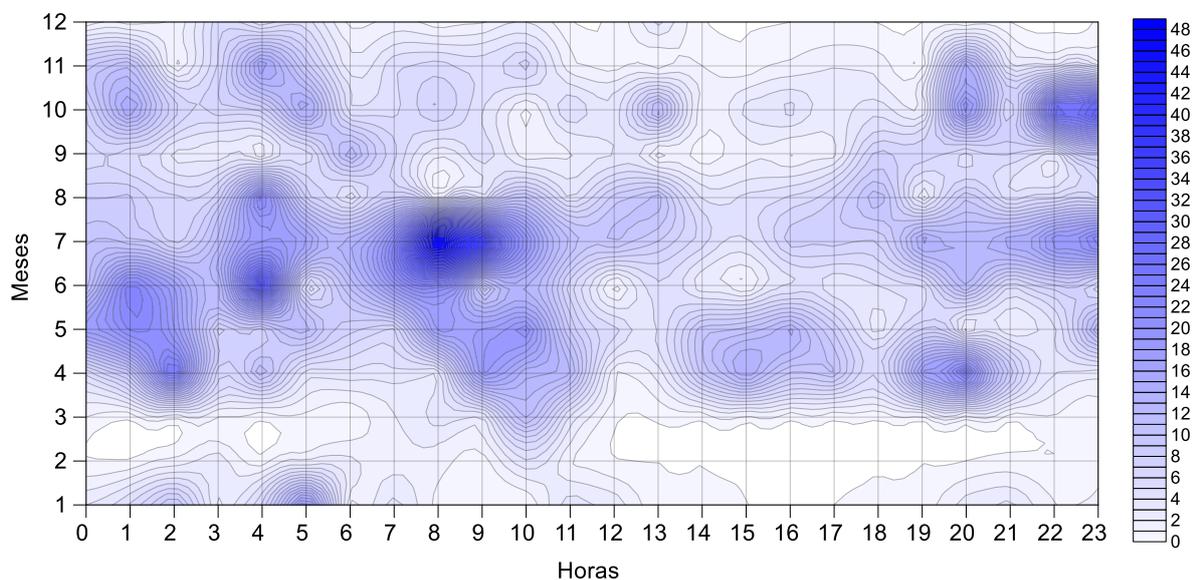


Figura 4 – Variação temporal do total horário acumulado pluviométrico (mm) no Canavial para o ano 2013.

No Canavial os núcleos de precipitação (Figura 4) não são tão definidos quando comparados com os núcleos de Mata. Nota-se também uma progressão retrógrada no horário da última chuva intensa no decorrer dos meses. Disto, vemos uma diagonal de 10h de fevereiro até 04h de novembro. O núcleo com chuvas mais intensas ocorreu às 11h do mês mais chuvoso, julho, alcançando 51mm (14% do total pluviométrico do mês).

Os pontos de maior acúmulo de chuva para determinada hora do mês mostram uma defasagem entre as chuvas do Canavial e da Mata (figuras 3 e 4). Essa defasagem por vezes extingue o pico da chuva ou o fragmenta. Isso explica os espaços entre as chuvas na Mata enquanto não há essa aparente regularidade na região da Cana de Açúcar.

3.2 Velocidade do vento

Durante os ventos mais intensos do dia ($vv > 1,5 \text{ ms}^{-1}$), a defasagem entre a chuva do canavial para a Mata é menor. Esses ventos são mais predominantes na Mata (Figuras 5 e 6). Durante os períodos secos, ventos intensos estendem-se de 7h até às 20h. Enquanto na estação chuvosa, especificamente entre maio e agosto, os ventos intensos aparecem entre 10h e 16h.

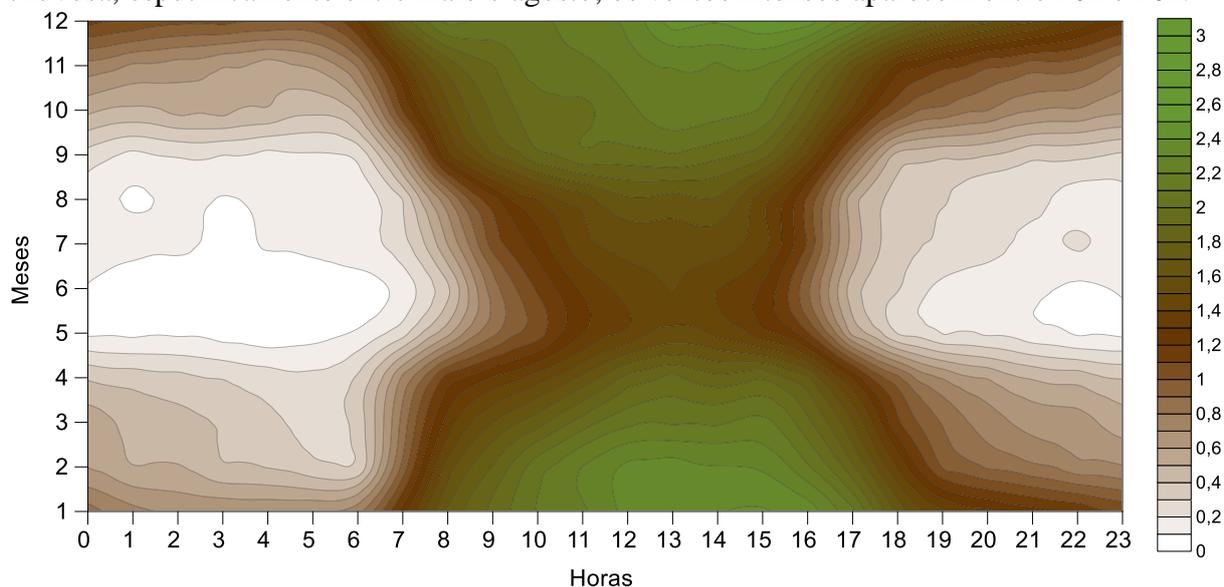


Figura 5 – Variação temporal da velocidade média do vento (vv) em ms^{-1} em Mata para o ano 2013.

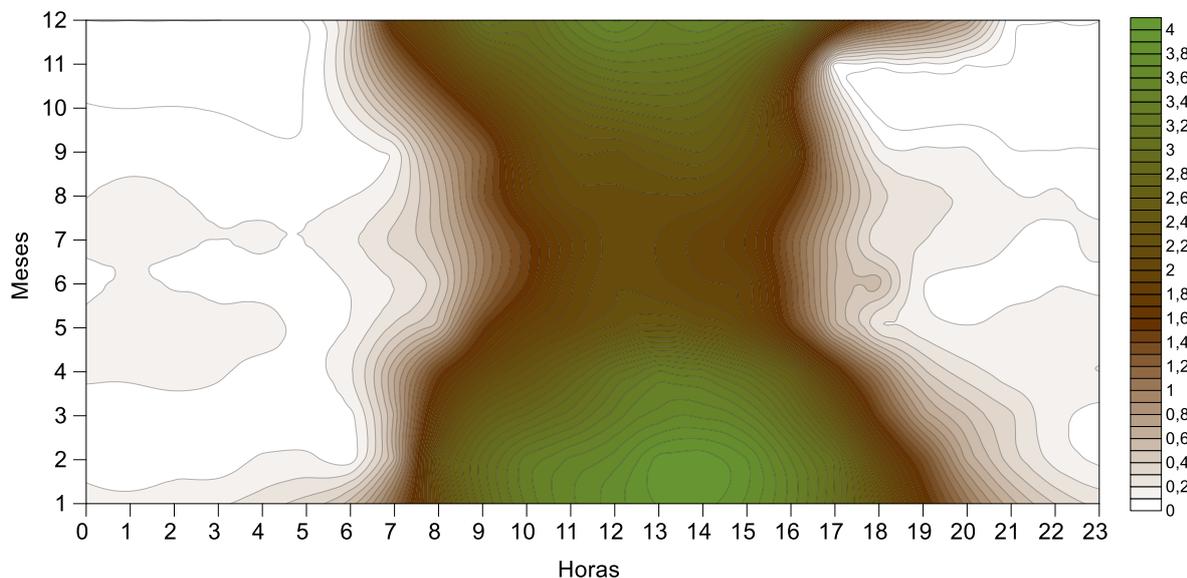


Figura 6 – Variação temporal da velocidade média do vento (vv) em ms^{-1} no Canavial para o ano 2013.

No canavial, ventos intensos não duram tanto quanto na Mata, embora alcancem velocidades maiores que $3,0 \text{ ms}^{-1}$ (maior valor na Mata). Eles aparecem entre 7h e 19h nas estações secas e no período chuvoso entre 10h e 17h.

Ventos fracos ($vv < 1,0 \text{ ms}^{-1}$) e de calmaria ($vv = 0,0 \text{ ms}^{-1}$) acontecem geralmente entre 20h e 6h nos dois sítios e são os períodos mais propícios para a ocorrência de condensação. Embora os ventos de calmaria sejam frequentes no Canavial durante todo o ano, na Mata eles ocorrem mais vezes entre maio e agosto.

3.3 Saldo de Radiação

Os valores médios mensais horários do saldo de radiação (R_n) em Mata (Figura 7) indicam ganho de energia entre 5h e 30min e 17h e máximos entre 10h e 14h. Há perda de energia, resfriamento superficial, entre 18h e 5h. A atenuação típica do R_n no período chuvoso (abril a outubro) acontece devido ao maior número de dias com alta nebulosidade.

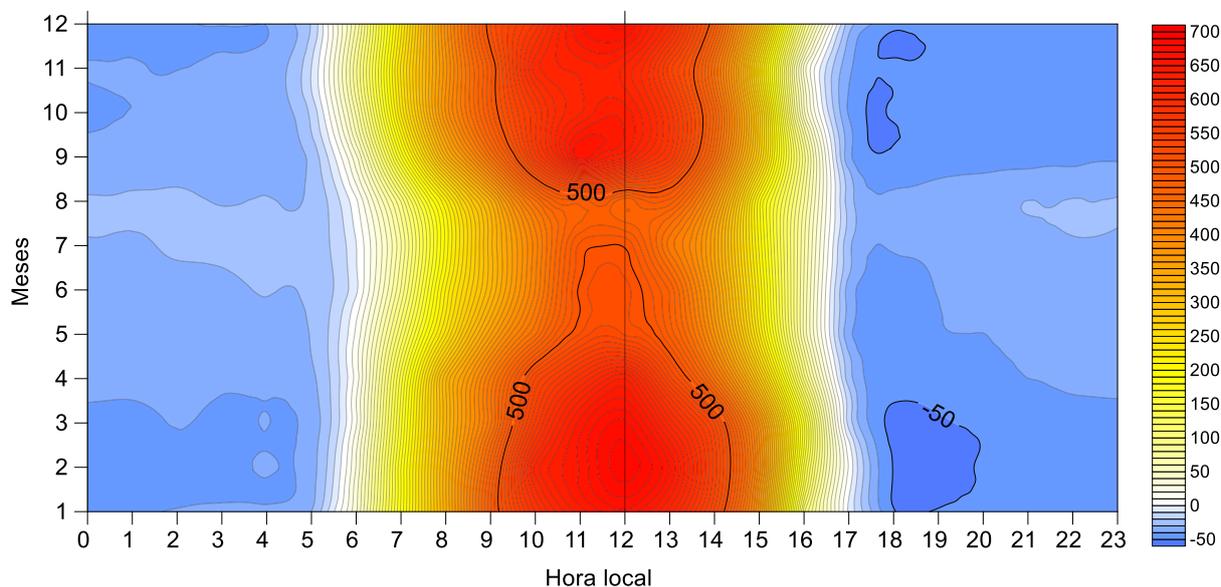


Figura 7 – Variação temporal do do saldo de radiação (R_n) em Wm^{-2} em Mata para o ano 2013.

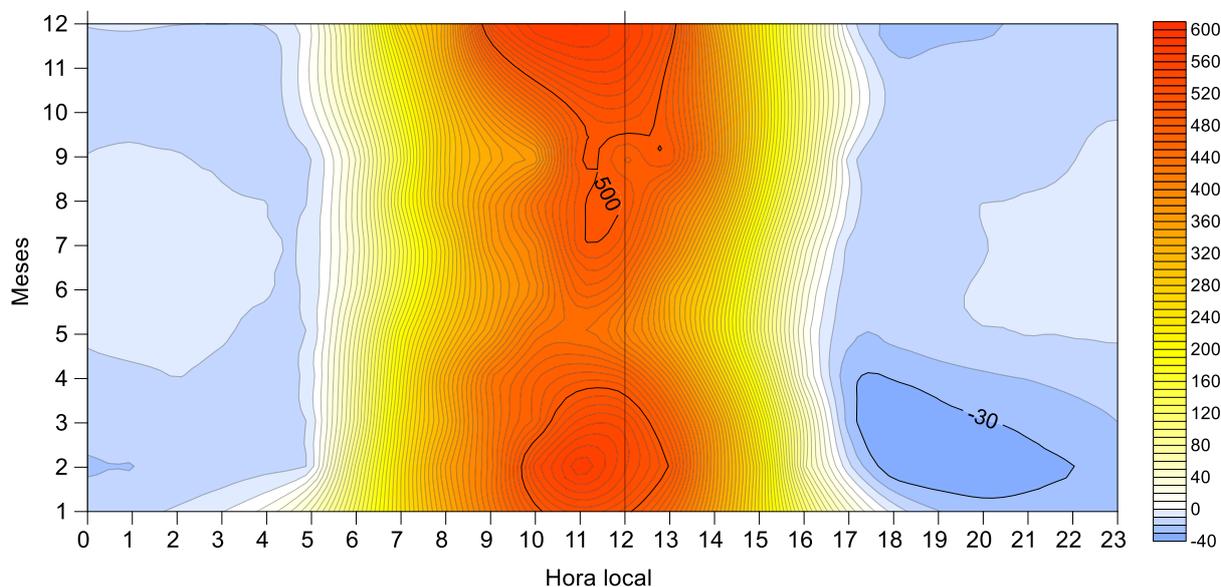


Figura 8 – Variação temporal do do saldo de radiação (R_n) em Wm^{-2} no Canavial para o ano 2013.

Na Canavial, os ápices de radiação foram menores do que os encontrados na Mata, tendo uma diferença entre eles de $100 Wm^{-2}$. Os meses com maior quantidade de chuva (Figuras 2, 3 e 4) provocaram uma redução de aproximadamente $200 Wm^{-2}$ no R_n (Figuras 6 e 7). Nas estações secas estão os maiores valores de resfriamento superficial, porém também estão as maiores vv com destaque em dezembro onde não houve $vv < 1 ms^{-1}$.

3.4. Condensação

Nos meses junho, julho e agosto tivemos 103 casos de condensação à superfície em ambos os sítios (Imagens 9 e 10). Destes, 34 ocorreram em dias coincidentes. Ocorreram mais casos de condensação na Mata, 59 casos sendo que em 5 dias ocorreu condensação duas vezes. Isto é, nas primeiras horas do dia e no período noturno. No Canavial houveram 46 casos, contudo nenhum deles teve início na madrugada. Somente em julho houveram mais casos de condensação no Canavial (16) do que na Mata (15).

O Canavial em junho, com exceção do dia 29 que teve o processo de condensação interrompido por irradiação solar incidente, ou seja, nestes casos observamos todo o processo sem interrupções. Os outros nove casos foram interrompidos por chuvas. Além disso este foi também o caso mais longo de condensação do mês com 16h de duração.

Em julho no Canavial não houve caso onde se cessou o processo de condensação por irradiação solar incidente. O caso mais longo durou 15 horas, começou às 18h do dia 10 e cessou às 9h do dia 11 com a chuva.

Em agosto teve o maior número de casos de condensação longa para o Canavial, 9 casos com média de 14h de duração. A maior delas durou 16h, tendo início às 18h do dia 04 e cessando às 10h do dia 05 com chuva. Houve três condensações de 15h de duração, nos dias 20, 28 e 30, todas iniciando às 18h e cessando às 8h e cessaram por irradiação. Dias 6 e 27 houveram condensações longas com durações de 13h e 14h, respectivamente. Ambas cessaram por irradiação solar incidente.

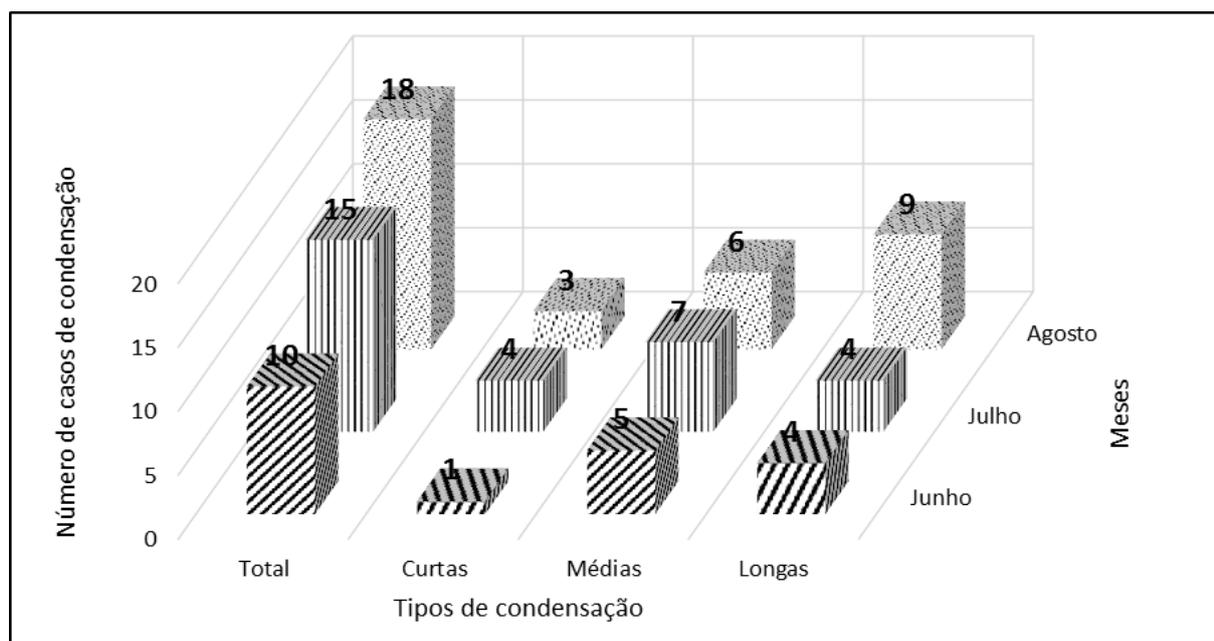


Figura 9 – Número de casos de condensação no Canavial dos tipos curtas, médias e longas e a quantidade total para os meses junho, julho e agosto.

No mês de junho na Mata, nota-se o maior número de casos onde a condensação cessou por irradiação. Em 9 casos de condensação longa, 6 cessaram por irradiação solar incidente. A duração média de eventos longos nesse mês é 13h tendo início geralmente às 19h. No dia 14 houve o caso mais longo com 16h tendo início às 17h e encerrando às 8h.

Em julho, ocorreram três casos encerrados por irradiação e um caso (dia 17) onde houve condensação duas vezes no mesmo dia, a primeira durou de 2h às 6h, condensação média. Além desse evento, ocorreram mais dois no período matutino, nos dias 14 e 19, às 3h e 0h, respectivamente. Novamente ocorreu um evento de 16h no dia 1, iniciou-se as 17h, bastante cedo. Em geral a condensação teve início às 20h nesse mês.

Em agosto a condensação mais longa (dia 04) foi interrompida por chuva e durou 15h, as demais condensações longas que duraram 13h foram até o fim, cessando por irradiação. Houveram nesse mês 4 dias com condensação matutina curtas. Nos dias 25 e 28 houveram as únicas condensações curtas completas noturnas. Entretanto, no dia 29 a condensação deu-se início às 0h, durou 2h, reiniciou às 4h, durou outras 2h. A explicação para isso são os processos radiativos, tendo cessado ambas as vezes quando a taxa de resfriamento aumentou até certo ponto que se tornou insustentável a condensação daquela massa de ar nas condições de umidade relativa e temperatura na qual se encontrava.

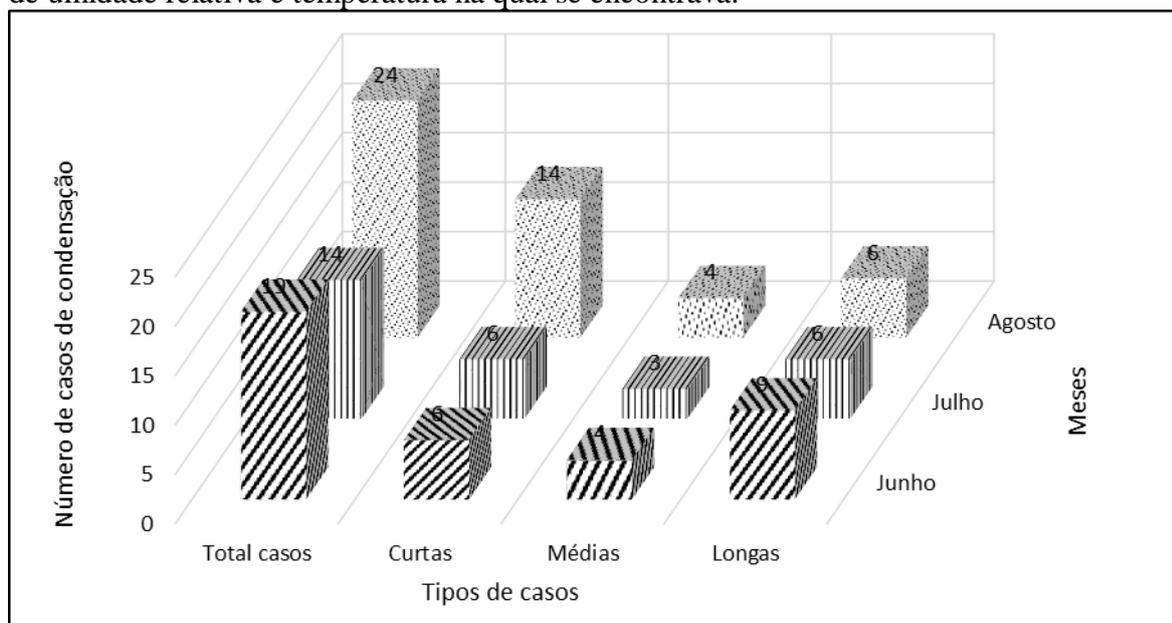


Figura 10 – Número de casos de condensação na Mata dos tipos curtas, médias e longas e a quantidade total para os meses junho, julho e agosto.

A Tabela 1 dispõe os valores médios das variáveis analisadas no início dos casos de condensação, onde através dela vemos que não houve significantes variações nas variáveis para desencadear o processo de condensação nos sítios estudados. Os casos iniciaram com médias de $vv = 0,1 \text{ ms}^{-1}$, $UR = 78\%$ e $Tar = 24 \text{ }^\circ\text{C}$

Não houve caso de condensação que se iniciou com temperatura do ar acima de $26 \text{ }^\circ\text{C}$ nem com valores de UR menores que 67%. A maior velocidade do vento para início de condensação foi $1,3 \text{ ms}^{-1}$ no ambiente de Mata. Já o resfriamento superficial é maior em todos os casos de condensação na Mata.

Ao todo foram contados 753h de condensação de junho a agosto, sendo 401h para o Canavial e 352h para Mata. As médias das durações para todos os tipos de caso de condensação estão dispostas na Tabela 2. Há mais tempo médio de eventos longos do que a soma dos curtos com médios. Não houve grandes diferenças no tempo médio de duração para os três tipos de condensação.

Junho foi o único mês analisado em que a Mata apresentou mais tempo de condensação, porém houve pequena diferença no total do mês. Diferentemente dos meses seguintes, onde houveram diferenças de mais de 30h no tempo total de condensação. Esse fato pode estar associado à radiação total incidente (radiação global - R_g), para meses onde foi maior os índices de R_g , houve mais tempo de condensação.

Outro fator considerado na duração dos eventos é a umidade relativa. No Canavial, os casos de condensação longa tiveram início com UR próximos ou maiores de 80%, os eventos de média e curta duração que começaram com esses valores de UR terminaram por conta da chuva. Já na Mata, todos os tipos de condensação iniciaram com valores próximos das médias dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Médias de velocidade do vento (vv), umidade relativa (UR), temperatura do ar (Tar), saldo de radiação (Rn) para início de condensação para Canavial e Mata de junho a agosto de 2013.

Médias	Canavial			Mata		
	Junho	Julho	Agosto	Junho	Julho	Agosto
Vv (ms ⁻¹)	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
UR (%)	80	76	78	78	79	79
Tar (°C)	24,2	24,4	23,8	24,6	23,5	23,4
Rn (Wm ⁻²)	-18,9	-18,7	-18,5	-43,2	-48,5	-41,5

Tabela 2 – Médias das durações dos tipos de casos de condensação à superfície e dos horários de início e o tempo total mensal em horas de junho a agosto de 2013.

	Canavial					Mata				
	Início	Total	Curtas	Médias	Longas	Início	Total	Curtas	Médias	Longas
Junho	17	90	2	9	13	19	104	2	9	13
Julho	18	142	2	8	13	20	110	4	7	13
Agosto	19	169	3	7	14	20	138	2	7	13

5. Conclusões

A distribuição horária da precipitação é independente das estações seca e chuvosa, de forma que as chuvas mais intensas e longas acontecem no período matutino de 03h e 11h tornando propícia a ocorrência de condensação nos primeiros períodos per sensíveis ao resfriamento superficial, 17h – 20h para o canavial e 19h – 20 na Mata.

Observou-se que em dias com eventos matutinos de condensação o segundo evento acontece mais tarde, a partir de 21h. Eventos matutinos só foram possíveis na Mata, pois o resfriamento radiativo superficial (Rn) é mais intenso nesse local.

Das variáveis analisadas e intrínsecas ao processo de condensação, somente o Rn teve valores distintos para os sítios.

A UR teve uma amplitude média mensal de 4% nos casos de condensação do Canavial, enquanto que nos casos da Mata a UR teve valores mais constantes e muito próximos de 79% em todas as médias mensais dos casos.

As médias de vv não ultrapassaram valores de 0,2 ms⁻¹, embora tenham sido registrados casos com de início de condensação com valores acima da média (vv = 1,3 ms⁻¹).

A temperatura do ar atingiu máximos de 26 °C nos inícios dos casos de condensação registradas, todavia foi mais frequentes casos com início de Tar próximos de 24 °C e 25 °C no Canavial e 23 °C e 24 °C na Mata.

Por outro lado, o saldo de radiação no Canavial não ultrapassou médias de 20 Wm⁻²as na Mata a média eram -44,5 Wm⁻². Isso mostra que o dossel florestal se resfria mais do que o ambiente canavieiro.

Mesmo com chuvas impedindo a continuação da condensação no Canavial e o maior número de casos ser na Mata o tempo total de condensação no Canavial é maior do que o tempo total de condensação na Mata.

O tempo total de condensação na Mata possivelmente foi menor nos meses de julho e agosto devido à redução da radiação incidente por conta da nebulosidade gerada pela melhor

distribuição das chuvas no período matutino, enquanto no Canavial as chuvas nesse mesmo período foram mais esparsas entre si.

Além disso o período com calmaria na velocidade do vento é maior durante todo o ano no Canavial Os tempos médios mostraram que, mesmo partindo de condições iniciais diferentes de R_n , os eventos são semelhantes entre si.

Referências

- ANDRADE, A. M., MOURA, M. A. L. Condensação à superfície na Amazônia em área de pastagem durante o experimento LBA/SMOCC: Estudos de casos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, V. 26, n. 3, p. 339 – 348, 2011.
- AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos, Bertrand, 2003, 4ª edição.
- BREGAGLIO, S.; DONATELLI, M.; CONFALONIERI, R.; ACUTIS, M.; ORLANDINI, S. Multi metric evaluation of leaf wetness models for large-area application of plant disease models. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 151, n. 9, p. 1163-1172, 2011.
- CARNEIRO, R. G., MOURA, M. A. L., LYRA, R. F. F., ANDRADE, A. M. D., SANTOS, A. B., MAIA, R. G. X. Fluxo de calor do solo e saldo de radiação dentro de uma área de Mata Atlântica em comparação com uma de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 06, N. 03, p. 555-565, 2013.
- ENDRES, A. A.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; CREÃO-DUARTE, A. J. Considerações sobre *Coprophanaeus ensifer* (Germar)(Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 3, p. 427-429, 2005.
- FREITAS, J. P. O.; DIAS, H. C. T.; BARROSO, T. H. A.; POYARES, L. B. Q. Rainfall distribution in the Atlantic Rainforest. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 2, p. 100-108, 2013.
- GUIMARÃES, H. B.; BRAGA, R. A. P.; DE OLIVEIRA, T. H. Evolução da condição ambiental em fragmentos de Mata atlântica na região metropolitana do Recife-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, p. 306-314, 2012.
- HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; MOORE, R.; HANCHER, M.; TURUBANOVA, S. A.; TYUKAVINA, A.; THAU, D.; STEHMAN, S. V.; GOETZ, S. J.; LOVELAND, T. R.; KOMMAREDDY, A.; EGOROV, A.; CHINI, L.; JUSTICE, C. O.; TOWNSHEND, J. R. G. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 342, n. 6160, p. 850-853, 2013.
- MYERS, N. "Hot spots" in tropical forests. **Springer Netherlands**, v. 8, n. 3, p. 187-208, 2000.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- SANTANA, M. A. A.; CARNEIRO, R. L. C.; NERES, N. L.; GUIMARÃES, P. L. O.; NOBRE, C. A.; ROCHA, H. R.; FREITAS, H. C.; TATSCH, J. D. Calibração e aplicação de protótipos de um sistema de coleta de dados ambientais para medir gradientes de temperatura, umidade relativa e pressão em perfil vertical dentro do dossel de floresta de Mata Atlântica. **Rede Metrológica do Estado de São Paulo – REMESP**, 2010.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.
- TORRES, M. F. A.; PEIXE, A. S. M. Degradação Ambiental em Fragmento de Mata Atlântica: Reserva Ecológica do Jardim Botânico do Recife-PE (Environmental Degradation Fragment of the Atlantic Forest: Ecological Reserve of the Botanical Garden of Recife-PE). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 4, p. 762-778, 2012.