



Belém (PA), 18 a 20 de Novembro de 2014.

ANAIS

Artigos Aprovados – 2014

Volume I

ISSN: 2316-7637



III SIMPÓSIO
DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
NA AMAZÔNIA

**Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e
Tecnologia**
18, 19 e 20 de novembro de 2014

CARACTERIZAÇÃO DA VARIAÇÃO DIÁRIA E SAZONAL DO CO₂ ATMOSFÉRICO EM CULTIVO DA PALMA DE ÓLEO COM HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS (*Elaeis guineensis* X *Elaeis oleifera*) NO LESTE DA AMAZÔNIA

Bárbara Cristina Santos de Oliveira¹, Alessandro Carioca de Araújo²

¹ Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia.
barbara_oliveira2495@hotmail.com.

² Pesquisador A. Embrapa Amazônia Oriental.

RESUMO

Estudos acerca das mudanças climáticas constataram que o aumento substancial da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera (GEE), como o dióxido de carbono (CO₂), poderá causar consequências ao meio ambiente e aos seres vivos em diversos aspectos, sobretudo em regiões de grande biodiversidade, como a Amazônia. A região possui uma grande extensão de áreas degradadas oriundas principalmente de desmatamentos. Atualmente têm-se investido no cultivo de culturas perenes como a palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) visando recuperar estas áreas. Medidas contínuas do perfil vertical da concentração do CO₂ atmosférico ([CO₂]) foram obtidas durante os meses de março a junho de 2014 em plantio com híbridos interespecíficos da palma de óleo, na empresa Marborges Agroindústria S.A., Moju, Pará. Esse período compreendeu o máximo da estação chuvosa e a transição para a estação seca no leste da Amazônia. Durante o período noturno, [CO₂] aumentou nos níveis próximos do solo, atingindo valores de até 393 ppm. E, durante o diurno, a menor [CO₂] foi igual a 379 ppm, observada à altura média da copa (~6 m). A curva média da variação diária da [CO₂] mostrou um decréscimo próximo às 7h30 e voltou a aumentar às 18h.

Palavras-chave: dióxido de carbono. dendê. perfil vertical.

1. INTRODUÇÃO

Avaliações feitas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) através de observações da atmosfera, terra, oceanos e criosfera apontaram o aumento substancial na concentração atmosférica de gases do efeito estufa (GEE), tais como CO₂, CH₄ e NO₂. Estes alteram outros fatores físicos que influenciam a vida na Terra, tais como aquecimento e acidificação dos oceanos, derretimento das calotas polares, aumento da temperatura e alterações hidrológicas (IPCC, 2013). Nesse contexto, estudos mostram que a região amazônica seria uma das regiões mais afetadas pela mudança do clima com impactos na hidrologia e na biodiversidade. (Malhi et al., 2008).

Até o ano de 2009, as florestas na Amazônia brasileira tiveram aproximadamente 72 milhões de hectares desmatados, a uma taxa média de 20.000 km² por ano (Homma, 2010). A perda da Floresta Amazônica no curto prazo pelo desmatamento direto ou no longo prazo

pelas mudanças climáticas poderia ter impactos que exacerbam as mudanças do clima ou da cobertura florestal em um círculo vicioso. Além disso, esses dois fatores desencadeadores de mudanças na cobertura florestal provavelmente não atuam de forma independente um do outro (Marengo et al., 2011).

Segundo Reijnders et al. (2008), na tentativa de mitigar os GEE através do sequestro de CO₂ atmosférico, cada vez mais as práticas de recuperação de áreas degradadas pelo desmatamento vêm crescendo, principalmente aquelas baseadas em plantios de cultivos perenes. Nesse cenário, a palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma cultura bastante interessante por ser perene e de porte arbóreo, além de apresentar um potencial considerável para imobilizar o carbono atmosférico (Lamade et al. 2005). No Brasil, particularmente na região amazônica, essa cultura também representa uma alternativa viável à diminuição do uso de combustíveis fósseis, através do investimento na produção de biocombustíveis com o óleo de palma (Carvalho, 2011). Desse modo, o avanço dos cultivos na Amazônia demanda informações indispensáveis sobre a sustentabilidade do setor da palma de óleo, principalmente no que diz respeito ao seu potencial mitigador no contexto das mudanças climáticas.

No contexto da expansão da palma de óleo no Brasil, há considerável falta de estudos sobre a micrometeorologia dos plantios. A maioria dos trabalhos nessa área foram conduzidos no sudeste da Ásia e oeste da África. Entretanto, existem particularidades nesses locais que não podem ser consideradas para a Amazônia, ainda que o clima seja tropical. Por exemplo, apesar de a palma de óleo africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) ser a mais produtiva entre todas as oleaginosas (8 a 10 t de óleo.ha⁻¹.ano⁻¹), ela possui alta susceptibilidade ao amarelecimento fatal (AF), que é um dos principais limitadores da expansão da cultura no estado do Pará (Cunha et al., 2010). Por outro lado, o Caiuá (*Elaeis oleifera* (Kunth), Cortés), originário da Amazônia, é importante fonte de variabilidade genética devido ao lento crescimento e resistência ao AF. O cruzamento do Caiuá com a palma de óleo africana produz um híbrido interespecífico (HIE) viável, resistente e tão produtivo quanto o africano (Cunha et al., 2005). Em 2010, a Embrapa lançou o cultivar de HIE Manicoré, recomendado para área de incidência de AF (Cunha & Lopes, 2010).

O HIE está sendo avaliado em escala comercial em áreas de alta incidência de AF no estado do Pará. Este trabalho faz parte de um esforço maior para caracterizar a micrometeorologia do HIE, no qual se busca o entendimento das interações biofísicas, das

quais a avaliação da dinâmica diária e sazonal da concentração do CO₂ atmosférico ([CO₂]) faz parte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na empresa Marborges Agroindústria S.A., localizada próximo ao município de Moju, Pará, em um replantio com híbridos interespecíficos da palma de óleo (*Elaeis guineensis* X *Elaeis oleifera*) com idade de sete anos. O sistema foi instalado em uma torre de alumínio de 23 metros de altura e as medidas do perfil vertical da [CO₂] foram realizadas de acordo com Xu et al. (1999) e Molder et al. (2000). É composto de: um conjunto de seis válvulas solenoides (EVO-3-12, Clippard, Cincinatti, OH, EUA); um conjunto de seis tubos de poliuretano, com comprimento variado para cada um dos níveis e com tela de proteção nas extremidades para evitar a entrada de insetos e material sólido maiores do que 0,3 mm; um analisador de gás por infravermelho (IRGA, na sigla em inglês) (LI-820, LI-COR Inc., Lincoln, NE, EUA); uma microbomba de ar (NMP850KNDCB, KNF Neuberger, Freiburg, Alemanha) para coletar o ar do nível que está sendo amostrado até o IRGA; e um filtro de ar (ACRO 50 PTFE 1 µm; Gelman, Ann Arbor, Michigan, EUA) antes da entrada de ar do IRGA para evitar a entrada de micropartículas; um dispositivo síncrono de medidas (SDM-CD8S, Campbell Scientific Inc., Logan UT, EUA) para controlar o acionamento das válvulas solenóides e um microcontrolador eletrônico (CR1000, Campbell Scientific Inc., Logan UT, EUA) para controlar o sistema e registrar os dados.

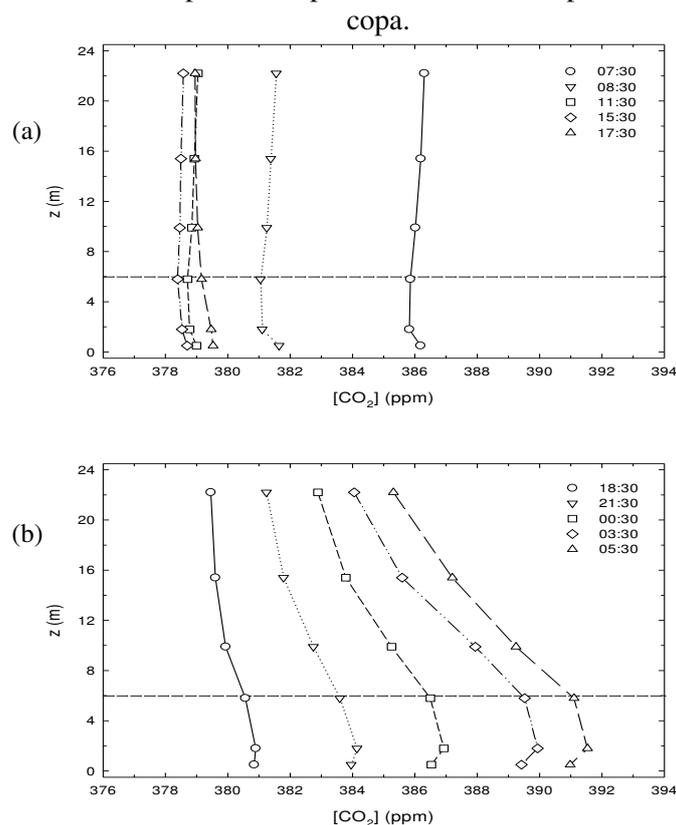
Os seis níveis que compõem o perfil vertical estão localizados nas seguintes alturas: 0.5; 1.8; 5.8; 9.9; 15.4; e 22.2 m. O ar atmosférico de cada nível foi amostrado a uma vazão de cerca de 1 litro minuto⁻¹ durante 150 segundos. Neste intervalo, o microcontrolador eletrônico registrava 5 leituras da [CO₂] (uma a cada 30 segundos), que eram então utilizadas para obter uma média aritmética. Um ciclo completo ao longo do perfil vertical era realizado a cada 15 minutos e, ao final, este era o tempo utilizado para o registro das médias daquele intervalo. Foram realizadas visitas de campo quinzenais para a substituição dos cartões de memória (CFMC2G, Campbell Scientific Inc., Logan UT, EUA) dos controladores de dados da torre e levados para a Embrapa em Belém, PA, onde passaram por um controle de qualidade e foram inseridos no banco de dados para serem analisados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os perfis verticais médios da $[CO_2]$ acima e abaixo da copa da palma de óleo nos períodos diurno e noturno de 76 dias da estação úmida de 2014, durante os meses de março até maio. As $[CO_2]$ no perfil foram maiores no período noturno, particularmente durante a madrugada, permanecendo pouco maiores mesmo após o amanhecer (e.g. 7h30) (Figura 1a). Nas alturas inferiores a 2 m, $[CO_2]$ foi maior devido à proximidade das fontes de CO_2 (estipe, bases peciolares e superfície do solo).

Adicionalmente, $[CO_2]$ diminuiu com a altura e os incrementos foram maiores ao longo do tempo nos níveis mais próximos do dossel e do solo (Figura 1b). As maiores concentrações observadas nesse período ocorreram no horário das 5h30 na altura de 1,8 m acima do solo, provavelmente, representando o horário do dia no qual o acúmulo de CO_2 oriundo da respiração do solo e das plantas durante toda a noite é máximo.

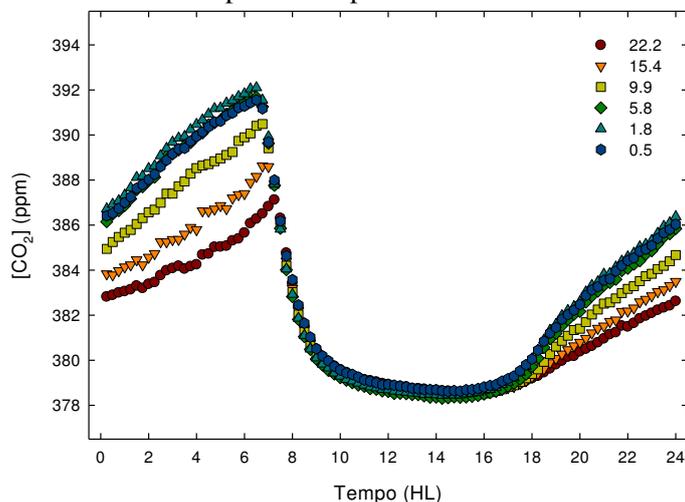
Figura 1 – Perfil vertical médio da $[CO_2]$ durante algumas horas (a) do dia e (b) da noite, durante 76 dias da estação úmida de 2014 em plantio de palma de óleo. Linha pontilhada indica a altura média da copa.



A figura 2 mostra o ciclo médio diário das concentrações de CO_2 , durante 76 dias da estação úmida de 2014. A variação da $[CO_2]$ indica que o valor máximo foi de 393 ppm às 5h, enquanto que o valor mínimo foi de 379 ppm, ocorrido aproximadamente no intervalo entre 13h e 15h. Pode-se observar que após o nascer do sol, mais precisamente às 7h30, a

concentração diminui rapidamente até atingir a estabilização por volta das 10h. A partir deste horário ela varia pouco voltando a aumentar aproximadamente às 18h.

Figura 2 – Curva diária média do perfil vertical da $[CO_2]$ para 76 dias da estação úmida de 2014 em plantio de palma de óleo.



Nos níveis mais próximos ao solo (0,5 e 1,8 m), $[CO_2]$ diminuiu antes que a dos demais níveis, devido à dinâmica da fotossíntese e absorção de CO_2 ser mais intensa abaixo da copa. Além disso, pode-se atribuir a diminuição da $[CO_2]$ e a pouca diferença dos valores entre os níveis ao aumento da mistura turbulenta do ar durante o dia, pois a mesma é responsável pela dispersão do CO_2 na atmosfera.

Ao fim do dia (18h), quando as plantas deixam de realizar a fotossíntese, observa-se o início do aumento das $[CO_2]$, lenta e gradual no decorrer de todo o período noturno. Nos níveis abaixo da copa, as $[CO_2]$ aumentam e atingem maiores concentrações do que os demais, provavelmente pela contribuição da respiração do solo e das plantas ser maior nessas alturas. Por exemplo, de acordo com Chambers et al. (2004), durante a noite a maior contribuição de liberação de CO_2 é pelo solo, compreendendo cerca de 50% do total. Adicionalmente, há também a diminuição da turbulência durante a noite permite que ocorra um maior acúmulo do CO_2 atmosférico, principalmente abaixo do dossel da palma de óleo (Figura 2).

4. CONCLUSÕES

Foi observado um aumento da $[CO_2]$ durante a noite e diminuição durante o dia. As menores $[CO_2]$ foram observadas durante o dia, na altura média do dossel da palma de óleo (~379 ppm), e as maiores nas mesmas alturas, durante a noite (~393 ppm). O aumento e diminuição da $[CO_2]$ dos níveis abaixo do dossel foi mais rápido do que aqueles acima da

copa, provavelmente como resultado dos processos de fotossíntese, respiração e mistura turbulenta.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. M. Strategic Environmental Assessment for sustainable expansion of palm oil biofuels in Brazilian north region. **Energy & Environment**, v. 22, n. 5, p. 565-572, 2011.

CHAMBERS, J. Q., TRIBUZY, E. S., TOLEDO, L. C., CRISPIM, B. F., HIGUCHI, N., SANTOS, J. D., ARAÚJO, A. C., KRUIJT, B., NOBRE, A. D., TRUMBORE, S. E. Respiration from a tropical forest ecosystem: partitioning of sources and low carbon use efficiency. **Ecological Applications**, v. 14, n. sp4, p. 72-88, 2004.

CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R. B. R. S. **Manicoré: Híbrido Interespecífico entre o Caiaué e o Dendezeiro Africano Recomendado para Áreas de Incidência de Amarelecimento-Fatal**. Comunicado Técnico 85. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 4p, Setembro 2010.

CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R.; BARCELOS, E.; RODRIGUES, M. R. L.; TEXEIRA, P.C.; ROCHA, R. N. C. **Produção de híbridos interespecíficos dendê (*Elaeis guineenses*) x caiaué (*Elaeis oleífera*)**. In.: III Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Gramado, RS, 2005.

HOMMA, A. K. O. **Agroenergia: a entrada de um novo ciclo na Amazônia**. In: Gomes Júnior, R. A. (ed.). Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da agricultura familiar, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Parte I, pp. 3-8, 2010.

IPCC. **Climate Change: The physical science basis. Introduction**. In CUBASCH, U., D. WUEBBLES, D. CHEN, M.C. FACCHINI, D. FRAME, N. MAHOWALD, AND J.-G. WINTHER: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

LAMADE, E.; BOUILLET, J.P. Carbon storage and global change: the role of oil palm. **Oléagineux Corps gras Lipides** 12 (2): 154-160, 2005.

MALHI, Y., ROBERTS, J. T., BETTS, R. A., KILLEEN, T. J., LI, W., & NOBRE, C. A. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**, 319(5860), 169-172, 2008.

MOLDER M., LINDROTH A., HALLDIN S. Water vapor, CO₂, and temperature profiles in and above a forest – accuracy assessment of an unattended measurement system. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, 17 (4):417–425, 2000.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CHOU, S. C.; TOMASELLA, J.; SAMPAIO, G.; ALVES, L. M.; OBREGON, G. O.; SOARES, W. R.; BETTS, R.; KAY, G. **Riscos das mudanças climáticas no Brasil: análise conjunta Brasil - Reino Unido sobre os impactos**

das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. [S. L.]. INPE/Met Office, 2011.

OLIVEIRA P.J. & FISCH G. Efeito da Turbulência na Camada Limite Atmosférica em áreas de Floresta e Pastagem na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 15(2): 39–44, 2000.

REIJNDERS, L.; HUIJBREGTS, M. A. J. Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases. **Journal of cleaner production**, v. 16, n. 4, p. 477-482, 2008.

XU, L. K., MATISTA, A. A., HSIAO, T. C. A technique for measuring CO₂ and water vapor profiles within and above plant canopies. **Agricultural and Forest Meteorology**, 94 (1):1–12, April, 1999.