TRÓPICO DE CAPRICÓRNIO E LINHA DO EQUADOR COM A SOMBRA ZERO

Carlitos Luís Sitoie[1]

Resumo: Capricórnio e equador são linhas imaginárias que atravessam paralelamente o globo terrestre, delimitando regiões climáticas da superfície terrestre, acontecendo os solstícios e equinócios respectivamente. Capricórnio atravessa dez países, já o equador treze, influenciando vida dos povos atravessados por essas duas linhas imaginárias. O estudo analisou o trópico como sendo usado para designar colônias na África, Ásia e América, outras vezes ao movimento de reivindicação ao eurocentrismo como tropicalismo e a tropicália. São responsáveis pela distribuição da fauna, flora em consonância com o fotoperiodismo, abscisão foliar e homeostasia.

Palavras-chave: Trópico de capricórnio, linha de equador, sombra e sol.

Abstract: Capricorn and equator are imaginary lines that cross parallel the terrestrial globe, delimiting the main climatic regions of the terrestrial surface happening the solstices and equinoxes respectively. Capricorn, on one hand, crosses ten countries, and equator, on the other hand, thirteen countries, influencing in the life of the people who inhabit areas cut by these two imaginary lines. The study analysed the tropic as being used to designate the territory and colonized peoples in Africa, Asia and America, other times to the movement of claims to Eurocentric as it happened in Brazil with tropicalism. These are also responsible for the environmental dynamics, influencing the distribution of fauna, flora and behaviour of living beings in line with photoperiods, foliar abscission and homeostasis.

Keywords: Tropic of Capricorn, Equator line, shadow and sun.

INTRODUÇÃO

Alves (2006), Afonso (2006), Cherman e Vieira (2011) e Rodrigues Júnior (2012), consideram os trópicos como regiões onde habitam povos e biodiversidade que tolera as variações climáticas de temperaturas e precipitações altas, por vezes seca e outras úmidas. Estas regiões se estendem desde (23°) positivos no Câncer ao Norte até (-23°) negativos no Capricórnio ao Sul.

[1] Professor Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazónia. Docente na Universidade Pedagógica de Moçambique-Delegação de Massinga carlitossitoie@yahoo.com.br Caixa Postal 111, Massinga, Moçambique.

Dentre os estudiosos do assunto, aponta-se o Erastóstenes (cerca de séc. V a.n.e) como pioneiro a abordar os limites da trajetória solar, quando encontrou em papiros da biblioteca de Alexandria, uma informação anunciando que na cidade de Siene atual Assuão no Egito, ao meio dia ocorria solstício de verão, por volta de 21 de julho. O sol situava-se à (90º), iluminando as águas profundas do poço, sem ocasionar uma sombra, deduzindo a circularidade aparente solar.

A intensificação de debates sobre trópicos ganhou nova dinâmica quando estudos de astronomia conseguiram estabelecer de forma precisa, as coordenadas da eclíptica solar em 23º sul e norte (N/S) simbolizando o "[...] movimento aparente solar de um solstício ao outro." (CONTI, 2010, p.49).

Inspirando posições eurocêntricas, em alguns geógrafos como Emanuel de Martonne, 1946 e Gourou, 1948, que defenderam o uso do termo apenas para áreas quentes e úmidas. Demangeot ([s. d.]), Planhol e Regnon (1970), estenderam o conceito para as áreas semiáridas, servindo de critérios para demarcar as regiões desérticas e mais tarde, os tristes trópicos do Claud Levis Strauss em 1955.

A importância dos trópicos, continuou motivando estudos, emergindo nos EUA e no Brasil, movimentos contrários à corrente eurocêntrica, em 1960 aparece a "[...] tropicologia de Gilberto Freyre e o tropicalismo de Edson Fonseca [...]" (FAVARETTO, 1996, p. 2).

Movimentos que demonstravam que os trópicos úmidos não eram selvagens eram espaços geográficos com caraterísticas próprias fitogeográficas e povos com capacidades idênticas à daqueles que habitavam cidades e vilas europeias. As manifestações desse movimento eram feitas sob diversas formas, tais como: a arte, poesia, a lírica, musica, etc., principalmente, nos grandes centros urbanos brasileiros da época como São Paulo, Rio de Janeiro, Recife e Pernambuco.

Conti (2010), nos permite falar que esse movimento, abriu espaço para nova abordagem acerca dos trópicos, que passaram a ser entendidos os trópicos como categorias de análise que agregam multiplicidade de variáveis ambientais.

Como exemplo passaram a incluir aspectos culturais abordados na antropologia do "tristes trópicos" de Claud Levis-Strauss, que incorporou os elementos históricos e geopolíticos, assim como o sistema colonial que incorporou o conceito trópicos, para delinear projetos de produção agrícola direcionadas exclusivamente para as regiões das

médias latitudes, produzindo culturas de rendimento como: algodão, chá, borracha, café, etc.

Com esses estudos, o trópico passa a ser entendido como uma faixa climática com fauna e flora própria, assim como, com povos diversos que vivem e fazem da região sua riqueza de exploração de recursos para a sobrevivência. Nessa perspectiva, o sistema colonial reconheceu as potencialidades da região para a produção de culturas de exportação no mercado internacional da época.

Linha de capricórnio

O conceito é atualmente utilizado como marco teórico para estabelecer limites de deslocação aparente solar na posição mais ao sul ou ao norte, limitando a incidência máxima dos raios solares na superfície terrestre, marcando transição de clima equatorial quente ao tropical no hemisfério sul ou ao norte.

Carlitos Luís Sitoie

Baseando-se em autores como Benchimol (1990), Silva (2006), Chermane Vieira (2011) e Varella (2013) é possível afirmar que o trópico de capricórnio é uma linha imaginária demarcada pela coordenada 23º 26' 22" de latitude sul, variável dependendo do autor, para Silva (2004) é 23° 27', Carvalho Junior et.al. (2015), 23,4378° Sul (23° 26′ 16″), havendo outros que consideram a linha do trópico situada à 23° 30'; 23° 45', em diante, ocupando uma faixa de aproximadamente (911,3 Km) e (102,188 Km) de comprimento.

A base para determinar o momento em que o sol atinge a posição de solstício é a partir da declinação solar (δ), que constitui o ângulo formado entre o Equador terrestre e a linha imaginária que contém o plano do sol. Os cálculos podem ser baseando em diferentes fórmulas matemáticas, a saber: $\delta = 23{,}45 * \text{sen}[360(248+DJ)/365]$; $\delta = 23{,}45 * \text{sen}[(360/365).(DJ - 80)]]$ ou; $\delta = 23{,}45 * \text{sen}[(2.(\pi)/365).(284+DJ)]]$; onde: δ é Declinação solar; a Multiplicação; Sen o Seno; DJ ao Dia Juliano e; Π à decimal sexta letra do alfabeto grego Pi.

A linha de capricórnio agrega em sua dimensão teórica espaços geográficos com sete dimensões espaciais (latitude, longitude, altitude, temporalidades, sujeitos, objetos e coisas), dos dez países que atravessa, nomeadamente: Austrália, Madagascar, Namíbia, Zâmbia, África do Sul, Moçambique, Brasil, Argentina, Chile e Paraguai.

No território moçambicano a linha do trópico de capricórnio corta a província de Inhambane pelo distrito de Massinga no povoado de Aqui, a parte leste do distrito de

Panda e atravessa a província de Gaza pelo distrito de Chigubo e Chicualacua até entrar na província do Limpopo na África do Sul. Nesse âmbito, o trópico de capricórnio, deixa de ser apenas uma linha imaginária, transformando-se em espaço geográfico tridimensionalmente socioambiental, por ser percebido, concebido e vivido (Lefebvre, 1974; 2006).

Nesse caso, Capricórnio, simboliza, geossistemas que agregam redes, linhas, teias, ontogêneses, autopoese, entre outras formas de referenciar a complexidade sistêmica, sendo constituídos esses lugares por variáveis ambientais representadas por meio do ar, solo, água e seres vivos, que formam uma totalidade denominada em geografia como uma geodiversidade.

A geodiversidade permite aos moradores dos lugares atravessados pela linha do capricórnio, manter um modus vivendus próprios, que os diferencia e assemelha-os das vivências sociais de outros povos situados na mesma latitude. As diferenças surgem na luta pela sobrevivência, onde cada grupo social encontra maneiras diferenciadas para se adequar às condições fitogeográficas, proporcionadas pelo sistema ambiental especifico, numa região onde o sol perfaz a máxima declinação no momento do seu movimento aparente.

Sendo o sol a fonte primária que emite na superfície terrestre cerca de (99,7%) de energia responsável pelos processos vitais, a sua distribuição depende da declinação ou posição dele, em relação a cada lugar do espaço geográfico, sendo que para o povoado de Aqui, o sol encontra-se numa declinação de -23,45 sul, vide quadro (1).

Quadro 2 - Posição solar no povoado de Aqui.

DIA DO MÊS	NÚMERO DO DIA DO ANO (NDA)	DECLINAÇÃO SOLAR (δ)	OBSERVAÇÃO
15 janeiro	15	-21,27	
15 fevereiro	46	-13,29	
15 Março	74	- 2,82	

21 Março	**80**	**0,00**	**Equinócio das águas em Macapá**
15 Abril	105	9,41	
15 Maio	135	18,79	
15 Junho	166	23,31	
21 Junho	**172**	**23,45**	**Solstício de inverno**
15 Julho	196	21,52	
15 Agosto	227	13,78	
15 Setembro	258	2,22	
20 Setembro	**263**	**0,00**	**Equinócio das secas em Macapá**
15 Otubro	288	-9,60	
15 Novembro	319	-19,15	
15 Dezembro	349	-23,34	
20 Dezembro	**354**	**-23,45**	**Festival das sombras em Aqui**

Fonte: Elaborado por Carlitos Sitoie (2017)

A declinação foi obtida a partir de cálculos baseados na seguinte fórmula matemática: δ = 23,45 * sen [360(248+DJ)/365], sendo que, no dia (01) de Janeiro o sol encontra-se posicionado ao sul do equador com uma declinação de (-23,01) = á 30 (-17,78) e no dia 28 de fevereiro com uma declinação (-8,67); durante os dias (31) de março, (30) de abril, (31) de maio, (30) de junho, (31) de julho e (31) de agosto, o sol encontra-se no hemisfério Norte, com uma declinação magnética de (+3,62), (+14,59), 31 (+21,90), (23,18) e (+18,17), +8,10) respectivamente. O solstício de verão no

povoado de Aqui em Massinga acontece no dia 21 de Dezembro, no instante em que o sol atinge uma declinação magnética de -23,45 = à -27” = -0,45°.

O NDA corresponde ao Número do Dia Juliano (DJ) que representa o dia do ano independente dos meses, isto é, representa a soma de dias, desde o primeiro de janeiro até a data que se pretende calcular a declinação solar, para o caso deste estudo, o dia do ano permite calcular a posição do sol em qualquer dia de ano em relação à Macapá e Aqui.

Na cidade de Macapá quando a declinação é nula acontecem os equinócios das águas em março e das secas em setembro, enquanto que, no povoado de Aqui, quando o sol está na declinação máxima registra-se o solstício de verão em dezembro, conhecido pelos moradores como o momento das premissas de frutos de dezembro ou festival das sombras.

Enquanto cientificamente, a mobilidade aparente do sol é calculada a partir de fórmulas matemáticas, os moradores da cidade de Macapá e do povoado de aqui em Massinga, usa seus saberes e práticas do dia a dia, que a partir da janela de seu apartamento ou habitação analisam e explicam as variações da movimentação aparente solar ao longo do ano.

Segundo Gundo Imbrie (1979) citado por Silva (2007), as descobertas matemáticas de Milankovitch explicam melhor a variação da intensidade dos efeitos da insolação com a latitude, referindo-se a influencia do ciclo de obliquidade, a inclinação do eixo da Terra e o ciclo de precessão que provocam alterações na data, hora e dia dos equinócios e solstícios.

Em cada ciclo de quatro anos os equinócios tendem atrasar-se, quer dizer, ao longo do mesmo século tendem acontecer mais cedo, devido à órbita da terra que corre mais rápido quando está mais próximo do sol ou periélio do que quando está mais afastado ou afélio.

A radiação solar varia com a latitude ao longo de ano, sendo que para o povoado de Aqui, situado sobre a linha imaginária do Trópico de Capricórnio no paralelo de 23°26’22” latitude sul, vai receber maior quantidade de radiação solar em todo o ano, atingindo valores maiores no momento do solstício de verão, cerca de (1250 W/m²), recebendo abaixo de (800 W/m²) em cada unidade de tempo em um metro quarado durante o solstício de inverno. Essas variações fazem com que o povoado seja responsável pela diversidade socioambiental típica regional e com variações de

biodiversidade capaz de suportar essas mudanças ao longo de ano, dinamizando estruturas organizacionais socioambientais.

Organizar estruturas socioambientais significa que os animais e pessoas que habitam esta área geográfica do planeta Terra, organizam seu quotidiano em detrimento das variações térmicas estabelecendo fotoperiodo. Os animais, as plantas incluindo os seres humanos, apresentam uma homeostasia ou temperatura padrão, conhecida como fotoperiodismo em seres vegetais, exigindo adaptação a partir de estratégias reguladoras de temperaturas no organismo dos seres vivos.

Nessa perspectiva, os moradores de Macapá usam ar-condicionado, banhos das praias, sombreamento, outras formas de ventilação e refrigeração de espaços ou ambiente vivido. Já no povoado de Aqui, usam o sombreamento de arborização, de palhotas, barracas e outros objetos que amenizam temperaturas altas.

Carlitos Luís Sitoie

Os animais e plantas que não respondem em espetro ótimo como, por exemplo, o camelão, a leseira baré, conhecida como preguiça baiana, caminham ou movimentam-se lento, o crocodilo entre outros animais hibernam para reduzir o metabolismo basal e permitir que o organismo continue funcionando. Cientificamente, o fotopriodo pode ser calculado de forma, a saber, a capacidade que as plantas e animais podem suportar fora da situação de homeostasia. A formula matemática é:

F={2/15*arc.cos[(tgφ*tgδ)+1/60[43,7864+0,15150+0,01330]},onde,+1/60[43,7864+0,15150+0,01330]} corresponde ao crepúsculo que é igual à ± 0,73.

Linha do Equador e os equinócios

Para Júnior (2012), Araújo (2014), Trogello (2016l), o Equador é uma linha imaginária da superfície terrestre em que a latitude astronômica é igual a 00º 00’00” dividindo a terra em dois hemisférios “[...] geográficos norte e o hemisfério geográfico sul [...]” (MILONE, 2003, p. 25). Com um raio de 6 378 km correspondentes ao perímetro de 40 075 km. Atravessando teoricamente três oceanos (pacífico, atlântico e índico), quatro continentes (América, África, Ásia e Oceania), treze países (São Tomé, Gabão, República Democrática do Congo, Congo, Uganda, Quênia, Somália, Maldivas, Indonésia, Kiribati, Equador, Colômbia e Brasil).

No território brasileiro a linha do Equador atravessa o estado do Pará, Roraima (Rorainópolis), Amazonas (São Gabriel da Cachoeira) e o estado do Amapá cortando a cidade do Macapá. O Equador representa espaço geográfico constituído por territórios povoados por populações com culturas diferentes, apesar de compartilhar mesma latitude.

Essas diferenças se notabilizam pela formas diversificadas como esses povos exploram as potencialidades da situação geográfica, como é o caso da cidade de Macapá que organiza suas estruturas politicas e socioeconômicas aliando sua questão estratégica sob a linha imaginária do Equador, onde as variações das estações anuais são menos acentuadas.

Segundo Alves et. al. (2009), o sol no seu movimento de translação da terra cruza a linha imaginária do Equador duas vezes por ano, fazendo com que o dia e a noite, tenham a mesma duração em todo o planeta. No instante em o sol está no zênite. Apesar dos equinócios acontecem apenas duas vezes por ano, a variação da radiação solar nos países atravessados pela linha do Equador não sofre variações ao longo do ano.

Na cidade de Macapá a intensidade de radiação solar é elevada ao longo de ano, atingindo valores extremos durante os equinócios das secas, em 22 de setembro e das águas, em 21 de março.

A posição de Macapá permite que os raios solares percorram menor distância em relação ao plano de horizonte, fazendo que o lugar receba elevada quantidade de radiação solar, enquanto que o povoado de Aqui, por situar-se em latitude média, que é mais afastado do Equador, vai receber uma quantidade relativamente menor quando comparada com a de Macapá. Isto acontece porque à altura do Sol sobre o horizonte, reduz-se e os raios solares percorrem um trajeto mais longo na atmosfera antes de chegar a superfície do povoado.

Leitura e interpretação de sombras de Macapá e Aqui através de Diagramação solar

Partindo da ideia de que o solstícios e equinócios são visualizados pela sobreposição de sombras dos objetos que as projeta, é possível mapear sua mobilidade a partir de diagramas ou cartas solares que esquematizam as trajetórias ou itinerário do sol em datas referentes aos solstícios, equinócios ou datas intermediárias.

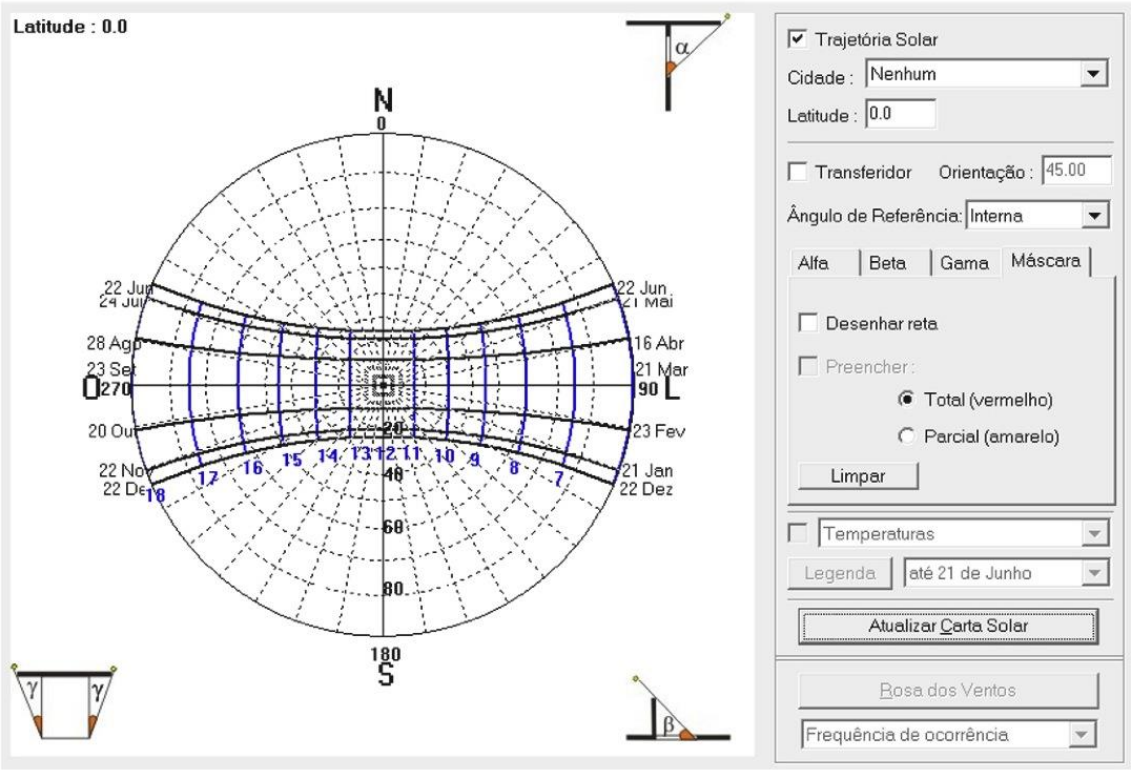
Facilitando a análise e interpretação da insolação e da posição do sol em determinada data do ano em cada ponto da superfície terrestre, assim como, a projeção de sombreamento para diversos fins. A carta solar é uma representação gráfica ou esquemática demonstrativa do caminho que o sol e as sombras percorrem durante um dado tempo do dia, mês e ano.

Carlitos Luís Sitoie

Ribeiro (2003) explica que a diagramação solar depende da posição do observador correspondendo ao azimute e altura em relação ao sol, exigindo calibragem dos relógios solares em detrimento da coordenada geográfica, isto significa que, é importante a identificação do quadrante geográfico durante a diagramação. Se o diagrama for transportado mais para o norte ou para o sul as linhas do seu quadrante não correspondem mais as horas do dia do lugar, pois a insolação e o sombreamento alteraram suas trajetórias e características.

Sabendo que a posição do sol em Macapá é diferente do povoado de Aqui, importa fazer análise de forma a comparar as experiências de uso e aproveitamento de sombras dos moradores das duas áreas geográficas de estudo, sendo assim, passamos apresentar o diagrama (GRÁFICO 1).

Gráfico 1: Mapa solar de Macapá.



Fonte: Elaborado por Calitos Sitoie (2017), com recurso ao *software* sol-ar 6.2.

Com recurso ao *softwere* sol-ar 6.2, foi possível representar uma projeção estereográfica da abóbada celeste, num plano horizontal simbolizando as diversas posições do sol e das sombras ao longo do ano na cidade de Macapá. As linhas curvas horizontais e verticais representam os meses e as horas do dia, respectivamente. As linhas horizontais indicam a projeção da trajetória solar durante os meses do ano, as horas do dia são representadas pelas linhas verticais (06h às 18h), apresentando os ângulos de azimute e a altura solar projetados em um plano.

Na carta solar de Macapá, estão congregadas três fontes de informação a saber: um anel externo com ângulos em relação ao norte (N); a malha que facilita a localização das data e horas; e um seguimento na parte inferior que fornece a inclinação dos raios (h), quer dizer, as linhas horizontais representam as datas do ano, já as verticais, os horários do dia para saber em que posição estará o sol e as sombras nessa data.

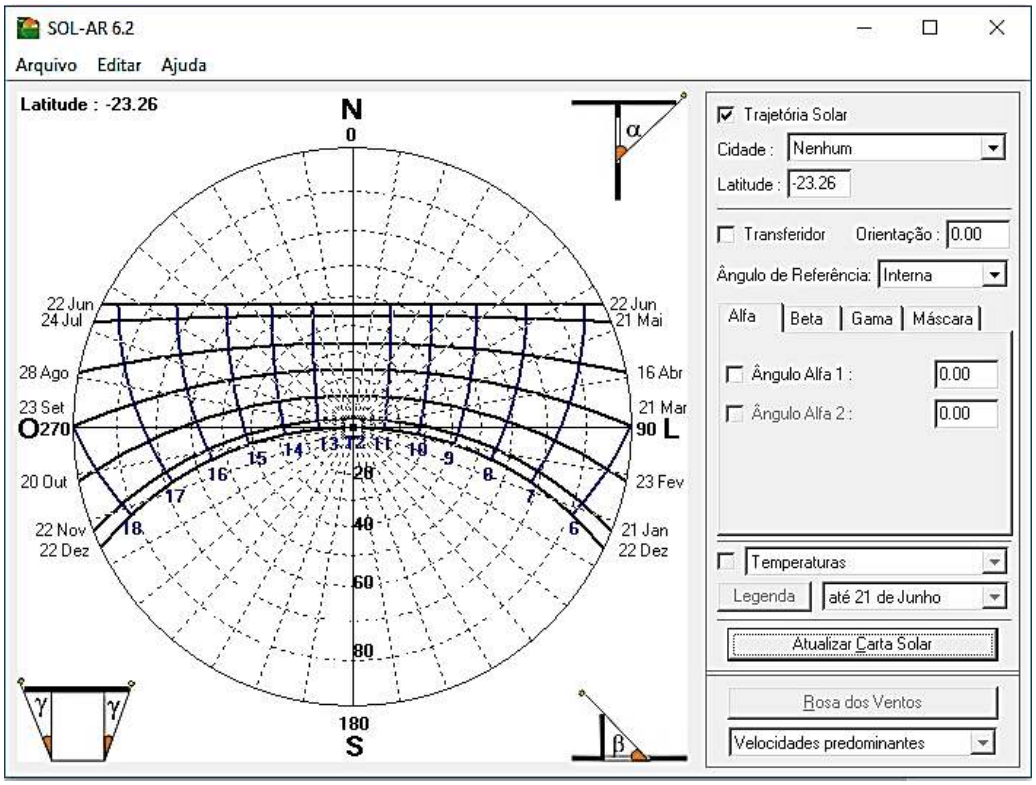
Sendo que as sombras projetadas estão em um ângulo de noventa graus (90º) durante o meio dia local. Macapá, tem uma radiação solar a cima de treze horas diurnas e as sombras projetadas a oeste nas manhãs e para leste no final de dia, sempre sobrepostas cerca de meio dia local.

O cálculo do Ângulo Vertical de Sombra (AVS) projetada na cidade, pode ser feito tomando em conta que o sol está numa inclinação de noventa graus (90°), e usar a formula, AVS = 90, AVS = 90°- 0°; AVS = 90°. Ou seja, o Ângulo Vertical de Sombra pela cidade de Macapá corresponde a uma inclinação de noventa graus (90°), quer dizer, as sombras são projetadas pelos objetos e coisas numa inclinação perpendicular correspondente a uma sobreposição ao longo do ano com pouca projeção para Leste nas manhãs e Oeste nas tardes.

Para o povoado de Aqui, que está situada nas latitudes médias vai apresentar outro comportamento em relação às sombras (GRÁFICO 7).

Carlitos Luís Sitoie

Gráfico 7: Mapa solar do povoado de Aqui – Latitude, 23°26’22”.



Fonte: Elaborado por Carlitos Sitoie (2017) com recurso ao *Softwere* sol-ar 6.2.

No diagrama solar está apresentado, os diferentes percursos ou pontos da passagem do sol e das sombras no povoado de Aqui ao longo do ano. As linhas

horizontais estão em média de 30 dias representando os meses e as horas do dia, respectivamente. As linhas radiais indicam a azimute ou posição bussolar em relação ao norte magnético, já as circulares concêntricas indicam a altitude do sol desde o nascer até ao poente.

Quer dizer, as linhas verticais que indicam as (5h30 às 18h30) indicam a posição em que estará o sol nessa data no povoado, permitindo prever a posição das sombras e a insolação. O ângulo de inclinação solar pode ser calculado usando a formula AVS = 90°- 23°26”22’. O brilho solar ou insolação ultrapassa em média quatorze horas e as sombras são projetadas indicando três posições Leste, Noroeste e Sudeste. O sol tem uma inclinação que varia entre noventa (90°) graus à vinte e três (23°) graus.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Capricórnio e equador são linhas imaginárias que atravessam paralelamente o globo terrestre, delimitando as principais regiões climáticas da superfície terrestre, acontecendo os solstícios e equinócios respectivamente. Capricórnio atravessa dez países, já o equador treze, influenciando vivências dos povos que habitam lugares atravessados por essas duas linhas imaginárias.

O estudo procurou analisar a importância da categoria trópico, sendo usada ao longo da história para designar os território e povos colonizados na África, Ásia e América, outras vezes ao movimento de reivindicação ao eurocentrismo como aconteceu no Brasil com o tropicalismo e a tropicália.

A posição e ângulo de inclinação solar são responsáveis pelas dinâmicas ambientais que influem nas variações termo pluviométricas, na distribuição da fauna e da flora, assim como no comportamento dos seres vivos em consonância com o fotoperiodismo, abscisão foliar e homeostasia.

REFERÊNCIAS

AFONSO, G. Mitos e estações no céu tupi-guarani. **Scientific American Brasil**, n. 45, p. 38- 47, 2006.

ALVES, S. A matemática do GPS. **Revista do Professor de Matemática**, RPM, n. 59, 2006. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/GPS_para_engenharia_%20de_%20transito.pdf >. Acesso em: 19 fev. 2016.

ALVES, Sérgio; CARVALHO, João Pitombeira; MILIES, Francisco César Polcino. **A geometria do globo terrestre.** [S.l.]: IME/USP, 2009. Disponível em: <http://www.bienasbm.ufba.br/M29.pdf >. Acesso em: 20 fev. 2016.

ARAÚJO, Diones Charles Costa de. **Uma proposta para a inserção de topicos de astronomia indigena Brasileira no ensino médio**: desafios e possibilidades. 2014. 185f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciência) - Universidade de Brasília DF, Brasília, 2014.

AXT, Rolando; SILVEIRA, Fernando Lang da. Um intrigante fenômeno óptico**:** atração entre as sombras. **Física na escola**. v. 8, n.1, 2007.

BENCHIMOL, Samuel, et. al. **Trópico e Meio ambiente.** Trópico Geo-Bio-Social: Anais do seminário de tropicologia. Fundação Joaquim Nambuco, Recife: FJN, Editora Massangana, 2002.

CARVALHO JUNIOR, Waldir de; FILHO. Braz Calderano; CHAGA. Cesar da Silva; BHERING. Silvio Barge; Nilson Rendeiro PEREIRA. Os solos tropicais: uma visão segundo bases mundiais de livre acesso. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 17., João Pessoa-PB, 25 a 29 de abril de 2015. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. Disponivel em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1019666/1/2015015.pdf.> Acesso em: 28 de dez. 2017.

CHERMAN, Alexandre; VIEIRA, Fernando. **O tempo que o tempo tem:** Por que o ano tem 12 meses e outras curiosidades e outras curiosidades sobre o calendario. 2. ed. Rio de Janeiro: ZAHAR, 2011.

CONTI, Bueno José. Geografia e tropicalidade. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 12, n.1, p.47-58, 2010.

FAVARETTO, Celso F. **Tropicália:** alegoria, alegria. Cotia/SP: Ateliê editorial, 1996.

Carlitos Luís Sitoie

MILONE, André de Castro. **Astronomia no dia a dia.** São José dos Campos: INPE, 2003.

RIBEIRO, C. A. M. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para análises das relações entre o fator de visão do céu e as diferentes orientações da malha urbana** . Monografia (Superior de Tecnologia Em Geoprocessamento) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica da Paraíba, João Pessoa, 2003.

RODRIGUES JUNIOR, Manoel Alves**. Os calendários e sua contribuição para o ensino da astronomia.** 2012. Dissertação (Mestrado em Física e Astronomia) - Universidade do Porto Departamento de Física e Astronomia, Porto, 2012.

SILVA, J.G.R. **Ciclos orbitais ou ciclos de Milankovitch.** Textos de Glossário Geológico Ilustrado, 2007.

SILVA, Mário Adelmo Varejão. **Meteorologia e climatologia**. **Versão digital,** Recife, v. 2, mar 2006.

SILVA. Roberto G. **Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos.** I Simpósio sobre Sombreamento na Bovinocultura Tropical, Jaboticabal - SP, 2004. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27779/S0100-69162006000100029.pdf?sequence=1&isAllowed=y. acesso em: 28 de dez. 2017.

TROGELLO, Anderson Giovani. **Objetos de aprendizagem:** uma sequência didática para o ensino de astronomia, 2015. Acesso em: 8 jan. 2016.

VARELLA, Irineu Gomes. O sol fica apino na sua cidade. Coelum Australe. **Jornal pessoal de astronomia, física e matemática,** ano 4, n. 29, fev 2013.

VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS E EDÁFICAS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS NO MUNICÍPIO DE BELTERRA, PARÁ

Samilly de Oliveira Pinheiro Silva[1]
Daniela Pauletto[2]
Lucas Sérgio de Sousa Lopes[3]
Diego Damázio Baloneque[4]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar as variações microclimáticas e edáficas em sistemas silvipastoris, técnica de produção na qual se integram espécies florestais, forrageiras e os animais que realizam o pastejo em consórcio. A pesquisa foi conduzida na Fazenda Boa Safra, situada no km 62 da Rodovia Santarém-Cuiabá, no município de Belterra. Os dados foram coletados de forma pontual em outubro de 2016 em dois ambientes: quatro áreas de forragem e quatro áreas de plantação arbórea com as seguintes espécies: Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), Mogno Africano (*Khaya senegalenses* A. Chev.), Teca (*Tectona grandis* L. f.) e Cumaru (*Dipteryx odorata* Willd.). As variáveis estudadas foram temperatura e umidade do solo, estoque de serapilheira e cobertura do dossel. Os resultados indicam que cumaru é a espécie que oferece melhor conforto térmico em relação à temperatura comparada as outras espécies. Andiroba se destaca no aporte de serapilheira.

Palavras-chave: Componente arbóreo, Sistema agroflorestal, Sistemas integrados, Pastagem.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the microclimatic and edaphic variations in silvopastoral systems, production technique in which forest, forage species and the animals that graze in a consortium are integrated. The research was conducted at Fazenda Boa Safra, located at km 62 of the Santarém-Cuiabá Highway, in the municipality of Belterra. The data were collected in a timely manner in October 2016 in two environments: 4 forage areas and 4 tree planting areas with the following species: Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), African mahogany (*Khaya senegalenses* A. Chev.), Teak (*Tectona grandis* L. f.) and Cumaru (*Dipteryx odorata* Willd.). The studied variables were soil temperature and humidity, litter stock and canopy cover. The results indicate that Cumaru is the species that offers better thermal comfort in relation to temperature compared to other species. Andiroba stands out in the contribution of litter.

Keywords: Agroforestry system, Tree component, Integrated systems, Pasture.

INTRODUÇÃO

[1]

[2] Mestre em Ciências florestais e Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) e professora na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).
[3] Graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).
[4] Graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

A agrossilvicultura como ciência desenvolveu-se a partir da década de 1970, quando as principais hipóteses do papel das árvores sobre os solos tropicais foram desenvolvidas. Baseia-se na silvicultura, agricultura, zootecnia, no manejo de solos e em outras disciplinas ligadas ao uso da terra. Portanto, adota uma abordagem interdisciplinar com relação ao estudo dos sistemas de uso da terra (ENGEL, 1999).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) constituem-se uma área das mais promissoras, capaz de contribuir para o desenvolvimento de forma de uso sustentável do meio ambiente para satisfazer as demandas por alimentos e energia de uma população crescente no mundo. Sistemas agroflorestais podem melhorar/aumentar a eficiência com que os recursos (limitados) são utilizados, produzindo desse modo mais e/ou maior variedade de alimentos e produtos (PORFÍRIO DA SILVA, 1998).

Sistemas agroflorestais constituem sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras) são manejadas em associação com plantas herbáceas, culturas agrícolas e/ou forrageiras e/ou em integração com animais, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com um arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações ecológicas entre estes componentes (ABDO; VALERI; MARTINS, 2008).

Segundo Balbino, Barcellos e Stone (2011), sistema silvipastoril ou integração pecuária-floresta (IPF) se refere à técnica de produção na qual se integram espécies florestais, forrageiras e os animais que realizam o pastejo em consórcio.

Quando há pecuária integrada com floresta o foco é a oportunidade de "novos produtos e serviços" na mesma área que antes somente oferecia produto animal ou forrageiro. Especificamente para o produto animal, a IPF tem efeito sobre o desempenho produtivo e reprodutivo pela condição mais saudável do ambiente para os animais, ganhos relativos ao bem-estar e conforto animal (EMBRAPA, 2015).

Os sistemas agroflorestais podem contribuir para a solução de problemas no uso dos recursos naturais, devido às funções ecológicas e socioeconômicas. A presença de árvores no sistema traz benefícios diretos e indiretos, tais como o controle da erosão e manutenção da fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade, a diversificação da produção e o aumento do ciclo de manejo de uma área (ENGEL, 1999).

O objetivo principal dos SAFs é de otimizar o uso da terra, conciliando a produção florestal com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para produção agrícola.

O sistema silvipastoril é uma modalidade dos sistemas agroflorestais que se refere às técnicas de produção nas quais se integram animais, plantas forrageiras e árvores, na mesma área. Tais sistemas representam uma forma de uso da terra onde atividades silviculturais e pecuárias são combinadas para gerar produção de forma complementar pela interação dos seus componentes (GARCIA; COUTO, 1997).

Em pastagens adequadamente arborizadas, a produção animal é beneficiada pela melhoria das condições ambientais (proteção contra ventos frios, geadas, granizo, tempestades, variação brusca de temperatura do ar, entre outros).

De acordo com Porfírio da Silva (2001), pastagens arborizadas podem contribuir para a captura de carbono, para menor emissão de óxido nitroso (N_2O) e para a mitigação da emissão de gás metano (CH_4) pelos ruminantes. Todos esses gases são componentes atuantes no aquecimento da atmosfera global (o chamado "efeito estufa"). Tais benefícios permitem uma excelente oportunidade de marketing da forma de produção, do produto e de seus derivados, numa tendência crescente no mundo: a dos produtos ambientalmente corretos, socialmente benéficos e economicamente viáveis.

As espécies utilizadas para este estudo são: andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) – possui copa de tamanho médio, proporcionando uma sombra intensa; cumaru (*Dipter yx odorata* Willd.) – de crescimento rápido, excelente alternativa para reflorestamento; mogno africano (*Khaya senegalenses* A. Chev.) – árvore de porte alto, com madeira nobre muito utilizada na produção florestal; e teca (*Tectona grandis* L. f.) – grande porte, alto valor comercial de sua madeira e cultivada sob diferentes condições climáticas. Ambas as espécies apresentam rápido crescimento, boa forma de fuste e são uma excelente alternativa para reflorestamento e sistemas agroflorestais.

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar as variações microclimáticas e edáficas em sistemas silvipastoris no município de Belterra. Para atingir esse objetivo, buscou-se: a) determinar temperatura e umidade do solo nos diferentes ambientes de um sistema silvipastoril; b) avaliar a porcentagem de cobertura de copa promovida pelas quatro diferentes espécies; c) comparar o estoque de serapilheira depositado no solo por quatro diferentes espécies florestais; d) comparar os atributos químicos do solo em área de pastagem em relação à área com plantação arbórea.

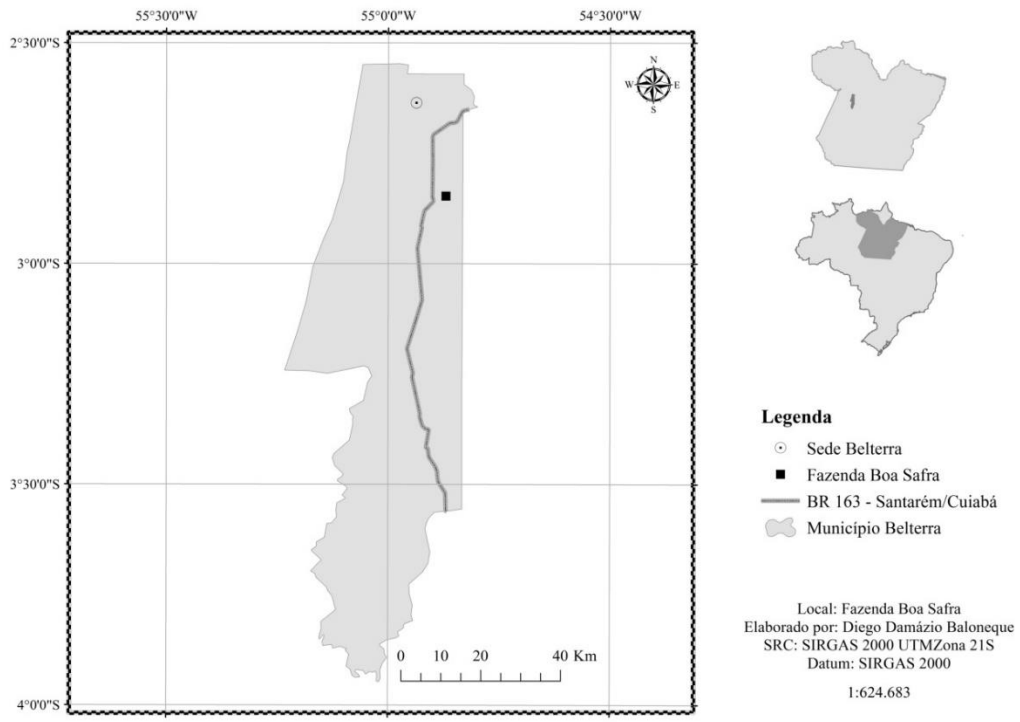
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada na Fazenda Boa Safra (Figura 1), localizada a 63 quilômetros de Santarém as margens da Rodovia Santarém-Cuiabá, no município de Belterra, PA. A propriedade possui 7.000 ha, onde 20% são utilizados para a criação de bovinos, na forma de manejo rotacional.

Segundo a definição climática de Köppen, a área de estudo possui um subclima tropical de monção (Am) apresentando uma precipitação anual acumulada, média, superior a 2.000 mm, com um período de seca que pode variar de 1 a 3 meses no intervalo de agosto a outubro.

Figura 1: Mapa de localização da Fazenda Boa Safra.



Fonte: Autores, 2018.

Descrição dos sistemas silvipastoris

Foram avaliados quatro sistemas silvipastoris. Cada sistema apresenta uma espécie florestal de porte arbóreo, sendo que a espécie forrageira predominante é o capim mombaça (*Panicum maximum*).

As espécies implementadas como componente arbóreo foram: (i) a andiroba (*Garapa guianensis* Aubl.), em plantio homogêneo com 5 fileiras de 8x8 m de espaçamento, dispostas no sentido leste-oeste, ocupando área de aproximadamente 1,5 ha; (ii) o cumaru (*Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd.), disposto em ranque de fileira dupla no sentido norte-sul, com espaçamento de 10x10 m, ocupando aproximadamente 5 ha, com densidade de 100 indivíduos por ha; (iii) mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.), disposto em fileiras simples em um transecto de 1 km, com espaçamento de 10 m, no sentido norte-sul; (iv) teca (*Tectona grandis* L. f.), com árvores dispostas em fileiras triplas, no sentido leste-oeste e espaçamento 7x7 m, ocupando uma área de aproximadamente 1,5 ha.

Todos os sistemas foram implementados simultaneamente, tendo 11 anos de plantio. Houve adubação inicial na cova utilizando-se composto de cama de frango. Os tratos silviculturais realizados foram poda e corte de cipó regulares de acordo com a necessidade de cada área. O tempo de isolamento do plantio, antes da interação com os bovinos, foi de 1 ano e 3 meses.

Coleta de dados

Para elaboração deste estudo foram feitas coletas durante quatro dias no mês de outubro de 2016, período que reflete o auge da estação mais seca do ano, quando se espera maior efeito da incidência solar sobre o microclima de determinada área, considerando que a partir da intensidade da radiação solar na superfície do solo que ele se aquece e resfria pela capacidade de absorção e perda de energia pela superfície (GASPARIM *et al*., 2005).

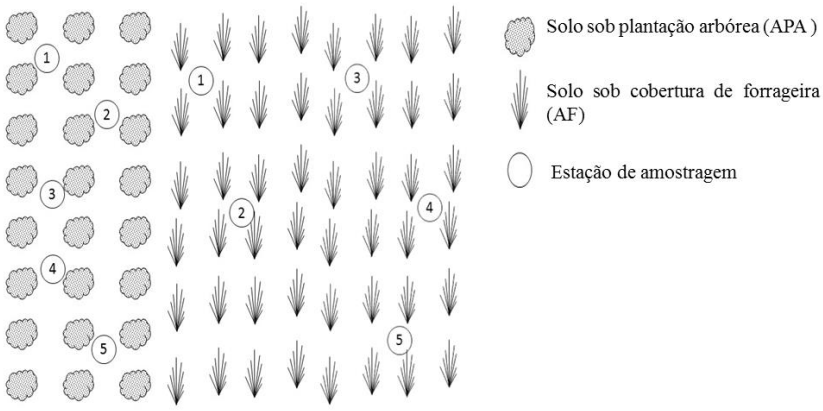
Foram coletadas informações sobre as variáveis de serapilheira, temperatura e umidade do solo, temperatura do ar e cobertura de copa, as quais são possivelmente influenciadas pela presença dos componentes arbóreos e forrageiros de cada sistema. De modo a facilitar a leitura, adotaram-se as siglas AF para coletas sob cobertura de forrageira e APA para coletas sob plantação arbórea.

Temperatura e umidade do solo e temperatura do ar

A temperatura do solo foi aferida em duas profundidades distintas, a 2 cm, a partir da inserção de hastes metálicas de um termo-higrômetro digital com sensor externo (Termopar-ITHT-2250), e a 20 cm, utilizando-se de um termômetro de solo analógico. Em cada aferição, aguardava-se até que a temperatura informada se estabilizasse nos devidos sensores.

O Termopar também foi utilizado para a obtenção da temperatura ambiente e da umidade do solo. As leituras, de ambas as variáveis, foram realizadas nos horários de 8h, 10h, 12h, 14h e 16h, em cada arranjo. Foram realizadas dez medições em diferentes pontos sendo cinco em área com forrageira (AF) e cinco em áreas com presença de plantação arbórea (APA) conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Ilustração da amostragem para medição de temperatura e umidade do solo e da temperatura do ar.



Fonte: Autores, 2018.

Estoque de serapilheira

Para avaliação do estoque de serapilheira foram coletadas amostras em cada área de plantação arbórea: cinco pontos entre as árvores e cinco pontos abaixo da árvore de cada espécie. Para tal, utilizou-se um molde vazado de madeira com dimensões de 50 cm x 50 cm que, depois de acomodado ao solo, servia de referência para coleta de todo material vegetal depositado sobre o solo. Posteriormente, todas as amostras foram

acondicionadas em sacos de papel, etiquetadas, levadas à estufa com circulação de ar a 70°C e pesadas em balança de precisão até peso constante.

Cobertura de dossel

Foi determinado o índice de cobertura do dossel, por leituras realizadas em cinco pontos diferentes para cada espécie, às 12h, sempre pelo mesmo operador para minimizar erros de leitura, com o uso do densiômetro esférico côncavo (Marca Wildco, modelo B), nivelado a 1,30 m de altura do solo.

O densiômetro é composto por um espelho, com o seu centro dividido em 24 quadrantes. Para a leitura, cada quadrante é dividido em quatro, somando 96 quadrantes. Para estimar a cobertura são contados quantos quadrantes foram preenchidos pela sombra do dossel projetada no espelho do densiômetro. Este total foi multiplicado por 1,04, coeficiente este que permite a estimativa de cobertura de dossel em porcentagem.

Análise de dados

Para processamento e análise dos dados de temperatura e umidade, utilizou-se o teste Tukey para comparação de médias a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa Assistat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

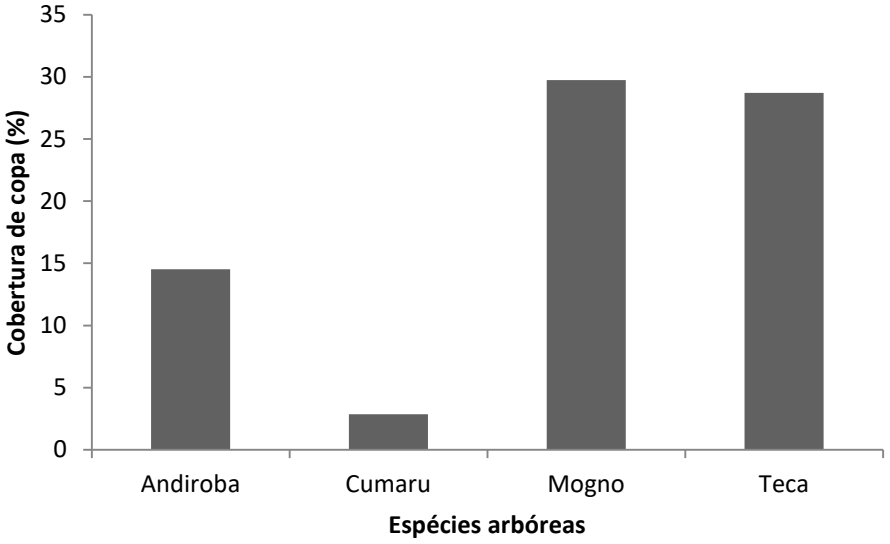
Cobertura de copa

O maior índice de fechamento de dossel foi obtido pelo mogno africano (29%) e pela teca (28%), e o menor índice de cobertura foi identificado no cumaru (2%), que se mostrou estatisticamente igual à andiroba (Figura 3). Esta porcentagem é variável conforme a época de coleta de dados, visto que as espécies que têm características de caducifólia alternaram a formação de dossel ao longo do ano.

Como exemplo, tem-se a teca, que perde suas folhas geralmente no período seco (EMBRAPA, 2007), fato este que não foi observado neste estudo, e também é o caso do cumaru, que, geralmente, fica sem as folhas em meses sem chuva para não sofrer com o processo de evaporação, o que explica seu menor índice de cobertura de dossel (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

O espaçamento do plantio de cumaru também pode ter influenciado nesta perda de folhas, pois as dimensões preconizadas são de 4 m x 4 m enquanto que no plantio deste estudo o espaçamento é de 10 m x 10 m. Porfírio da Silva (2006) destaca que o agrupamento de árvores e o plantio das mesmas em grandes espaçamentos quadrados (plantio reticulado ou em grade), ou em linhas (renques) largamente espaçadas, pode proporcionar alta produção de forragem, porém a condução do rebanho pode ser dificultada pelo padrão de distribuição em bosquetes.

Figura 3: Porcentagem de cobertura de copa nas espécies arbóreas em sistema silvipastoril no município de Belterra, Pará.

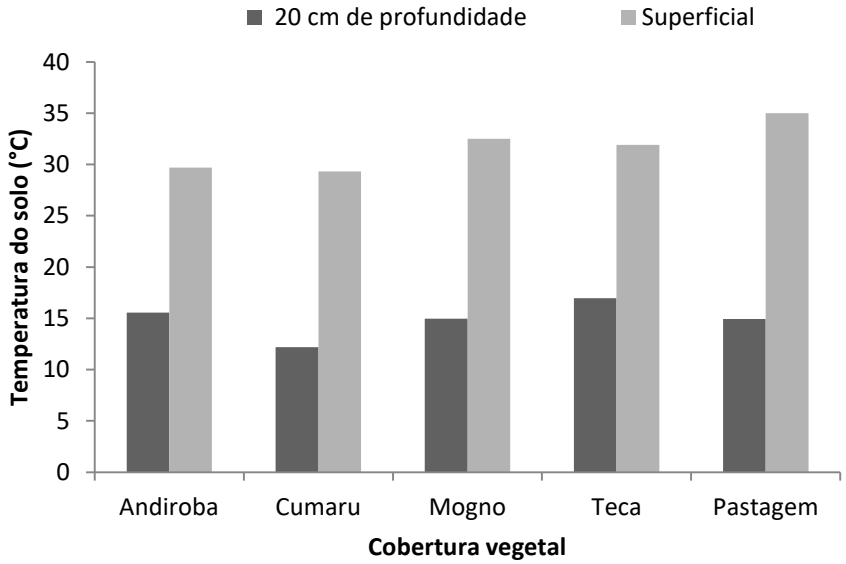


Fonte: Autores, 2018.

Temperatura e umidade do solo e temperatura do ar

Entre as quatro espécies avaliadas, a temperatura do solo a 20 cm, temperatura do ambiente e a umidade do solo não tiveram uma grande variação. No entanto houve diferença significativa na temperatura superficial do solo (2 cm) entre espécies arbóreas e pastagem, com médias de 30,85°C e 35°C, respectivamente (p=0,0089) (Figura 4).

Figura 4: Temperatura média superficial do solo (2 cm) e a 20 cm de profundidade sob diferentes coberturas vegetais em sistema silvipastoril no município de Belterra, Pará.



Fonte: Autores, 2018.

Segundo Kaiser *et al.* (2001), a temperatura do solo é uma variável meteorológica que determina os níveis de evaporação e aeração deste; devido a isso, a dinâmica da temperatura do solo é fundamental no desenvolvimento da agricultura, pois sua variação interfere diretamente na germinação e no crescimento das plantas, assim como na sua absorção de água e nutrientes. Na atividade pecuária as árvores promovem modificações microclimáticas importantes, como redução na temperatura do ar e do solo e manutenção de maior teor de umidade.

Pode-se inferir que o cumaru, para a variável temperatura do ambiente, foi a espécie que apresentou maior estabilidade térmica, pois nos horários de pico de radiação (entre 12h e 14h) se manteve com 37,5ºC (Tabela 1), sendo a menor temperatura entre as espécies, com 6°C menos que a temperatura do ar sob o plantio de teca, que resultou na temperatura mais alta (43,5°C).

Dessa forma, observa-se que o cumaru pode proporcionar um melhor conforto térmico, conforme é citado por Embrapa (2002), apresentando boa forma de fuste e considerado excelente alternativa para sistemas agroflorestais.

É um importante fator para melhoria na produção bovina, que é beneficiada pelas condições ambientais, e permite uma excelente oportunidade de marketing da forma de produção, do produto e de seus derivados, numa tendência no mundo, a dos produtos ambientalmente corretos, socialmente benéficos e economicamente viáveis

(PORFÍRIO DA SILVA, 2006). Já a temperatura no ambiente povoado pelo mogno teve um desempenho muito semelhante à pastagem, que no horário de pico chegou a aproximadamente 40°C.

Na pastagem a temperatura do ambiente variou 10°C ao longo do dia, mas nas áreas de mogno africano e cumaru variou somente 4°C, andiroba 5°C e teca 6°C (Tabela 1).

Tabela 1: Média de temperatura do ambiente (°C) e temperatura superficial do solo a 2 cm ao longo do dia sob a cobertura de espécies arbóreas e em pastagem em sistema silvipastoril no município de Belterra, Pará.

	Temperatura do ambiente (°C)					**Temperatura superficial do solo (ºC)**				
Hora	Andiroba	Cumaru	Mogno africano	Teca	Pastagem	Andiroba	Cumaru	Mogno africano	Teca	Pastagem
08:00	31	28,9	35,2	31,4	32,03	26,2	26,7	29,5	27,1	28,6
10:00	35,1	33,3	39,4	38,0	37,0	29,2	28,4	32,8	30,7	34,1
12:00	38,2	37,4	39,4	43,4	40,21	30,5	30,4	33,7	33,1	38,7
14:00	39	37	38,6	40,2	38,8	31,2	30,3	33,2	35,2	38,3
16:00	37,6	37,1	35,8	38	37,3	31,3	30,8	33,1	33,3	35,02
Média	36,3	34,8	37,7	38.3	37,1	29,7	29,3	32,5	31,9	35,0

Fonte: Autores, 2018.

Pode-se observar que no solo com cobertura do plantio de teca as temperaturas superficiais tiveram os maiores valores ao longo do dia, alcançando 35°C às 14 horas. Atribui-se isto a sua característica de copa, pois esta espécie não forma um dossel amplo, permitindo maior passagem de energia solar pela copa e fazendo com que as temperaturas fiquem elevadas na projeção. Devido a maior estabilidade ao longo dia, a maior média de temperatura superficial é no solo sob o plantio de mogno africano.

Nota-se que as maiores temperaturas ao longo do dia são na área com pastagem. Em média a temperatura superficial na pastagem é de 3,1 a 5,7 graus maior que sob o solo com cobertura arbórea. A vegetação retém parte do calor que penetra na camada superficial do solo durante o dia e faz com que a amplitude térmica na cobertura com vegetação seja menor do que na condição de solo sem vegetação.

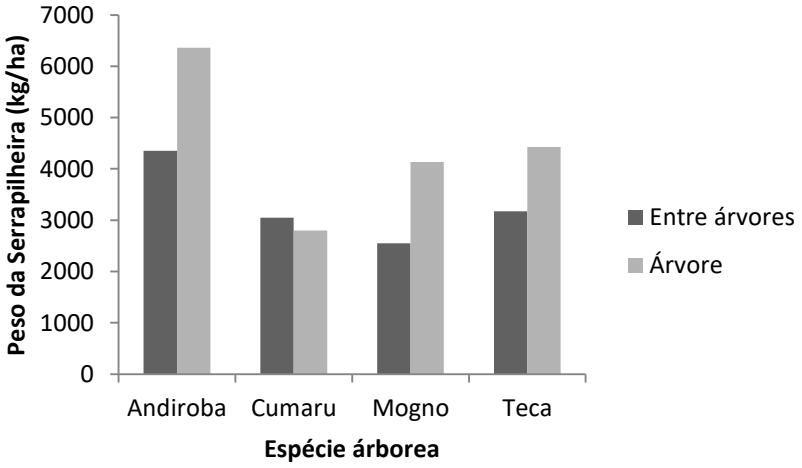
Serapilheira

Verifica-se na figura 5 que a contribuição da biomassa retornada ao solo via serrapilheira foi maior embaixo das árvores e entre as árvores de andiroba com valores médios de 6.358,6 e 4.353,0 kg/ha, respectivamente. O cumaru apresentou menor aporte embaixo das árvores e maior entre as árvores (3.048,9 e 2.798,1).

Fernandes *et al.* (2006) verificou aporte de serrapilheira de plantio de andiroba na Flona Mário Xavier, RJ, com valor de 9.200 kg/ha/ano. Segundo ele, o estádio de maturação do ecossistema é um dos fatores determinantes nas taxas de deposição de serapilheira e um ecossistema jovem deposita mais matéria orgânica que um estabilizado.

Em sistema agroflorestal em Viçosa-MG, a produção de serrapilheira total foi estimada em 10.165,13 kg.ha (ARATO *et al.*, 2003).

Figura 5: Estoque de serapilheira no solo sob quatro espécies arbóreas em sistema silvipastoril.



Fonte: Autores, 2018.

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a inserção de árvore em áreas de criação animal pode criar condições edafoclimáticas que favorecem o conforto animal, onde a sombra atenua as temperaturas extremas, serve de abrigo para os animais e diminui o impacto de chuvas e vento, além de melhorar a produção, qualidade e sustentabilidade das pastagens.

Estimular a conversão de áreas de pastagens em sistemas silvipastoris é muito importante, e traz benefícios econômicos e ambientais.

O cumaru é a espécie que oferece melhor conforto térmico em relação à temperatura comparada às outras espécies, pois apresentou valores médios menores, apesar de indicar o menor índice de cobertura arbórea no período avaliado.

Mogno africano e teca apresentam maior cobertura de copa devido ao tamanho das suas folhas e ao espaçamento, o que indica melhores condições para ruminação e repouso dos animais.

REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnológica & Inovação Agropecuária**. p. 50-59, dez. 2008.

ARATO, H. D. *et al.* Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área Degradada em viçosa-mg. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p. il. color. Edição bilíngue: português e inglês.

EMBRAPA. **Recomendações Técnicas.** Cumaru, *Dipterix odorata* Willd. Família Leguminosae. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

EMBRAPA. **Sistema de produção de teca para o Estado de Rondônia**. Editado por Abadio Hermes Vieira. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2007.

EMBRAPA. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável.** Editores técnicos Valdemir Antônio Laura, Fabiana Villa Alves e Roberto Giolo de Almeida. Brasília: Embrapa, 2015.

ENGEL, V. L. **Introdução aos sistemas agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.

FERNANDES, M. M. *et al*. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006.

GARCIA, R; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa, MG. **Anais** [...]. Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 447-471.

GASPARIM, E.; PRANDINI RICIERI, R.; LIMA SILVA, S. D., DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 1, 2005.

KAISER, D. R.; STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. D.; DA SILVA, V. R.; FERREIRA, F.; KUNZ, M. **Temperatura do solo afetada por diferentes estados de compactação**. Santa Maria, 2001.

PORFÍRIO DA SILVA, V. Arborização de pastagens como prática de manejo ambiental e estratégia para o desenvolvimento sustentável no Paraná. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM. M. J.; CARNEIRO, J. da C. (Org.). **Sistemas agroflorestais pecuários**: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 235-255.

PORFÍRIO DA SILVA, V. Arborização de pastagens: I procedimentos para introdução de árvores em pastagens convencionais. Colombo, PR. Dez, 2006.

PORFÍRIO DA SILVA, V. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea ronusta* A. Cunn. Ex R. Br. na região noroeste do Paraná**. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de santa Catarina. Florianópolis, SC, 1998.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. **Baru**: biologia e uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

Samilly de Oliveira Pinheiro Silva, Daniela Pauletto, Lucas Sérgio de Sousa Lopes, Diego Damázio Baloneque