

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ESTUDO DA RESPIRAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE
FLORESTA, CAMPO SUJO E CAMPO LIMPO NO MUNICÍPIO
DE HUMAITÁ-AM.

Bolsista: Sinara dos Santos, FAPEAM

HUMAITÁ - AM
Junho de 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB – E/0151/2011-2012
ESTUDO DA RESPIRAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE
FLORESTA, CAMPO SUJO E CAMPO LIMPO NO
MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM.

Bolsista: Sinara dos Santos, FAPEAM
Orientador: Prof Msc. Fabricio Berton Zanchi

HUMAITÁ - AM
Junho de 2012

RESUMO

Respiração do solo é o fluxo de CO₂ da superfície de liteiras que consiste de respiração de raízes, decomposição microbiana da matéria orgânica do solo, derivada de raízes mortas, raízes exsudadas, raízes decompostas por fungos endofíticos e decomposição microbiana de folhas e madeira sobre o solo. O processo de respiração do solo, depois da fotossíntese, é o segundo maior responsável pelo fluxo de carbono nos ecossistemas terrestres. O fluxo de CO₂ do solo depende de vários fatores, podendo ser correlacionado diretamente com a temperatura e com a umidade do solo e indiretamente como as variações sazonais, nutrientes no solo, atividades biológicas, índice de área foliar, quantidade de raiz e quantidade de microorganismos no solo. A região de Humaitá apresenta características bem peculiares, dentro da Amazônia com ocorrência de fisionomias de transição Campos/Floresta. O objetivo deste trabalho foi Analisar a variabilidade do efluxo de CO₂ do solo, utilizando câmaras de respiração do solo em áreas de floresta, campo sujo e campo limpo, correlacionando variáveis climáticas, como a temperatura e a umidade, que influenciam a respiração do solo. As medidas foram feitas na reserva pertencente ao 54° BIS de Humaitá. A Respiração do solo foi medida baseada no método das câmaras estático-dinâmicas, usando o Sistema automático de fluxo de CO₂ LI-COR 8100, conectado a uma câmara “portátil” com 10 cm de diâmetro, acoplada a um analisador de gás por infravermelho. Para as medidas de temperatura e umidade do solo respectivamente, foram utilizados 2 sensores tipo Termopar “E” e um sensor modelo ECH₂O Ec-10. Todas as áreas apresentaram maior respiração do solo no início do período chuvoso no mês de outubro e menor incidência em meados de janeiro e no mês de fevereiro, possivelmente em decorrência da saturação do solo. A área de floresta apresentou o maior efluxo em praticamente todos os meses amostrados. Devido a problemas técnicos os dados de umidade não se mostraram coerentes para este estudo. Não foi encontrada uma boa correlação entre respiração e temperatura do solo, algo que também já foi observado em estudos similares nesta região. Os resultados encontrados neste trabalho indicam que em estudos futuros seria interessante que as medidas fossem feitas por um maior período de tempo a fim de avaliar a variação da emissão de CO₂ nas diferentes áreas em decorrência da sazonalidade.

SUMARIO

RESUMO	3
1.INTRODUÇÃO	5
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1. Vegetação e solo	6
2.1.1.Floresta	6
2.1.2 Campo Limpo e campo sujo	6
2.2. Respiração do solo	7
2.2.1 Umidade e Temperatura.....	8
3.DESCRICÃO METODOLÓGICA.....	9
3.1.Área de estudo	9
3.2.Técnica de Medida do Efluxo de CO ₂	9
3.2.1.Câmara de respiração do solo	9
3.2.2.Sensores de Temperatura e Umidade do solo	11
3.2.3.Período de medidas	12
3.3.Compilação dos dados	12
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
4.1.Precipitação	13
4.2.Análise total	13
4.3.Umidade e Respiração do Solo	21
4.4.Temperatura e Respiração do Solo	22
5.CONCLUSÕES	26
5.1. CONSIDERAÇÕES	27
REFERÊNCIAS	28
CRONOGRAMA	34

1. INTRODUÇÃO

A energia solar chega até a superfície da terra na forma de radiação de ondas curtas. Tal radiação é absorvida, aquece a superfície terrestre e é enviada para o espaço na forma de radiação infravermelha (ondas longas). Gases como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), juntamente com o vapor de água (H_2O), são chamados gases do efeito estufa, representam cerca de 1% da atmosfera, sendo os responsáveis por parte da absorção da radiação infravermelha, impedindo que esta seja enviada para o espaço, espalhando tal radiação de volta para a superfície da terra.

Atualmente esta é uma grande preocupação científica, o aumento dos gases estufa na atmosfera e suas contribuições para o aquecimento global, o que é uma linha de pesquisa priorizada pelo World Climate Research (WRCR), e discutida no Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). No balanço global de carbono é relevante entender os fluxos atmosféricos de CO_2 à superfície nos diversos ecossistemas terrestres. O papel da biosfera vincula os processos de evapotranspiração e emissão/remoção de CO_2 atmosférico, estando desta forma fortemente relacionado à questão de variabilidade climática regional e global (SARMIENTO AND GRUBER, 2002).

Segundo SOTTA et al. (2004) e SALIMON et al. (2004) o fluxo de CO_2 do solo é fortemente correlacionado com a temperatura e com a umidade do solo. Entretanto, esses autores afirmaram que nem sempre uma função exponencial representa à melhor resposta do fluxo de CO_2 do solo à variação de temperatura.

O processo de respiração do solo, depois da fotossíntese, é o segundo maior responsável pelo fluxo de carbono nos ecossistemas terrestres (DAVIDSON et al., 2002). Devido à sua dimensão, pequenas variações na taxa de respiração do solo podem ter grandes efeitos na concentração de CO_2 atmosférico.

Este trabalho teve como objetivo a análise da variabilidade do fluxo de CO_2 do solo, adotando uma metodologia de medição do efluxo (conhecida como respiração ou emissão) de CO_2 , utilizando-se uma câmara de solo acoplada a um analisador de gás infravermelho (Licor-8100). Os dados de respiração do solo e sua correlação com a temperatura do solo e umidade do solo foram estimados a partir de dados coletados em áreas de floresta tropical, campo limpo e campo sujo próximo ao município de Humaitá no sul do Amazonas. O intuito foi identificar qual desses ecossistemas tem maior emissão de CO_2 , visando que estes dados sejam utilizados para elaboração de inventários das emissões futuras de carbono para esta área.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Vegetação e solo

Existem no sul do Amazonas aproximadamente 560 mil hectares de campos de cerrados. A região não é coberta por campos contínuos, mas por várias unidades isoladas entremeadas por matas. O relevo é próximo do tipo tabuleiro, de pequeno desnível, com os bordos ligeiramente abaulados (BRAUN & RAMOS, 1959).

A região de Humaitá apresenta características bem peculiares, dentro da Amazônia com ocorrência de fisionomias de transição Campos/Floresta que de acordo com MARTINS et al. (2006) têm uma estreita relação com as propriedades do solo.

Estudos realizados por SPERA (1995) e SPERA et al. (1996) mostraram que a transição da vegetação de campo/mata está relacionada à mudança do tipo de solo e de suas propriedades físico-hídricas. MARTINS (2001) estabeleceu que a ocorrência de solos com maior profundidade efetiva, melhor drenagem e maior volume de armazenamento de água, favorece o aparecimento da vegetação de Floresta. Em condições opostas a estas, a pior drenagem favorece o aparecimento da vegetação de campo natural.

2.1.1. Floresta

Na tipologia das Florestas na região, destacam-se as Florestas Tropicais Abertas e Densas. As Florestas Tropicais Densas se desenvolvem em função da conjugação de fatores climáticos extremamente favoráveis ao desenvolvimento de atividades biológicas, como abundância de luminosidade, água e temperatura. As Florestas Tropicais Abertas, por sua vez, são caracterizadas fisionomicamente pela presença de grandes árvores espaçadas, possibilitando a penetração de luz até os estratos inferiores, permitindo o aparecimento de cipoal, cocal ou bambuzal, nestes espaços abertos (BRASIL, 1978).

De acordo com a EMBRAPA (1999) o solo da região em estudo, recoberto por este tipo de vegetação, é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico (PVAa).

2.1.2 Campo Limpo e campo sujo

Segundo CAMPOS (2009) a região dos campos em estudo, compreende as áreas dos “Campos de Puciari – Humaitá” e inclui várias formações campestres, onde a vegetação que prevalece é a gramíneo-lenhosa baixa, que se alternam, às vezes, com pequenas árvores isoladas e galerias florestais ao longo dos rios.

As áreas de “campo limpo” não são muito extensas, predominando as de “campo sujo”, isto é, campos cobertos por gramíneas associadas a arbustos e árvores, com predomínio de mangabeira (*Hancornia speciosa*). Além dessa espécie ocorre um grande número de lixeiras (*Curatella americana*).

Os solos recobertos por campo nativo na região foram classificados como Plintossolo Argilúvico Alumínico típico (FTa) pela EMBRAPA (1999).

2.2. Respiração do solo

Respiração do solo é o fluxo de CO₂ da superfície de liteiras que consiste de respiração de raízes, decomposição microbiana da matéria orgânica do solo, derivada de raízes mortas, raízes exsudadas, raízes decompostas por fungos endofíticos e decomposição microbiana de folhas e madeira sobre o solo.

Segundo PANOSSO et al. (2008) numa escala global, estima-se que a respiração do solo envia para a atmosfera 75 bilhões de toneladas de carbono por ano, sendo a segunda maior fonte de emissão desse elemento para a atmosfera, depois dos oceanos.

O CO₂ emitido pelo solo é um importante componente em todo o processo de ciclagem do carbono, bem como influência diretamente nas concentrações de CO₂ na atmosfera, sendo que um incremento nas concentrações deste elemento culmina em maior efeito estufa, conseqüentemente em aumento na temperatura média global, ocasionando sérias conseqüências climáticas e ambientais (SOUZA, 2005).

As emissões de CO₂ pelo solo estão relacionadas à atividade biológica, que é representada pela respiração das raízes e a decomposição da Matéria Orgânica do Solo (MOS) pela atividade microbiana (PES, 2009). A atividade dos organismos é considerada um atributo positivo para a qualidade do solo, sendo a respiração do solo um indicador sensível da decomposição de resíduos, do giro metabólico do carbono orgânico do solo e de distúrbios do ecossistema (PAUL et al., 1999).

Esses processos são influenciados, em primeira ordem, pela temperatura e pela umidade do solo, atributos com grande variabilidade temporal e espacial, e que guarda relação direta com as condições climáticas e topográficas do local onde o gás está sendo produzido (PANOSSO et al., 2008), pois, tais fatores estarão afetando a produção e a difusão do gás do solo até a atmosfera.

2.2.1 Umidade e Temperatura

RETH et al. (2005) em pesquisa onde desenvolveram um modelo que permite estimar o fluxo de CO₂ em solos desprovidos de vegetação e em solos de várzea tão bem quanto em florestas, em regiões de clima temperado, concluíram que a temperatura e o teor de água do solo são os principais fatores que influíram nas taxas de emissão de CO₂.

WELSCH et al (2004) também verificaram que a temperatura e a umidade podem atuar no aumento da respiração do solo. Os autores observam que aquelas quando altas são responsáveis por maiores valores, não sendo isso observado em solos secos, onde a respiração é baixa. Estes dados concordam com os de REICHSTEIN et al (2002) quando estudavam o efeito da temperatura e umidade em dois tipos de solos. Estes autores mostraram que sozinha, a temperatura não é capaz de aumentar os níveis de respiração do solo se não houver uma dada umidade.

Condições extremas de umidade também podem limitar o efluxo de CO₂. A baixa umidade limita a respiração microbiana e das raízes (YUSTE et al., 2003) e a alta umidade pode diminuir a porosidade do solo limitando desta forma a liberação de oxigênio e CO₂ (BOUMA & BRYLA, 2000). A influência da umidade pode não explicar completamente o efluxo de CO₂, pois existem outros parâmetros a serem observados como, raízes e microorganismos que podem responder diferentemente a níveis de umidade e temperatura.

3. DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

3.1. Área de estudo

As medidas foram feitas na reserva do ministério da defesa, pertencente ao 54° BIS (Batalhão de Infantaria de Selva) de Humaitá (Figura 1). A região esta situada na zona climática, pertencente ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso), segundo Koppen, sendo caracterizada pelo tipo Am (chuvas do tipo monção), que apresenta um período seco de pequena duração. A elevada pluviosidade é um dos aspectos mais característicos da região. O período chuvoso geralmente inicia-se em outubro, prolongando-se ate junho. As temperaturas médias anuais variam entre 25°C e 27°C, com uma umidade relativa do ar variando entre 85 e 90% (BRASIL, 1978), com altitude média de 90 metros acima do nível do mar.

As áreas de estudo em Floresta, Campo Sujo e Campo Limpo estão localizadas sob as seguintes coordenadas geográficas: 7°32'2.16"S e 63°14'37.65"W, 76.8 m a.n.m. (acima do nível do mar), 07°34'52.93"S 63°08'43.84"W, 52.9 m a.n.m. e 07°33'49.72"S e 63°06'05.58"W, 52.2 m a.n.m, respectivamente. Esta área caracteriza-se de forma genérica pela presença de dois ambientes distintos, as Várzeas, que margeiam os rios de “águas barrentas”, ricas em material suspenso, e que está sujeita à inundação sazonal e as áreas de Terra Firme que não sofrem inundação e são formados a partir de sedimentos terciários.

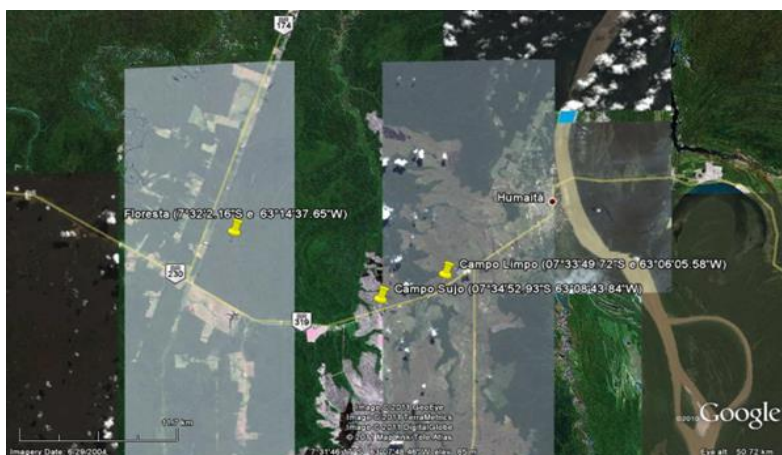


Figura 1: Áreas de coleta.

3.2. Técnica de Medida do Efluxo de CO₂

3.2.1. Câmara de respiração do solo

A respiração do solo foi medida aleatoriamente usando o Sistema automático de fluxo de CO₂ LI-COR 8100 (LiCor 8100, LiCor Inc., Lincoln, NE, USA), conectado a uma câmara de Long-Term (Licor Inc., Lincoln, NE, USA) “portátil” com 10 cm de diâmetro

acoplada a um analisador de gás por infravermelho que opera com a absorção de radiação no infravermelho ($\lambda > 0,7\mu\text{m}$) pelo CO_2 . Cujos efluxos são dados em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. O fluxo é calculado baseado em um aumento linear da concentração de CO_2 dentro da câmara durante o posicionamento da medida. As medidas foram feitas baseadas no método das câmaras estático-dinâmicas (NORMAN et al, 1992).

Segundo HUTCHINSON & LIVINGSTON (1993), o sistema (anel de PVC) deve ser instalado a 2 cm de profundidade nos solos argilosos e a 3 cm nos solos mais arenosos. Para minimizar distúrbios na instalação e o tempo de medida, os anéis foram instalados com uma semana de antecedência ao início das medidas, prevendo minimizar qualquer erro atribuído aos distúrbios no solo. Os distúrbios no solo e os efeitos são discutidos em ZANCHI, (2004) e ZANCHI et al, (2011).

O sistema grava os dados de concentração de CO_2 a cada 5s. A medida do efluxo de CO_2 do solo foi obtida através do acúmulo interno da respiração do solo nas câmaras e foi calculada pela seguinte equação:

$$F_c = \frac{10VP_0 \left(1 - \frac{W_0}{1000}\right)}{RS(T_0 + 273.15)} \frac{\partial C'}{\partial t}$$

Onde,

F_c = Taxa do efluxo de CO_2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$);

V = Volume da câmara (cm^3);

P_0 = Pressão inicial do ar (KPa);

W_0 = Fração molar de vapor de água inicial ($\mu\text{mol mol}^{-1}$);

R = Constante específica do gás para um ar ideal = $287,053 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$;

S = Área de superfície do solo (cm^2);

T_0 = Temperatura inicial do ar ($^{\circ}\text{C}$);

$\frac{\partial C'}{\partial t}$ = taxa inicial da troca na correlação de CO_2 na água em fração molar ($\mu\text{mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$);

3.2.2. Sensores de Temperatura e Umidade do solo

Durante as medidas foram instalados 1 sensor de umidade e 2 sensores de temperatura do solo. As medidas de temperatura foram feitas com sensores tipo termopar E, LI-8100-201 (LiCor Inc., Lincoln, NE, USA) com 6,4 mm de diâmetro e 250 mm de comprimento, instalados a 5 e 10 cm de profundidades.

A umidade no solo foi medida com um sensor modelo ECH₂O Ec-10 (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA), sensor de 10 cm formado por dois guias de onda (duas hastas metálicas paralelas), conectado a um circuito eletrônico que os excitava para

gerar a medida e convertia posteriormente em umidade através de uma curva de calibração. A quantidade volumétrica de água no solo foi estimada pela mudança da constante dielétrica do meio onde se propagam as ondas eletromagnéticas ao longo de guias de onda. A estimativa de umidade do solo para este trabalho foi calculada pelo polinômio, $\theta = ((X_1 * V * X_2) - X_3)$, encontrado pelo autor.

Onde, θ é a quantidade volumétrica de água no solo, dado em m^3/m^3 ; V é a constante dielétrica do meio dada pelo sensor; X_1 , X_2 e X_3 são as constantes ajustadas para cada tipo de solo medido.

3.2.3. Período de medidas

Foram instalados 12 anéis em cada área, sendo que cada transecto foi alinhado com a torre meteorológica encontrada em cada um dos sítios de pesquisa.

No Campo Limpo (CL) os anéis foram instalados a uma distância 70 m uns dos outros na direção N-S. No Campo Sujo (CS) a distância é de 25 m na direção L-O e na Floresta (FL) os anéis foram inseridos a cada 1m na direção L-O.

As medidas foram feitas duas vezes por mês, coletando dados em todos os anéis, nos meses de outubro e dezembro 2011 e de janeiro à março de 2012.

3.3. Compilação dos dados

As análises dos dados após coletados foram realizadas no Laboratório de Meteorologia e Climatologia no Campus Vale do Rio Madeira - CVRM, no Instituto de Agricultura e Ambiente – IEAA, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM em Humaitá- AM. Utilizando-se da planilha eletrônica Excel e do software File Viewer v1.3.0. (LICOR, Biosciences)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Precipitação

Tabela 1. Dados de precipitação

Precipitação (mm)	
out/11	119.60
dez/11	260.00
jan/12	209.20
fev/12	173.00
mar/12	257.20

Devido a problemas técnicos encontrados nas torres meteorológicas das áreas de pesquisa os dados de precipitação apresentados na tabela 1 foram coletados na torre micrometeorológica de Humaitá, com coordenadas 63°4'17,06"W e 7°33'8.95"S, antigo colégio agrícola.

Devido a grande diversidade de solos e vegetação na Amazônia, a mesma apresenta regiões marcadas por microclimas distintos. Segundo GEIGER (1980) o microclima de um solo florestal é essencialmente diferente do microclima de um solo nú, fora da floresta. Na Amazônia, estudos realizados simultaneamente em superfícies de floresta e pastagens demonstraram que, em interfaces do tipo floresta-atmosfera, o fluxo de calor é predominantemente no sentido solo-atmosfera, com uma pequena componente de fluxo no sentido da atmosfera-solo durante o dia, enquanto em interfaces do tipo pastagem-atmosfera, o fluxo de calor ocorre com elevada magnitude nos dois sentidos, dependendo se o período for seco ou chuvoso (SOUZA et al, 1996).

Desta maneira levando-se em consideração as diferentes vegetações e a distância entre os pontos de coleta e a área onde esta localizada a torre micrometeorológica, os dados de precipitação aqui apresentados apenas servirão como base para estimativas da precipitação regional, não consistindo em valores reais de precipitação para as diferentes áreas em pesquisa.

4.2. Análise total

Na Tabela 2 estão apresentados os dados coletados no Campo Limpo durante os meses de amostragem, o valor médio encontrado foi de $3,79 \pm 1,8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e o Coeficiente de Variação (CV) foi de 50%. A respiração do solo nessa área variou de 1,84 a 5,05 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, apresentando maiores valores médios no início do período

chuvoso, mês de outubro, e os valores médios mais baixos no período mais chuvoso do mês de janeiro, voltando a subir em meados de fevereiro, devido a incidência de precipitação na região ter diminuído, conforme podemos conferir na tabela 2. Tais valores encontrados estão concordantes ao verificado por FREITAS (2001) em Pastagem na região Amazônica, que estimou o efluxo anual de CO₂ do solo por meio de um aparelho EGM de $4,20 \pm 1,6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Tabela 2. Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação das Medidas de Respiração do solo para o Campo Limpo (CL).

LOCAL	DATA	MÉDIA‡	MÁXIMO‡	MÍNIMO‡	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
CL	06/10/2011	4.47	7.37	1.03	2.03	0.45
CL	29/10/2011	5.05	8.14	2.86	1.60	0.32
CL	21/12/2011	3.46	5.74	1.36	1.16	0.34
CL	28/12/2011	4.50	9.84	1.04	2.16	0.48
CL	06/01/2012	2.74	9.94	0.28	2.52	0.92
CL	18/01/2012	1.84	4.58	0.57	1.23	0.67
CL	17/02/2012	3.41	5.33	2.89	0.68	0.20
CL	23/02/2012	4.86	11.14	1.42	3.09	0.64

‡ - Os valores tem como unidade $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Na figura 2 estão representados os valores de temperatura e respiração do solo para a área de campo limpo. Como podemos observar tivemos uma variação de temperatura de aproximadamente 5°C, apresentando uma média geral de 29,42°C. Respiração e temperatura não apresentaram uma relação muito estreita, entretanto é possível ver uma pequena afinidade entre estas duas variáveis. No início da estação chuvosa, mês de outubro, observou-se as maiores taxas de respiração ($5,05 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e também de temperatura (32,72°C) e em janeiro e meados de fevereiro apresentaram-se os menores valores para ambas.

SALIMON (2003) em seu estudo sobre respiração do solo sob florestas e pastagens no Acre, notou que os meses mais quentes corresponderam também aos mais chuvosos e aos maiores fluxos de CO₂ do solo para a atmosfera, algo que também pode ser notado neste estudo. JUNIOR (2008) em sua pesquisa sobre efeitos da exclusão da chuva no fluxo de CO₂ em uma floresta no Pará, afirma que a combinação de fatores como a temperatura, umidade do solo e precipitação tem muito mais influência sobre as taxas de respiração do solo do que cada um desses fatores isoladamente, porém, DAVIDSON

et al, (2000) não encontraram correlação entre estas duas variáveis, ao avaliarem a influencia da temperatura do solo sobre o fluxo de CO₂ do solo na Amazônia Oriental.

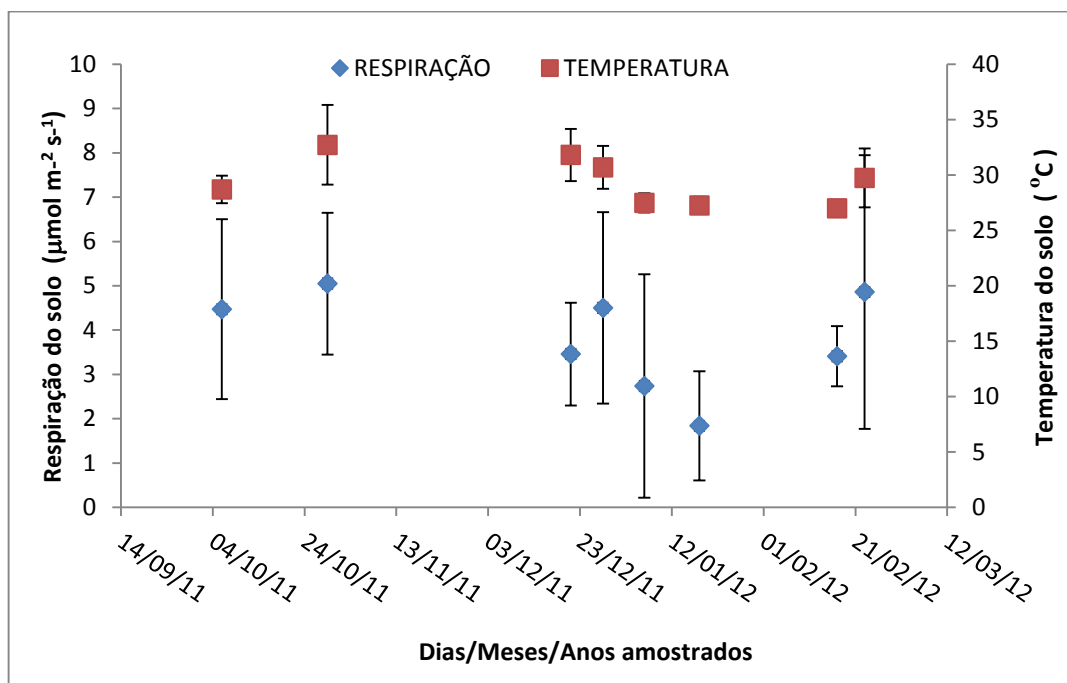


Figura 2: Respiração e Temperatura do solo em área de Campo Limpo.

É de conhecimento que há um aumento significativo da respiração do solo depois de uma chuva fora de época, resultado do preenchimento dos poros do solo que estavam secos, ocasionando a expulsão do CO₂ acumulado nos espaços, aumentando a respiração do solo instantaneamente, porém, após um longo período de precipitação frequente ocorre a saturação dos poros e a redução da atividade aeróbica que leva a redução do fluxo do CO₂ como já foi observado nos trabalhos de NUNES (2003) e PINTO-JUNIOR (2006).

Na Tabela 3 do Campo Sujo, notamos que ocorreu um padrão similar ao observado por estes autores, tendo os maiores valores médios também no início do período chuvoso no mês de outubro e os menores valores nos meses de janeiro e fevereiro após sucessivas chuvas e provável saturação do solo. Os valores máximos foram obtidos entre outubro e dezembro e os valores mínimos entre janeiro e fevereiro. O valor médio encontrado foi de $3,41 \pm 1,12$, o CV de variação para esta área foi de 34% e o Desvio Padrão (DP) variou pouco entre os dados coletados.

Tabela 3. Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação das Medidas de Respiração do solo para o Campo Sujo (CS).

LOCAL	DATA	MÉDIA‡	MÁXIMO‡	MÍNIMO‡	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
CS	06/10/2011	3.19	4.84	1.97	0.78	0.24
CS	29/10/2011	4.68	6.36	3.23	1.00	0.21
CS	22/12/2011	3.83	6.44	1.28	1.62	0.42
CS	29/12/2011	4.29	6.17	2.68	1.07	0.25
CS	05/01/2012	2.41	5.37	1.39	1.06	0.44
CS	17/01/2012	3.78	6.16	1.5	1.48	0.40
CS	17/02/2012	2.23	5.43	0.96	1.15	0.52
CS	23/02/2012	3.04	4.33	1.5	0.88	0.29
CS	17/03/2012	3.24	5.11	1.16	1.05	0.32

‡ - Os valores tem como unidade $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Na figura 3 temos os dados de respiração do solo e de temperatura para o Campo Sujo, a temperatura média foi de aproximadamente 31,04 °C. Aqui também podemos observar certa afinidade entre temperatura e respiração do solo, quando a temperatura aumenta a respiração também aumenta. Esta tendência só não foi observada no final do mês de dezembro e durante o mês de janeiro, que se constituiu no período de maior precipitação (tabela 1), portanto, é possível que a umidade do solo tenha representado maior influência sobre a respiração do solo que a temperatura neste período.

VALENTINI (2003) em seu estudo sobre o Efluxo de CO₂ do solo na região noroeste de Mato Grosso observou esta influência da umidade no efluxo de CO₂ do solo para esta região. Segundo ele a umidade do solo é um fator importante para que aconteça o efluxo de CO₂ do solo, pois acompanha o regime de chuva da região, sendo um fator limitante na ocorrência das reações químicas de decomposição de matéria orgânica.

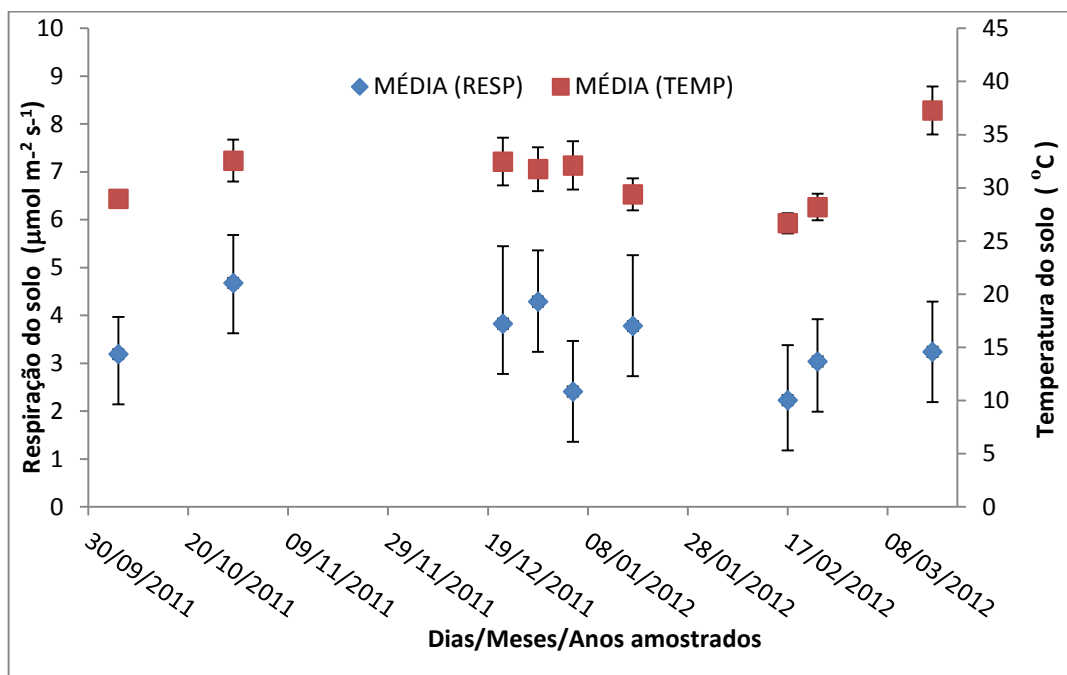


Figura 3: Respiração e Temperatura do solo em área de Campo Sujo.

A tabela 4 representa os dados coletados em área de floresta. Os valores de respiração do solo para a floresta variaram de 2,68 a 6,85 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, uma média geral dos dados coletados nos dá um valor médio de $4,30 \pm 2,13 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ que está próximo a valores médios encontrados em outros ecossistemas amazônicos, por exemplo, NUNES (2003) que obteve $4,25 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e MEIR et al. (1996) que obteve valor médio de $5,50 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. O CV de variação obtido para a área de Floresta foi de 53%.

VALENTINI *et al.* (2008), em seu estudo na Floresta de Transição Amazônica, obteve a média de efluxo de CO₂ do solo de $7,50 \pm 0,51 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e o coeficiente de variação obtido foi 32%, valor inferior ao estimado no presente trabalho. A discordância entre o presente trabalho e o realizado por VALENTINI *et al.* (2008), provavelmente se deve ao fato de que em os autores utilizaram dois equipamentos de medidas de efluxo de CO₂ do solo (LI-COR e EGM), enquanto, que o presente estudo usou somente o LICOR para medição do efluxo de CO₂ do solo e pode ser uma resposta da interferência de fatores como temperatura do ar, temperatura do solo, e umidade do solo e do ar.

Adotando o critério de classificação para o coeficiente de variação proposto por WARRICK & NIELSEN (1980), a emissão de CO₂ apresentou um valor alto para o de CV (>24%) em todas as áreas. Os resultados deste estudo, que encontrou um CV médio na área de floresta 53%, estão próximos aos de DASSELAAR et al. (1998) que

encontraram coeficiente de variação de 55% para a emissão de CO₂ em solo vegetado. SCHWENDENMANN et al. (2003), em estudo semelhante em solos de floresta, apresentou valores de C.V. entre 35 e 45%.

Segundo PANOSSO (2008) o coeficiente de variação do fluxo de CO₂ de diferentes localizações dentro de um ecossistema é indicativo da sua variação espacial. Entretanto, apenas o C.V. não é suficiente para a comparação entre os fluxos de CO₂ de diferentes estudos, em parte devido à falta de padronização no esquema experimental, como o tamanho e a forma da área, o número de pontos amostrais e o seu arranjo espacial (FANG et al., 1998).

Tabela 4. Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação das Medidas de Respiração do solo para a Floresta (FL).

LOCAL	DATA	MÉDIA‡	MÁXIMO‡	MÍNIMO‡	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
FL	09/10/2011	6.85	12.60	2.66	2.97	0.43
FL	30/10/2011	3.91	8.00	0.74	2.03	0.52
FL	17/12/2011	5.22	10.20	0.96	2.59	0.50
FL	05/01/2012	2.68	5.50	0.54	1.69	0.63
FL	17/01/2012	3.06	10.96	0.61	3.05	1.0
FL	22/02/2012	4.89	11.96	2.12	2.48	0.51
FL	24/02/2012	2.93	5.79	0.99	1.56	0.53
FL	10/03/2012	4.85	7.24	2.91	1.45	0.30
FL	13/03/2012	4.31	6.78	2.2	1.33	0.31

‡ - Os valores tem como unidade $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

A temperatura na floresta variou de 24,84 a 30,55 °C , apresentando uma média de 26,15 °C. Os valores de temperatura do solo e respiração do solo para a floresta, que estão representados na figura 4, ao contrario das outras duas áreas não apresenta uma correlação bem definida entre temperatura e a respiração para este tipo de análise, pois enquanto houve uma variação significativa da respiração, a temperatura manteve-se quase constante, apresentando maior elevação apenas no mês de março, que também apresentou uma das maiores precipitações dos meses medidos, o que acabou levando a uma baixa na respiração do solo

SALIMON et al, (2004) encontraram valores de Temperatura do solo que variaram de 20 a 26°C em uma floresta próxima de Rio Branco, AC. SOTTA et al

(2004) encontraram um valor médio de $25,6 \pm 0,22^{\circ}\text{C}$ próximo a Manaus – AM e em estudos na Flona de Caxiuanã- PA, SOTTA et al., (2006) encontraram um valor de $24 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ para a Temperatura do solo, tais valores não diferem muito dos valores encontrados no presente estudo.

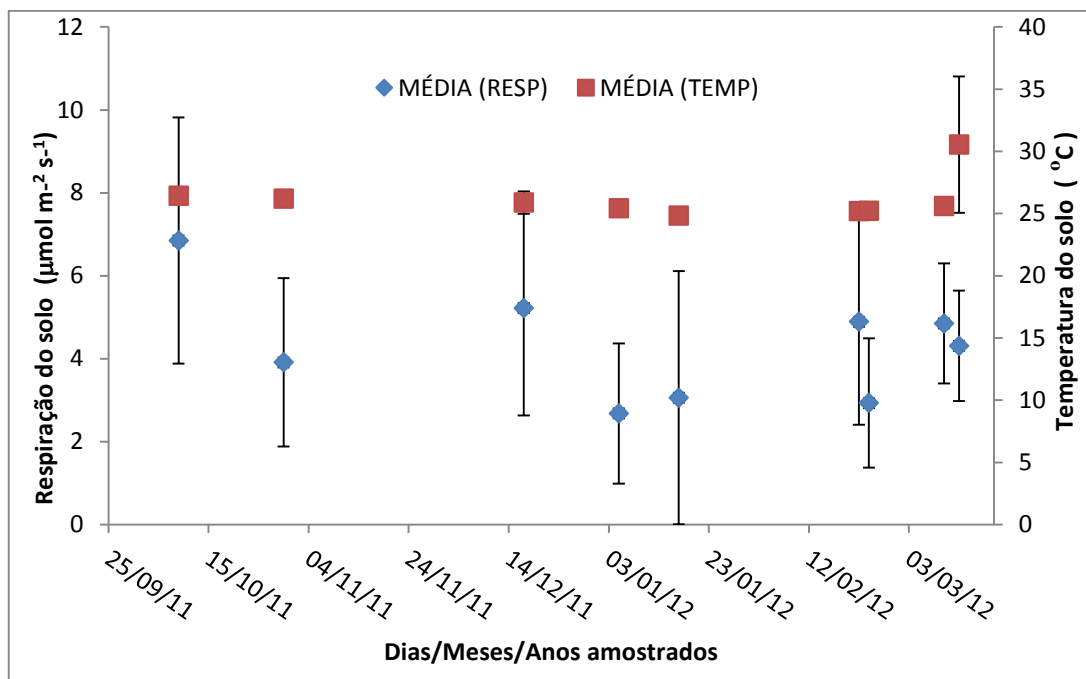


Figura 4: Respiração e Temperatura do solo em área de Floresta.

A Floresta apresentou maior média de efluxo de CO_2 que as áreas de Campos Naturais (Figura 5). Estes dados estão coerentes com DAVIDSON *et al.* (2000) em trabalhos realizados no leste do Pará, onde a floresta apresentou efluxos maiores que as pastagens. Diferentemente de SALIMON (2003) que relatou em seus estudos que a pastagem apresentou em média, maiores efluxos de CO_2 do solo para atmosfera, quando comparadas às florestas em todos os meses amostrados. Resultados similares foram observados por FEIGL *et al.* (1995) e FERNANDES *et al.* (2002), em que pastagens apresentaram maiores efluxos que florestas na Amazônia Sul-Occidental.

Tais valores possivelmente estejam relacionados ao fato de que com o início da estação chuvosa a floresta tenha apresentado uma maior respiração de plantas e uma maior respiração heterotrófica (maior decomposição do carbono orgânico das folhas, gravetos e outras partes de árvores) em decorrência da maior quantidade de matéria orgânica disponível sobre o solo, tais fatores já foram observados por ZANCHI (2004) em seu estudo sobre o Efluxo de CO_2 do solo sobre floresta em Rondônia. Quanto às

áreas de campos, estas apresentaram valores menores provavelmente devido à baixa incidência de vegetação ou ciclagem lenta do carbono disponível (carbono orgânico) sob o solo (LUIZÃO et al., 1987).

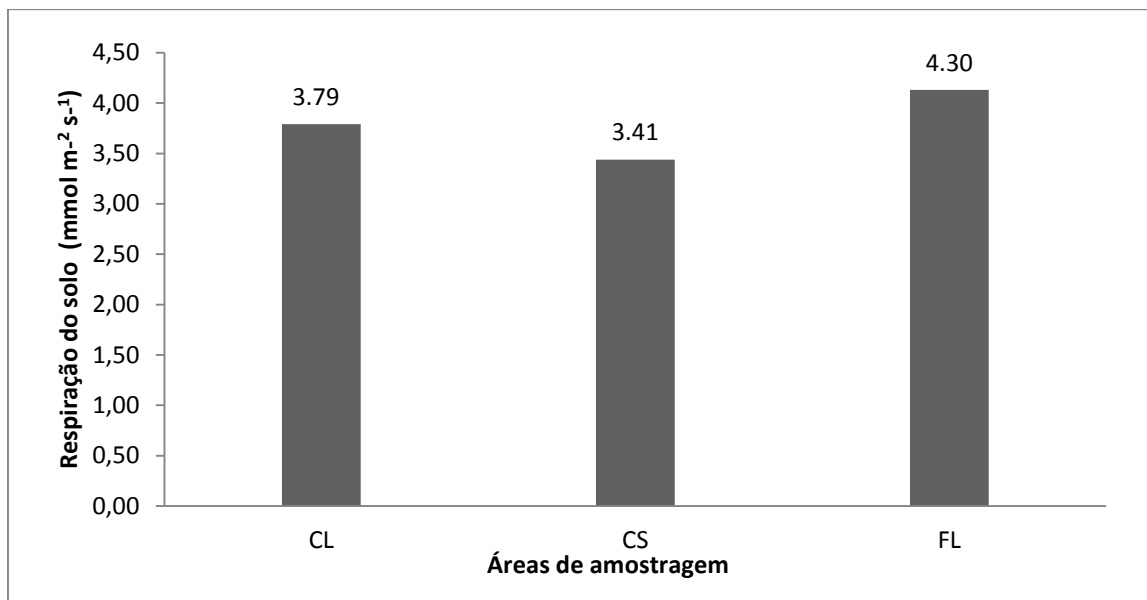


Figura 5: Respiração média em cada sítios de pesquisa.

Na Figura 6 os dados coletados nas três áreas em estudo, de outubro a março. Os valores máximos tiveram uma maior incidência no início da estação chuvosa, mês de outubro, como já foi demonstrado na análise dos gráficos anteriores. A floresta apresentou menor valor médio mensal no mês de janeiro, voltando a subir no mês de fevereiro quando as chuvas passaram a ser menos frequentes e possivelmente em decorrência de uma árvore que caiu próximo aos anéis 4, 5, e 6 em consequência de alguma chuva forte nos dias anteriores ao dia 02 de fevereiro de 2012 aumentando a atividade microbiana.

No Campo sujo observa-se maior média de respiração do solo, também no início da estação chuvosa, em outubro e dezembro de 2011 e em janeiro de 2012 quando esta apresentou a maior média mensal dentre as três áreas de estudo. Segundo GONÇALVES (2009) isto pode ser explicado observando-se que no período menos chuvoso há uma maior deposição de liteira, e com as primeiras chuvas elevam-se a umidade e a atividade microbiana e conseqüentemente há um aumento da emissão de CO₂ do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por NUNES (2003) que obteve maiores valores de efluxo de CO₂ no solo em janeiro em área de pastagem.

O campo limpo apresentou os menores valores nos meses de janeiro e fevereiro provavelmente em decorrência da alta umidade existente nesta área, condição que pode ser notada devido ao encharcamento de vários locais dentro do sítio de pesquisa. Diversos estudos demonstram a grande influência da umidade na emissão de gases do solo sendo um dos fatores controladores da quantidade de efluxo de CO₂ do solo (HOWARD & HOWARD, 1993; BALL & DRAKE, 1998; SOTTA, 1998; MIELNICK & DUGAS, 2000; CHAMBERS *et al.*, 2002; VANHALA, 2002 e KANG *et al.*, 2003). No mês de março não foi possível coletar dados para o Campo Limpo devido a problemas técnicos.

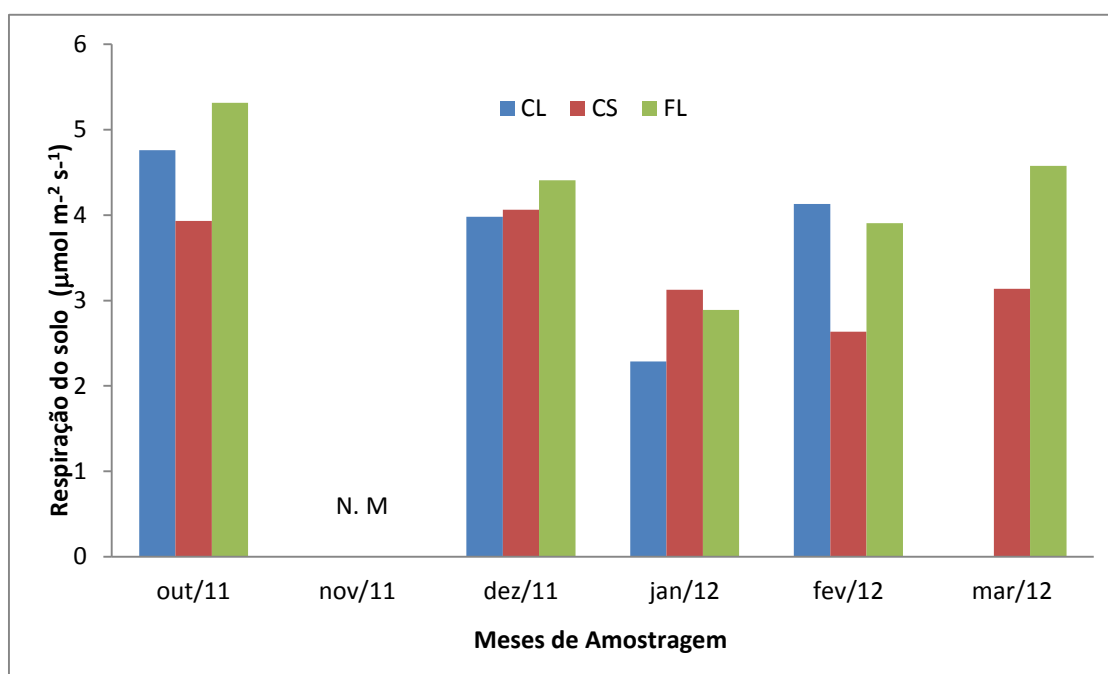


Figura 6: Respiração média em cada mês nos três sítios de pesquisa.

4.3. Umidade e Respiração do Solo

Como o solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos de partes sólidas, líquidas e gasosas, os poros formados pela organização tridimensional da sólida oferecem espaço para acomodar as fases líquidas e gasosas (EMBRAPA, 1999). Dessa forma, o excesso de água do solo causará interferência no fluxo de CO₂ do solo, tanto pelo efeito físico do impedimento da passagem de CO₂ até atingir a interface solo-atmosfera, como pela redução da atividade respiratória aeróbia, que é a principal responsável pela emissão de CO₂ do solo.

PINTO JUNIOR (2006) encontrou uma correlação fraca entre efluxo de CO₂ do solo e a umidade do solo na Floresta de Transição para uma regressão polinomial $y = -0,04x^2 + 0,89x + 1,13$, com coeficiente de determinação de $R^2 = 0,34$, VALENTINI *et al.* (2008) encontrou uma relação polinomial entre o efluxo de CO₂ do solo e a umidade do solo, com coeficiente de determinação de $R^2 = 0,75$ para seu estudo em floresta de transição em Mato Grosso. Os coeficientes de determinação diferentes nos dois trabalhos, possivelmente, se deve ao fato de que no realizado por VALENTINI *et al.* (2008), foi empregado o método de Reflectometria por Domínio do Tempo (TDR) para estimar a umidade do solo, enquanto, PINTO JUNIOR (2006) usou o método gravimétrico. Tais diferenças nos valores obtidos nos estudos destes autores demonstra a importância de se verificar a influência da umidade sobre a respiração do solo.

Uma das propostas deste trabalho era verificar a influência da umidade sobre a respiração do solo nas diferentes áreas, entretanto, devido a problemas técnicos com o sensor de umidade, possivelmente problemas de calibração, isto não foi possível. Os dados de umidade foram coletados durante todos os meses de coleta de respiração do solo, entretanto, tais dados não ficaram coerentes com a realidade. Deste modo a análise da correlação entre esta variável e a respiração do solo acabou sendo prejudicada.

4.4. Temperatura e Respiração do Solo

Na figura 7, temos a correlação dos dados de respiração do solo por temperatura na área do Campo Limpo. De acordo com YUSTE *et al.* (2003) com o incremento da temperatura, a respiração do solo também deve seguir um padrão exponencial. Este padrão pode ser observado na Figura 7, entretanto, é notável que o Coeficiente de correlação mostrou-se fraco ($R^2 = 0,25$), o que significa que apenas este fator não é capaz de explicar a emissão de respiração do solo nesta área, estando esta fortemente condicionada a outras variáveis.

PINTO JUNIOR (2006) em seu estudo sobre efluxo de CO₂ em pastagem no Mato Grosso, obteve uma boa correlação entre temperatura e efluxo de CO₂ ($R^2 = 0,61$), havendo uma tendência de aumento do efluxo de CO₂ do solo com a diminuição da

temperatura, ou seja, inversamente proporcionais. Este padrão também foi observado nos trabalhos realizados por FREITAS (2001) e NUNES (2003).

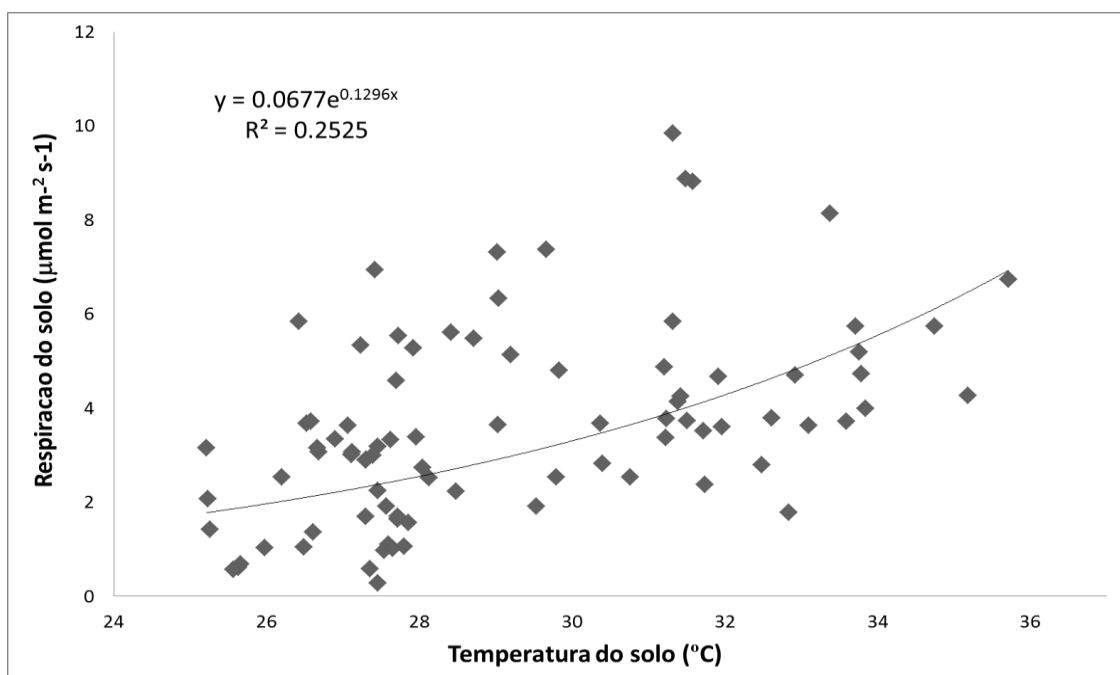


Figura 7: Correlação de todos os dados medidos. Respiração do solo pela temperatura do solo em 10 cm de profundidade no Campo Limpo.

A Respiração e temperatura do solo na área de campo sujo (Figura 8) não apresentaram uma boa correlação, com $R^2 = 0,0454$. Isto possivelmente possa estar relacionado ao fato de que o Campo Sujo apresentou a maior média de temperatura para os meses amostrados, e conseqüentemente maior taxa de evaporação de vapor de água do solo, o que pode ser observado em campo pelo fato desta ser a única entre as três áreas que não apresentou saturação do solo durante os meses mais chuvosos. YUSTE et al. (2003) já havia observado em seu trabalho que extremos de conteúdo de água do solo podem limitar a respiração microbiana e das raízes e conseqüentemente o efluxo de CO_2 .

Quando comparado a área de floresta está diferença de temperatura chega a aproximadamente 4°C . De acordo com PINTO JUNIOR (2006) a temperatura do solo na pastagem é superior a da floresta devido à cobertura vegetal que desempenha um regulador térmico. Na floresta o solo recebe menor radiação solar e conseqüentemente, a temperatura do ar no interior do dossel e do solo são menores que na pastagem.

A correlação fraca encontrada para a área de Campo Sujo neste estudo está coerente com FERNANDES et al, (2002) que também não observaram um padrão

consistente de relação entre fluxo de CO₂ do solo e variação da temperatura do solo em florestas e pastagens em Rondônia.

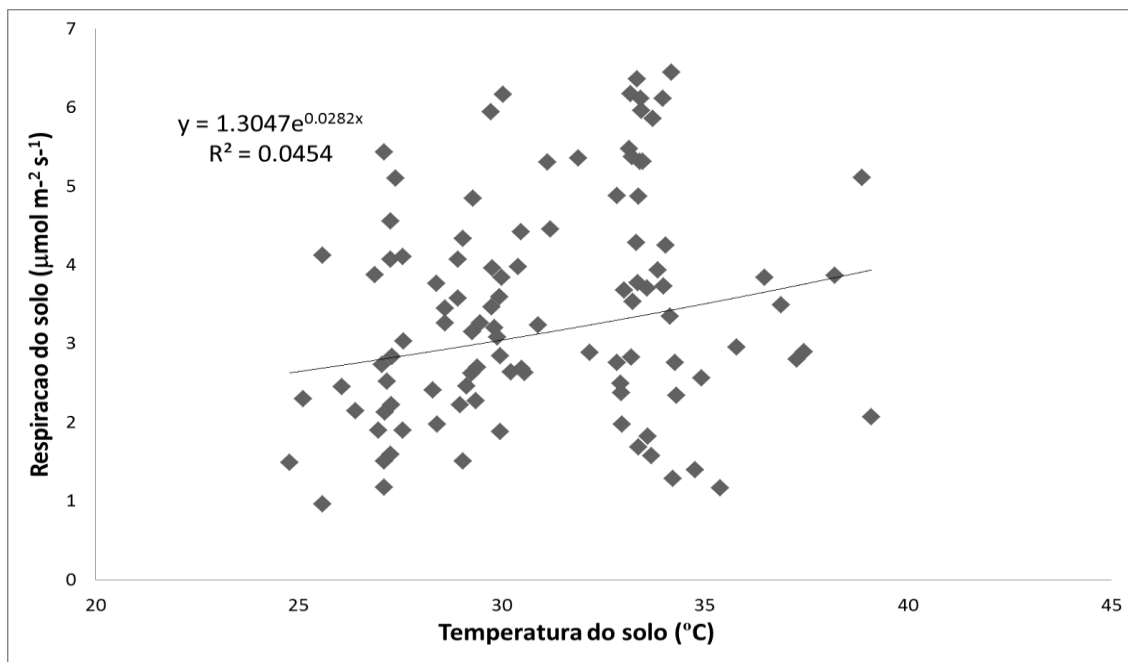


Figura 8: Correlação de todos os dados medidos. Respiração do solo pela temperatura do solo em 10 cm de profundidade no Campo Sujo.

A figura 9 exhibe a correlação entre respiração e temperatura do solo na Floresta. A correlação entre estas duas variáveis apresentou uma tendência exponencial com $R^2 = 0,2502$. JUNIOR (2008) em seu estudo na floresta nacional do Caxiuanã – PA encontrou valor inferior ao encontrado neste trabalho, com $R^2 = 0,0787$, indicando que a temperatura do solo exerceu uma influência muito mais fraca sobre os fluxos de CO₂ do solo do que a apresentada neste estudo.

COELHO (2005) também encontrou uma correlação fraca ($R^2 = 0,20$) entre efluxo de CO₂ e temperatura do solo, entretanto, ela afirma que a temperatura deve ser um fator a influenciar a liberação de CO₂, pois à medida que aumenta a temperatura aumenta a liberação de CO₂.

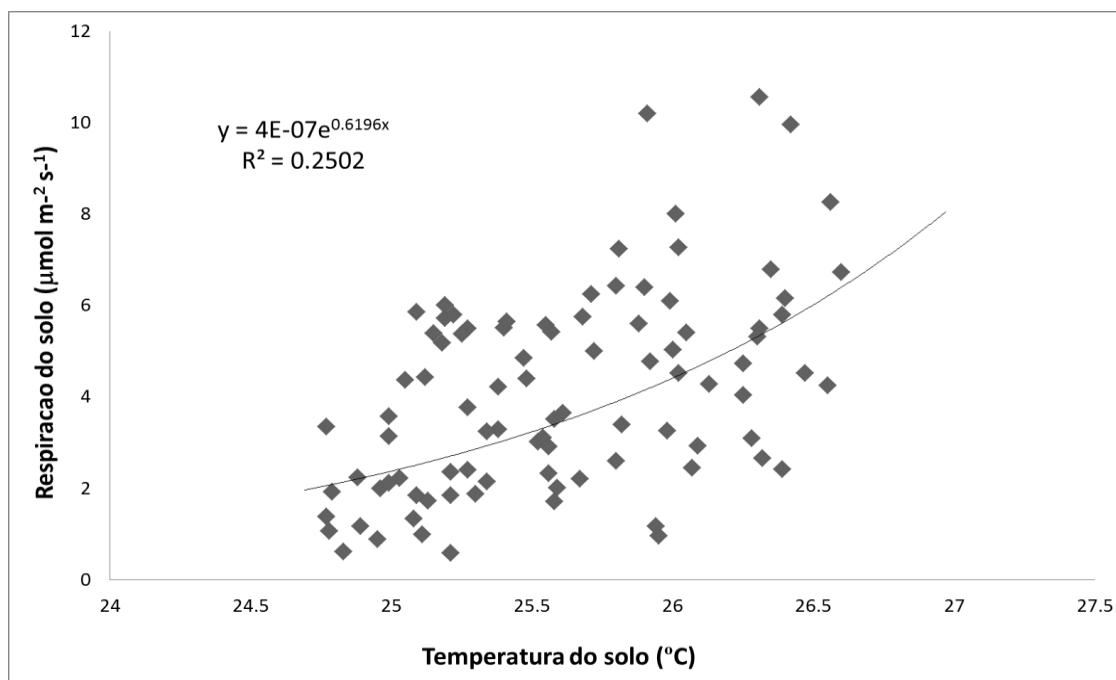


Figura 9: Correlação de todos os dados medidos. Respiração do solo pela temperatura do solo em 10 cm de profundidade na Floresta.

DIAS (2006) em seu estudo sobre respiração do solo em áreas de floresta nativa na Amazônia encontrou uma relação significativa entre respiração e temperatura ($R^2 = 0,67$) na região de Sinop. Entretanto, em Manaus o mesmo autor encontrou uma relação mais próxima à encontrada neste estudo ($R^2 = 0,33$) durante a estação chuvosa. PINTO JUNIOR (2006) também obteve uma correlação fraca em sua análise da influencia da temperatura sobre o efluxo de CO_2 do solo ($R^2 = 0,31$) na Floresta de Transição em Mato Grosso, bem como VALENTINI *et al.* (2008), que obtiveram um coeficiente de determinação de 0,20 para uma regressão linear e de 0,47 para uma regressão exponencial na mesma região. Tais estudos comprovam que o baixo coeficiente de determinação é característico dessas regiões.

Para SOTTA et al (2004) nos trópicos as variações de temperatura são relativamente pequenas, e considerando que solos de floresta tropical apresentam baixa variação, este fator não explica a grande variação do fluxo de CO_2 .

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo, depois de analisados e interpretados, permitiram apresentar as seguintes conclusões:

1. As maiores magnitudes dos fluxos de CO₂ do solo, de um modo geral, ocorreram no início do período chuvoso em ambas as áreas experimentais, apresentando uma diminuição significativa quando o nível de precipitação tornou-se intenso, acarretando a saturação do solo e impedindo o fluxo de CO₂ do solo para a atmosfera.
2. A floresta apresentou maior média de respiração do solo do que as áreas de pastagem possivelmente em decorrência de uma maior respiração das plantas e uma maior respiração heterotrófica em decorrência da maior quantidade de matéria orgânica disponível sobre o solo, já as áreas de campos apresentaram os menores valores provavelmente em decorrência da baixa incidência de vegetação e/ou da ciclagem lenta do carbono disponível sob o solo.
3. A correlação entre temperatura e respiração do solo em todas as áreas apresentou um padrão exponencial fraco, com uma correlação pouco significativa, entretanto diversos outros estudos similares demonstram que tais resultados são característicos dessa região. Os resultados também indicam que outros fatores podem ter maior influência nas taxas de respiração do solo do que esta variável.
4. Foi possível observar uma melhor relação entre estas duas variáveis quando analisados os valores médios de Temperatura e Respiração do solo.
5. A umidade do solo apresenta grande influência sobre a respiração do solo, contudo neste estudo os dados coletados não apresentaram resultados coerentes devido a problemas de calibração do sensor de umidade.

5.1. CONSIDERAÇÕES

1. Em futuras amostragens para avaliação da emissão de CO₂ do solo em condições semelhantes, sugere-se que sejam feitas medidas por um maior período de tempo para que seja possível avaliar a variação da emissão de CO₂ do solo nas diferentes áreas em decorrência da sazonalidade.
2. Os problemas encontrados com o sensor de umidade e posteriormente com a queima do equipamento, indicam a necessidade de se ter uma boa calibração de todo o equipamento anteriormente ao início da pesquisa, bem como contar com assistência técnica especializada ou com um aparelho reserva para precaver-se de problemas como os enfrentados neste estudo.
3. Outra possível melhoria a ser feita em estudos posteriores é que as medidas sejam feitas no mesmo horário em ambas as áreas para que sejam possíveis melhores comparações.

REFERÊNCIAS

BAAL, A.S.; DRAKE, B.G. Stimulation of soil respiration by carbon dioxide enrichment of marsh vegetation. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.30, n 8-9, p. 1203-1205, Aug, 1998.

BOUMA, T. J; BRYLA, D. R. **On the assessment of root and soil respiration for soils of different textures: interactions with soil moisture contents on soil CO₂ concentrations.** Plant Soil, v. 227, p. 215- 221. 2000.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil, folha SB. 20, Purus.** Rio de Janeiro, 1978. 561 p.

BRAUN, E.H.G.; RAMOS, J.R.A. **Estudo agroecológico dos campos Puciari-Humaita (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondonia).** Revista Brasileira de Geografia. 21:443-497, 1959.

CAMPOS, M.C.C. **IMPACTOS NO SOLO DA CONVERSÃO FLORESTA-USO AGROPECUÁRIO NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS.** Instituto de Agricultura e Ambiente – IAA- Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus de Humaitá. Humaitá - AM, 2009.

Chambers, J.Q.; Tribuzy, E.S.; Toledo, L.; Chispim, B.F.O.; Higuchi, N.; Santos, J.; Araujo, A.C.; Kruijt, B.; Nobre, A.D.; Trumbore, S.E. 2002. **Respiration from a tropical forest ecosystem partitioning of sources and low carbon use efficiency.** Ecological Application, 14:S72-S88.

COELHO, M. M.; **ESTUDO DA RESPIRAÇÃO DO SOLO EM FLORESTA DE TRANSIÇÃO NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA.** Programa de pós-graduação em física e meio ambiente – UFMT, Cuiabá – MT, 2005.

DASSELAAR, A.V.P.V.; CORRÉ, W.J.; PRIEMÉ, A.; KLEMEDTSSON, Å.K.; WESLIEN, P.; STEIN, A.; KLEMEDTSSON; L.; OENEMA, O. **Spatial variability of methane, nitrous oxide and carbon dioxide emissions from drained grassland.** Soil Science Society America Journal, Madison, v.62, n.33, p.810-17, 1998.

DAVIDSON, E. A.; TRUMBORE, S. E.; AMUNDSON, R. Biogeomistry. Soil warming and organic carbon content. **Nature**, London, v. 408, n 6814, p. 789-790, Dec. 2000.

DAVIDSON, E.A., SAVAGE, K., VERCHOT, L.V., 2002. **Minimizing artifacts and biases in chamberbased measurements of soil respiration.** *Agricultural and Forest Meteorology*. 113, 21– 37, 2002.

DIAS, J. D.; **Fluxo de CO₂ proveniente da respiração do solo em áreas de floresta nativa da Amazônia.** Dissertação de Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 1999. 412 p. (EMBRAPA SOLOS/ SPI).

FANG, C.; MONCRIEFF, J.B.; GHOLZ, H. L.; CLARK, K. L. Soil CO₂ efflux and its spatial variation in a Florida slash pine plantation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 205, n. 2, p. 135-146, Aug. 1998.

FEIGL, B.J.; SPARLING, G.P.; ROSS, D. J.; CERRI, CC. **Soil microbial biomass in Amazonian soils: evaluation of methods and estimates of pool sizes.** Soil Biology and Biochemistry, v. 27, n.11, p. 1467-1472, 1995.

FERNANDES, S. A. P.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C.; FEIGI, B. J.; PICCOLO, M. C. Seasonal variation of soil chemical properties and CO₂ and CH₄ fluxes in unfertilized and P-fertilized pastures in an Ultisol of the Brazilian Amazon. **Geoderma**, Minnesota, v. 107, n. ¾, p. 227-241, June 2002.

FREITAS, H.C. 2001. **Efluxo de CO₂ do solo em uma pastagem na Amazônia (Rondônia): observações com câmara portátil e simulação do ciclo de carbono com o modelo SiB2.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 59pp.

GEIGER, L. **Manual de microclimatologia: O clima da camada de ar junto ao solo.** 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gublenkian, 1980. 637p.

GONÇALVES, P.H.L.; **INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS BIOFÍSICAS NAS TAXAS DE RESPIRAÇÃO DE SOLOS EM FLORESTA TROPICAL DA AMAZÔNIA ORIENTAL.** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa para obtenção de título de *magister Scientiae* do programa de Pós-Graduação. Viçosa – MG, 2009.

HUTCHINSON, G.L., LIVINGSTON, G.P. (1993) **Use of chamber systems to measure trace gas fluxes,** American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, chap 55. Agricultural ecosystem effects on trace gases and global climate change. ASA Special Publication.

HOWARD, D.M.; HOWARD, P.J.A. 1993. **Relationships between CO₂ evolution, moisture content and temperature for a range of soil types.** *Soil Biology and Biochemistry*, 25: 1537-1546.

JUNIOR, J. A. S. **EFEITOS DA EXCLUSÃO DA CHUVA NO FLUXO DE CO₂ DO SOLO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ, PARÁ.** Programa de pós-graduação em meteorologia – UFCG. Campina Grande – PB, 2008.

KANG, S.; SUEYOUNG, D.; LEE, D.; LEE, D.; JIN, V.L.; KIMBALL, J.S. 2003. **Topographic and climatic controls on soil respiration in six temperature mixedhardwood forest slops, Korea.** *Global Change Biology*, 9: 1427-1437.

LUIZÃO, F.J.; SCHUBART, H.O.R. 1987. **Litter production and decomposition in a Terra-Firme Forest of Central Amazônia.** *Experientia*, 43: 259-265.

MARTINS, G.C. **Mata e Campos naturais da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos e implicações de uso e manejo.** Lavras, 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – Universidade Federal de Lavras.

MARTINS, G.C.; FERREIRA, M.M; CURI, N.; VITORINO, A.C.T.; SILVA, M.L.N. **CAMPOS NATIVOS E MATAS ADJACENTES DA REGIÃO DE HUMAITÁ (AM): ATRIBUTOS DIFERENCIAIS DOS SOLOS.** Ciências Agrotécnicas. Lavras, 2006.

MIELNICK, P.C.; DUGAS, W.A. 2000. **SOIL CO₂ IN A TALLGRASS PRAIRIE.** *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 221-228.

MEIR, P.; GRACE, J.; MIRANDA, A.; LLOYD, J. 1996. **Soil respiration in Amazônia and in cerrado in central Brazil. Amazonian Deforestation and Climate.** eds. J. C. H. Gash, C. A. (eds.), Amazon Deforestation and Climate, John Wiley and Sons, Chichester, UK, 319-330pp.

NORMAN, J.M., GARCIA, R., VERMA, S.B. (1992) **Soil surface CO₂ fluxes and the carbon budget of a grassland.** *Journal of Geophysical Research* 97(D17)(18):845–853. p 30-45.

NUNES, P.C. 2003. **Influência do efluxo de CO₂ do solo na produção de forragem numa pastagem extensiva e num sistema agrosilvopastoril.** MT. Dissertação (Mestrado em Ciências Agricultura Tropical;) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 68pp.

PANOSSO, A. R. **VARIABILIDADE ESPACIAL DA EMISSÃO DE CO₂, TEMPERATURA E UMIDADE EM LATOSSOLO SOB CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM SISTEMAS DE COLHEITA MANUAL COM QUEIMA E MECANIZADA.** Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal. São Paulo, 2006.

PANOSSO, A. R.; PEREIRA, G.T.; JÚNIOR, J.M; JÚNIOR, N. L. S. **VARIABILIDADE ESPACIAL DA EMISSÃO DE CO₂ EM LATOSSOLOS SOB CULTIVO DE CANA-DE-**

AÇÚCAR EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. Dissertação de Mestrado. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, 2008.

PAUL, E.A.; HARRIS, D.; COLLINS, H.P.; SCHULTHESS, U.; ROBERTSON, G.P. **Evolution of CO₂ and soil carbon dynamics in biologically managed, row-crop agrosystems.** Applied Soil Ecology, v.11, p.53-65, 1999.

PES, L. Z. **FLUXO DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E ROTAÇÃO DE CULTURAS NO PLANALTO DO RIO GRANDE DO SUL.** Dissertação de Mestrado na Área de Concentração em Mecanização Agrícola. Santa Maria – RS, 2009.

PINTO-JÚNIOR, O.B; SANCHES, L.; DALMOLIN, A. C.; NOGUEIRA, J.S. **Efluxo de CO₂ do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem.** Revista Acta Amazônica. 2006.

REICHSTEIN, M.; TENHUNEN, J. D.; ROUPSARD, O.; OURCIVAL, J. M.; RAMBAL, S.; DORE, S.; VALENTINI R. **Ecosystem respiration in two Mediterranean evergreen Holm Oak forests: drought effects and decomposition dynamics.** Functional Ecology, v. 16, n. 1, p. 27-39. 2002.

RETH, S.; MARKUS, R.; FALGE, E. **The effect of soil water content, soil temperature, soil pH-value and the root mass on soil CO₂ efflux – A modified model.** Plant and Soil, Dordrecht, v. 268, n. 1-2, p. 21-33, 2005.

Salimon, C.I. 2003. **Respiração do solo sob florestas e pastagens na Amazônia Sul-Ocidental, Acre.** Tese de Doutorado (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 97 pp.

SALIMON, C. I.; DAVIDSON, E. A.; VICTORIA, R. L.; MELO, A. W. F. **CO₂ flux from soil in pastures and forests in southwest Amazonia.** Global Change Biology. v. 10, p. 833-843, doi: 10.1111/j.1529-8817.2003.00776.x, 2004.

SARMIENTO, J.L.; GRUBER, N. **Sinks for Anthropogenic Carbon.** Physics Today, 55, 2002.

SCHWENDENMANN, L.; VELDKAMP, E.; BRENES, T.; O'BRIEN, J.J.; MACKENSEN, J. **Spatial and temporal variation in soil CO₂ efflux in an old-growth neotropical rain forest, La Selva, Costa Rica.** Biogeochemistry, Dordrecht, v.64, n.1, p.111-28, 2003.

SOTTA, E.D. 1998. **Fluxo de CO₂ entre solo e a atmosfera em floresta tropical úmida da Amazônia Central.** Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, 128pp.

SOTTA, E.D.; MEIER, P.; MALHI, Y.; NOBRE, A.D.; HODNETT, M.; GRACE, J. **Soil CO₂ efflux in a tropical forest in central Amazon.** *Global Change Biology*. V. 10, p. 601-617, 2004.

SOTTA, E. D.; VELDKAMP, E.; GUIMARÃES, B.; PAIXÃO, R. K.; RUIVO, M. L. P. **Landscape and climatic controls on spatial and temporal variation in soil – CO₂ efflux in a Eastern Amazonian Rainforest, Caxiuanã, Brazil.** *Forest Ecology and Management*, v. 237, p. 57-64, 2006.

SOUZA, J.R.S.; Pinheiro, F.M.A.; Araujo, R.L.C.; Pinheiro, Jr.; H.S.; Hodnett, M.G. 1996. **Temperature and Moisture Profiles in Soil Beneath Forest and Pasture Areas in Eastern Amazonia.** *Amazonian Deforestation and Climate*. Capítulo 6.

SOUZA, I. M. Z. **CARBONO E NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO EM ÁREAS REFLORESTADAS COMPARADAS AO CAMPO E MATA NATIVA NO PLANALTO DOS CAMPOS GERAIS, SC.** Curso de Mestrado em Ciências do Solo. Lages – SC, 2005.

SPERA, S. T. **Inter-relações entre propriedades físico-hídricas do solo e a ocorrência de vegetação de mata e campo adjacentes no Alto Rio Grande (MG).** 1995. 78 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

SPERA, S. T.; FERREIRA, M. M.; CURI, N. **Inter-relações entre propriedades físico-hídricas do solo e a ocorrência de vegetação de mata e campo adjacentes no Alto Rio Grande (MG).** *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 20, n. 2, p. 178-182, abr./jun. 1996.

VALENTINI, C. M. A. **Efluxo de CO₂ do solo de uma área de Floresta de Transição no Noroeste de Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, 2003.

VALENTINI, C.M.A.; SANCHES, L.; PAULO, S.R. DE; VOURLITIS, G.L.; NOGUEIRA, J.S.; PINTO-JÚNIOR; O.B., LOBO F. DE A. 2008. **Soil respiration and aboveground litter dynamics of a tropical transitional forest in northwest Mato Grosso, Brazil.** *Journal of Geophysical Research*, VOL. 113, G00B10, doi:10.1029/2007JG000619, 2008.

Vanhala, P. 2002. **Seasonal variation in the soil respiration rate in coniferous forest soils.** *Soil Biology & Biochemistry*, 34: 1375-1379.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. **Spatial variability of soil physical properties in the field.** In: HILLEL, D. (Ed.) *Applications of soil physics*. New York: Academic Press, 1980. 385 p.

WELSCH, D. L.; HORNBERGER, GEORGE M. **Spatial and temporal simulation of soil CO₂ concentrations in a small forested catchment in Virginia.** *Biogeochemistry*, v. 71, n. 3, p. 415- 436. 2004.

YUSTE, J. C; JANSSENS, I. A; CARRARA, A; MEIRESONNE, L; CEULEMANS, R. **Interactive effects of temperature and precipitation on respiration in a temperature maritime pine forest.** *Tree Physiology*, v. 23, p. 1263- 1270, 2003.

ZANCHI, F. B.; WATERLOO, M. J.; DOLMAN, A. J.; GROENENDIJK, M.; KESSELMEIER, J.; KRUIJT, B.; BOLSON, M. A.; LUIZÃO, F. J.; MANZI, A. **O. Influence of drainage status on soil and water chemistry, litter decomposition and soil respiration in central Amazonian forests on sandy soils.** *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 1, p.77-100, 2011.

ZANCHI, F.B. **Medição do efluxo de CO₂ do solo com câmaras automáticas sobre floresta em Rondônia.** 2004. 66p. Dissertação de (Mestrado) – Instituto Astronômico, Geofísico e Ciências Atmosféricas, Universidade Estadual de São Paulo.

CRONOGRAMA

Nº	Descrição	Ago /11	S	O	N	D	Jan /12	F	M	A	M	J	J
1	Revisão de literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
2	Coleta de dados de fluxo			X		X	X	X	X	X	X	X	
3	Tabulações			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4	Análise de dados			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Elaboração relatório parcial					X	X						
6	Discus. dos res. e elabor. relat. final											X	X
7	Apresentação final											X	X

Em decorrência de uma viagem de campo para Cuiabá – MT, requisitada pela disciplina de Físico-química da Água ofertada no período de 2011/2, não possível fazer as coletas do mês de novembro. E devido a outros fatores já citados, nos meses de Abril, Maio e Junho não foi possível fazer a coleta dos dados.

Quanto ao resto do cronograma todos os outros trabalhos foram efetuados, com exceção da apresentação final no congresso que ainda não tem dada definida.