

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE

**EFLUXO DE CO₂ DO SOLO EM FLORESTA DE TRANSIÇÃO
AMAZÔNIA CERRADO E EM ÁREA DE PASTAGEM**

OSVALDO BORGES PINTO JUNIOR

ORIENTADORA: PROF. DR^a. LUCIANA SANCHES

CUIABÁ-MT, FEVEREIRO DE 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA E MEIO AMBIENTE

**EFLUXO DE CO₂ DO SOLO EM FLORESTA DE TRANSIÇÃO
AMAZÔNIA CERRADO E EM ÁREA DE PASTAGEM**

OSVALDO BORGES PINTO JUNIOR

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Física e Meio Ambiente da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Física e Meio Ambiente.

ORIENTADORA: PROF. DR^a. LUCIANA SANCHES

CUIABÁ-MT, FEVERO DE 2007.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu Pai, que recentemente nos deixou, e onde quer que esteja tenho a certeza de que compartilha junto de mim mais essa vitória.

Dedico também a minha mãe que não mediu esforços para possibilitar que eu estivesse onde estou hoje.

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente agradeço aos meus amigos Carlos José da Silva e Mônica Elisa Bleich, porque sem eles não estaria aqui;
- Ao Prof. Dr. José de Souza Nogueira (PARANÁ) e sua esposa Prof. Dr^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, pela grande amizade pelos conselhos pelos convites de fim de semana enfim por tudo;
- A professora Luciana Sanches pela orientação, amizade e ajuda nas divertidas idas a campo.
- Aos colegas Carlos Alberto Antunes Dias e ao Paulino Bambi, pela amizade, e nossas inesquecíveis viagens, especialmente aquela que fomos de carro de Cuiabá para Sinop e as inúmeras que fizemos durante esses últimos anos;
- Aos colegas do Mestrado;
- Ao Prof. Dr. Francisco de Almeida Lobo;
- Ao Prof. Dr. George Vourtilis;
- As meninas: Andrea Carla Dalmolin, Maykelin, Nara Luiza, Camila Fraga, Thalyta Pimenta Jara;
- A minha amiga Paula Libos, por ser essa pessoa maravilhosa, carinhosa e de coração grande;
- A minha amiga Maricéia Tatiani Vilani;
- Aos amigos que conheci em Cuiabá, Marcelo Biudes, Jean Reinildes, George Huck, George Suly, Edilberto Ojeda, Zé Carlos de Arruda, Alfredo, João Jr, Vinicius Buscioli, Carlos Machado, Armindo, entre outros dos quais não caberiam aqui;
- Ao projeto de Larga Escala da Biosfera Atmosfera (LBA);
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos;
- A todos que indiretamente contribuíram para elaboração desta Dissertação agradeço.

FOLHA DE APROVAÇÃO

**Título: EFLUXO DE CO₂ DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA
CERRADO E EM PASTAGEM**

Autor: OSVALDO BORGES PINTO JUNIOR

Dissertação defendida e aprovada em 16 de Fevereiro de 2007, pela comissão julgadora:

Orientadora: Prof. Dr^a. Luciana Sanches (PRODOC/UFMT)

Prof. Dr. Alfredo Jorge (UFMT)

Prof. Dr^a Walcyline Lacerda Matos Pereira Scaramuzza (IUNMT/UFMT)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	iv
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 A AMAZÔNIA LEGAL.....	4
2.2 FLORESTA DE TRANSIÇÃO.....	6
2.3 SOLO	8
2.4 PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA	9
2.5 CARBONO NO SOLO	11
2.6 VALOR Q_{10}	14
2.7 O MODELO DE BUNNELL ET AL. (1977)	15
2.8 PASTAGEM	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	17
3.2 METODOLOGIA.....	20
3.2.1 UMIDADE E TEMPERATURA DO SOLO	20
3.2.2 MEDIDAS DE EFLUXO DE CO_2 DO SOLO	21
3.2.3 SERRAPILHEIRA ACUMULADA.....	22
3.2.4 ESTIMATIVA DO Q_{10}	22
3.2.5 ÁREA BASAL	23
3.2.6 MODELO DE BUNNELL	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 EFLUXO DE CO_2 DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO	25
4.1.1 A INFLUÊNCIA DA ÁREA BASAL PRÓXIMA AOS PONTOS DE COLETA DO EFLUXO DE CO_2 DO SOLO	27
4.2 INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO NO EFLUXO DE CO_2 DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO.....	28
4.2.1 UMIDADE DO SOLO E EFLUXO DE CO_2 DO SOLO	28
4.2.2 CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO E EFLUXO DE CO_2 DO SOLO	31
4.3 ESTIMATIVA DO VALOR DE Q_{10}	34
4.4 TEMPERATURA DO SOLO E O EFLUXO DE CO_2 DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA	37
4.5 EFLUXO DE CO_2 E SERRAPILHEIRA ACUMULADA NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA	39
4.5.1 VARIAÇÃO DA SERRAPILHEIRA ACUMULADA	39

4.6	EFLUXO DE CO ₂ DO SOLO NA ÁREA DE PASTAGEM	42
4.7	INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO NO EFLUXO DE CO ₂ DO SOLO NA ÁREA DE PASTAGEM	43
4.8	INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO SOLO NO EFLUXO DE CO ₂ DO SOLO NA ÁREA DE PASTAGEM	45
4.9	COMPARAÇÃO DO EFLUXO DE CO ₂ DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO E NA ÁREA DE PASTAGEM.....	47
5.0	VARIAÇÃO DIURNA DE CO ₂ NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO	49
5.1	O MODELO DE BUNNELL.....	50
6	CONCLUSÕES	53
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	ANEXO.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Amazônia Legal Brasileira.....	5
Figura 2 – Ecossistemas da Amazônica.	7
Figura 3 – Florestas pertencentes ao estado de Mato Grosso. a) Perenifólica Amazônica. b) Subcaducifólia Amazônica.	7
Figura 4 – Ciclo do carbono no ecossistema terrestre,	12
Figura 5 – Mapa de localização das áreas de estudo	17
Figura 6 – Localização dos pontos de coleta de efluxo de CO ₂ e umidade do solo.	18
Figura 7 – Localização dos pontos de coleta no transecto da Floresta de Transição Amazônica Cerrado.	19
Figura 8 – Localização dos pontos de coleta na Área de Pastagem.	19
Figura 9 – Aparelho de medida de efluxo de CO ₂ do solo, Modelo EGM/WMA-2 (PP System, Hitchin Hertz, UK).	21
Figura 10 – Molde vazado empregado na quantificação da serrapilheira acumulada no solo de floresta.	22
Figura 11 – Ilustração da metodologia adotada para estimativa de área basal nos pontos de coleta de efluxo de CO ₂ do solo.	23
Figura 12 – Efluxo de CO ₂ do solo (média ± DP), na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.	25
Figura 13 – Área basal (média ± DP) dos pontos de coleta do efluxo de CO ₂ do solo.....	27
Figura 14 – Umidade do solo (média ± DP), na Floresta de Transição Amazônica Cerrado. .	30
Figura 15 – Resposta da umidade do solo sobre o efluxo de CO ₂ do solo.....	31
Figura 16 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a umidade do solo (m ³ m ⁻³) na profundidade de 5 cm.	32
Figura 17 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a umidade do solo (m ³ m ⁻³) na profundidade de 30 cm.	32
Figura 18 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a umidade do solo (m ³ m ⁻³) na profundidade de 70 cm.	33
Figura 19 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 1..	35
Figura 20 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 7..	35
Figura 21 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 9..	35

Figura 22 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 14.	36
Figura 23 – Médias mensais do efluxo de CO ₂ do solo medido e o do efluxo de CO ₂ do solo estimado pelo Q ₁₀	37
Figura 24 – Temperatura do solo (média ± DP) a uma profundidade de 5cm, na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.	38
Figura 25 – Resposta da temperatura do solo sobre o efluxo de CO ₂ do solo.	39
Figura 26 – Variação temporal do efluxo de CO ₂ do solo e da serrapilheira acumulada.....	40
Figura 27 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a serrapilheira acumulada.....	41
Figura 28 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo nos meses de seca sobre a serrapilheira acumulada.....	41
Figura 29 – Valores de efluxo de CO ₂ do solo (média e desvio padrão), na área de pastagem.	42
Figura 30 – Valores médios da umidade do solo (média ± DP), na área de pastagem.	44
Figura 31 – Resposta da umidade do solo sobre o efluxo de CO ₂ do solo.....	45
Figura 32 – Temperatura do solo (média ± DP) a uma profundidade de 5 cm, na área de pastagem.	46
Figura 33 – Resposta do efluxo de CO ₂ do solo sobre a temperatura do solo.....	46
Figura 34 – Valores mensais médios do efluxo de CO ₂ do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado e na área de Pastagem.....	47
Figura 35 – Efluxo de CO ₂ do solo no período diurno (média ± DP), no Transecto da Floresta de Transição Amazônica Cerrado.....	50
Figura 36 – Variação diurna do efluxo de CO ₂ do solo medido e estimado pelo modelo de Bunnell, para o mês de junho de 2005.	51
Figura 37 – Variação diurna do efluxo de CO ₂ do solo medido e estimado pelo modelo de Bunnell, para o mês de outubro de 2005.	51
Figura 38 – Variação diurna do efluxo de CO ₂ do solo medido e estimado pelo modelo de Bunnell, para o mês de janeiro de 2006.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios do efluxo de CO ₂ do solo, área basal e diâmetro das árvores dos pontos de coleta.	28
Tabela 2 – Média mensal da umidade do solo (m ³ m ⁻³) nas profundidades de 5, 30 e 70 cm.	31
Tabela 3 – Coeficiente de determinação e os valores estimados de Q ₁₀ dos pontos de coleta.	34
Tabela 4 – Médias das frações de serrapilheira acumulada durante junho/2005 à abril/2006.	40
Tabela 5 – Valores médios do efluxo, temperatura e umidade no período diurno.....	49

RESUMO

PINTO-JR, Osvaldo Borges. **Efluxo de CO₂ do Solo em Floresta de Transição Amazônica Cerrado e em Área de Pastagem**. Cuiabá, 2007. 79p. *Dissertação (Mestrado)* - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.

O aquecimento global, provocado pelo aumento do efeito estufa, no momento é um dos assuntos de preocupação mundial, principalmente devido a necessária compreensão de como os ecossistemas heterogêneos se comportam na emissão de CO₂ para a atmosfera. Neste contexto o trabalho (a) estimou o efluxo de CO₂ do solo em uma Floresta de Transição Amazônica Cerrado e uma área de Pastagem localizadas no norte do Mato Grosso; (b) verificou a influência da umidade do solo, conteúdo de água no solo, temperatura do solo e serrapilheira acumulada no efluxo de CO₂; (c) estimou o valor de Q₁₀ para área de floresta; e (d) avaliou o modelo de Bunnell et al. (1977) para estimativa do efluxo de CO₂ do solo. As medições foram realizadas com aparelho de absorção de CO₂ por infravermelho (EGM/WMA-2 PP System, Hitchin Hertz, UK) no período de maio/2005 à abril/2006. Os valores médios do efluxo de CO₂ do solo na Floresta e na área de Pastagem foram de 5,45 e 4,95 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. O ajuste exponencial explica de forma satisfatória a resposta do efluxo de CO₂ do solo em função do conteúdo de água do solo nas profundidades de 5, 30 e 70 cm do solo na Floresta de Transição. Os valores de Q₁₀ variaram entre 7,95 e 14,00 na Floresta. Houve uma resposta satisfatória do efluxo de CO₂ do solo e a serrapilheira acumulada, somente na estação seca. O modelo de Bunnell et al. (1977) estima de forma satisfatória a variação diurna do efluxo de CO₂ do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado. Na estação seca o comportamento do efluxo de CO₂ do solo foi semelhante na Floresta de Transição Amazônica Cerrado e na área de Pastagem, e na estação úmida os ecossistemas apresentaram comportamentos distintos, e o efluxo de CO₂ do solo na área de Pastagem foi superior ao na Floresta de Transição. É essencial que se avalie a influência de outros fatores no efluxo de CO₂ em ecossistemas localizados em um mesmo ecótono para a obtenção de novas respostas que contribuíssem para esclarecer as dúvidas emissão de CO₂ atmosférico a nível mundial.

Palavras chave: Respiração do solo, umidade do solo, temperatura do solo, Q₁₀, modelo de Bunnell.

ABSTRACT

PINTO-JR, Osvaldo Borges. **Efflux CO₂ of the Ground in Mature Transitional Tropical Forest Amazônia and Pasture.** Cuiabá, 2007. 79p. *Dissertação (Mestrado)* - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.

The global heating, provoked for the increase of the effect greenhouse, at the moment is one of the subjects of worldwide concern, mainly had the necessary understanding of as heterogeneous ecosystems if they hold in the CO₂ emission for the atmosphere. In this context the work (a) esteem the CO₂ efflux of the ground in a Mature Transitional Tropical Forest Amazônia and a located area of Pasture in the north of the Mato Grosso; (b) verified the influence of the humidity of the ground, water content in the ground, temperature of the ground and accumulated litter; (c) esteem the value of Q₁₀ for forest area; e (d) evaluated the model of Bunnell et al. (1977) for estimate of the CO₂ efflux of the ground. The measurements had been carried through with device of CO₂ absorption for infra-red ray (EGM/WMA-2 PP System, Hitchin Hertz, UK) in the period of maio/2005 to abril/2006. The average values of the CO₂ efflux of the ground in the Forest and the area of 5,45 and 4,94 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ Pasture $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectively. The exponential adjustment explains been of satisfactory form the reply of the CO₂ efflux of the ground in function of the water content of the ground in the depths of 5, 30 and 70 cm of the ground in the Mature Transitional Tropical Forest Amazônia. The values of Q₁₀ had varied between 7,95 and 14,00 in the Forest. It had a satisfactory reply of the CO₂ efflux of the ground and the accumulated litter, only in the dry station. The model of Bunnell et al. (1977) esteem of satisfactory form the diurne variation of the CO₂ efflux of the ground in the Mature Transitional Tropical Forest Amazônia. In the dry station the behavior of the CO₂ efflux of the ground was similar in the Mature Transitional Tropical Forest Amazônia and in the area of Pasture, and in the humid station the ecosystems had presented distinct behaviors, and the CO₂ efflux of the ground in the area of Pasture was superior to the one in the Forest of Transistion. It is essential that if it evaluates the influence of other factors in the CO₂ efflux in ecosystems located in one same ecótono for the attainment of new answers that contribution to clarify doubt atmospheric CO₂ emission to them the worldwide level.

KEY-WORDS: Breath of the ground, humidity of the ground, temperature of the ground, Q₁₀, model of Bunnell.

1 INTRODUÇÃO

Poluição atmosférica, desmatamento da Amazônia, degelo das calotas polares, todos esses assuntos nos remetem à questão do aquecimento global, provocado pelo aumento do chamado efeito estufa, sendo no momento um dos assuntos em foco na mídia, devido a entrada em vigor do Protocolo de Quioto. No entanto apesar desse interesse, poucos compreendem, efetivamente, o que tudo isso significa e as suas conseqüências para nossas vidas.

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), a queima de combustíveis fósseis joga na atmosfera do planeta 5,5 bilhões de carbono/ano, grande parte em forma de gás carbônico. Além disso, tem-se mais 1,6 bilhões de toneladas de carbono que chegam anualmente à atmosfera devido as queimadas e desmatamentos. Desse total de gases estufa, 3,2 bilhões de carbono/ano ficam acumulados na atmosfera e 2 bilhões são absorvidos pelo oceano. Agora, para fechar este balanço, resta saber para onde estão indo 1,9 bilhões de toneladas de carbono.

O dióxido de carbono (CO_2) encontra-se atualmente na atmosfera numa quantidade de cerca de 350 ppm (partes por milhão), pois este valor vem sendo acrescido anualmente, devido à queima de combustíveis fósseis, desmatamentos, queimadas e uso inadequado da terra. Entretanto, as quantidades na atmosfera e na vegetação terrestre são aproximadamente a mesma, porém são muito pequenas comparadas com as quantidades na crosta terrestre e dos oceanos.

O dióxido de carbono é um importante componente para ocorrência do chamado efeito estufa. As moléculas de CO_2 são transparentes para a radiação de onda curta, mas forte absorvedora para a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre. Através da absorção do CO_2 , evita-se que algumas radiações emitidas pela superfície sejam perdidas para

o espaço. Sendo assim, maior CO_2 na atmosfera, maior radiação será absorvida, levando a um efeito de aquecimento na baixa atmosfera. Com o incremento do CO_2 na atmosfera e outros gases traço, podem ocasionar efeitos desastrosos sobre o clima na Terra.

Diante do quadro das mudanças do clima global, a humanidade tem-se preocupado com os efeitos colaterais da sua relação com o meio. Dentre estes efeitos, os mais comumente citados são aqueles denominados de “mudanças globais”.

Hoje em dia é necessário compreendermos como os distintos ecossistemas emitem ou sequestram carbono atmosférico, sabemos que existe uma complexa variedade de processos físicos, químicos e bióticos, atuando em direções ou intensidades diferentes. Para realmente entender o papel atual dos ecossistemas no futuro do balanço do carbono atmosférico, seria necessário também conhecer e entender todos esses processos, sua direção e importância relativa.

Para isso se faz necessário mensurações em ecossistemas distintos, como a Floresta de Transição Amazônica Cerrado e Pastagem. Com estas medidas realizadas serão feitas considerações de como ecossistemas tão heterogêneos se comportam na emissão de CO_2 para atmosfera.

Uma função comum a todos ecossistemas terrestres é a sua capacidade de emitir ou sequestrar carbono, diante desta proposição é preciso saber se a Floresta de Transição Amazônica e a Pastagem é um sorvedor ou emitante de carbono para atmosfera. Um destes entendimentos e o monitoramento da respiração do solo e outros parâmetros que possam ter correlação com os mesmos, de modo a quantificá-los e relacioná-los. Assim pode-se verificar quais as interações físicas e químicas entre o solo, vegetação e atmosfera, e suas consequências para o clima do globo quando se substitui as florestas por pastagens e culturas agrícolas.

A quantificação do efluxo de carbono do solo diretamente no campo fornece a real emissão de CO_2 do solo da floresta e esta informação pode ser utilizada, por exemplo, para cálculos de sequestro carbono do ecossistema.

Os objetivos deste trabalho foram:

- (a) Estimar o efluxo de CO_2 do solo na Floresta de Transição;
- (b) Verificar a influência da umidade do solo e do conteúdo de água no solo e da temperatura do solo no efluxo de CO_2 do solo na floresta;
- (c) Verificar a influência da serrapilheira acumulada no efluxo de CO_2 da floresta;
- (d) Estimar o valor de Q_{10} ;
- (e) Estimar o efluxo de CO_2 do solo na pastagem;

- (f) Verificar a influência da umidade do solo por método gravimétrico e da temperatura do solo no efluxo de CO_2 do solo na pastagem;
- (g) Comparar o efluxo de CO_2 do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado e Pastagem.
- (h) Verificar a relação da área basal no efluxo de CO_2 na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.
- (i) Verificar a variação diurna do efluxo de CO_2 na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.
- (j) Usar o modelo de Bunnell (1977) para estimar o efluxo de CO_2 do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A AMAZÔNIA LEGAL

A Amazônia, localizada ao norte da América do Sul, ocupa uma área total de mais de 6,5 milhões de quilômetros quadrados, fazendo parte do território de nove países: Brasil, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Equador, Suriname, Guiana e Guiana Francesa.

Cerca de 85% da Amazônia fica em território brasileiro, onde ocupa mais de 5 milhões de quilômetros quadrados, aproximadamente 61% da área do país, sendo a Amazônia Brasileira sete vezes maior que a França e corresponde a 32 países da Europa Ocidental. A ilha de Marajó, que fica na embocadura do rio Amazonas, é maior que alguns países como a Suíça, a Holanda ou a Bélgica, entretanto sua população corresponde a menos de 10% do total de habitantes do Brasil. A maioria das terras da Amazônia (47%) ainda é devoluta ou sem titulação definida. As áreas públicas protegidas nas categorias de Terras Indígenas, Unidades de Conservação e Áreas Militares representam 29% e as terras privadas tituladas somam apenas 24% do território amazônico.

Em termos administrativos brasileiros, a região chamada Amazônia Legal é composta dos seguintes estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, além de parte dos estados de Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, totalizando 762 municípios (Figura 1). (LENTINI et al., 2003).



Figura 1 – Amazônia Legal Brasileira.

Fonte: LENTINI et al. (2003).

Apresentando grande diversidade natural, social, econômica, tecnológica e cultural, a Amazônia Legal constitui uma região em crescente processo de diferenciação que contraria, em muito, a imagem difundida pelo mundo de um espaço homogêneo caracterizado pela presença de uma cobertura florestal que o identifica tanto interna quanto externamente (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006).

A maior parte (64%) da cobertura vegetal da Amazônica Legal é florestal, sendo que os cerrados e campos representam conjuntamente 25%, enquanto cerca de 12% da Amazônia está alterada pela ação antrópica (a maioria, área desmatada).

A atividade madeireira é um dos principais usos da terra na Amazônia, gerando anualmente uma renda bruta de US\$ 2,5 bilhões. A indústria madeireira emprega cerca de 350 mil pessoas, direta e indiretamente. O setor madeireiro da região é constituído por 2.570 empresas distribuídas em 72 centros de processamentos (pólos madeireiros), os quais consumiram em 1998 cerca de 28,3 milhões de metros cúbicos de madeira em tora. Uma produção equivalente a 78% da madeira nativa extraída por ano no Brasil (excluindo lenha e carvão).

Foi desmatado em torno de 587,7 mil Km² de florestas, uma área semelhante ao território da França, sendo a maioria ao longo do “Arco de Desmatamento” acompanhando o

processo de expansão das atividades agropecuárias ao norte (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001).

O estado de Mato Grosso, com uma extensão territorial de 903.357,908 Km² possui três ecossistemas distintos: ao norte do estado aparece a Floresta Amazônica, marcada pelo predomínio de terras baixas sedimentares cobrindo 52,16% da sua extensão, ao sul e a leste encontra-se o cerrado que abrange 40,80%, constituído por extensos planaltos com chapadões sedimentares e ao sudoeste tem-se as terras úmidas do pantanal abrangendo 7,04% do estado (IBGE, 2006).

2.2 FLORESTA DE TRANSIÇÃO

As áreas de transição da Floresta Ombrófila para as Florestas Estacionais Semidecíduas e Decíduas seguem gradientes climáticos, nos quais a precipitação diminui e o clima torna-se mais estacional, e a presença de uma formação ou outra passa a depender da natureza do solo ou da topografia (IVANAUSKAS, 2002).

Logicamente, os limites vegetacionais não podem ser definidos utilizando exclusivamente classificações climáticas, pois fatores não climáticos (solo, litologia e relevo), também influenciam o teor de água no solo e o impacto ecológico de um período seco. Os sistemas de classificação baseiam-se em médias climáticas, mas valores extremos de seca, vento ou frio podem exercer maior influência sobre a distribuição da vegetação (WALSH, 1996).

Um bom exemplo é a região centro-norte do Mato Grosso, que apresenta área de transição entre o clima Equatorial Úmido e Tropical (ROSS, 1989), compreendendo praticamente toda a borda sul da Floresta Amazônica, e expandindo em área na bacia do Xingu. Nesta região, o gradiente climático é acompanhado pelo gradiente vegetacional, criando um ecótono que dificulta e gera controvérsias sobre a classificação das formações vegetais ali existentes, conforme ilustra a Figura 2.

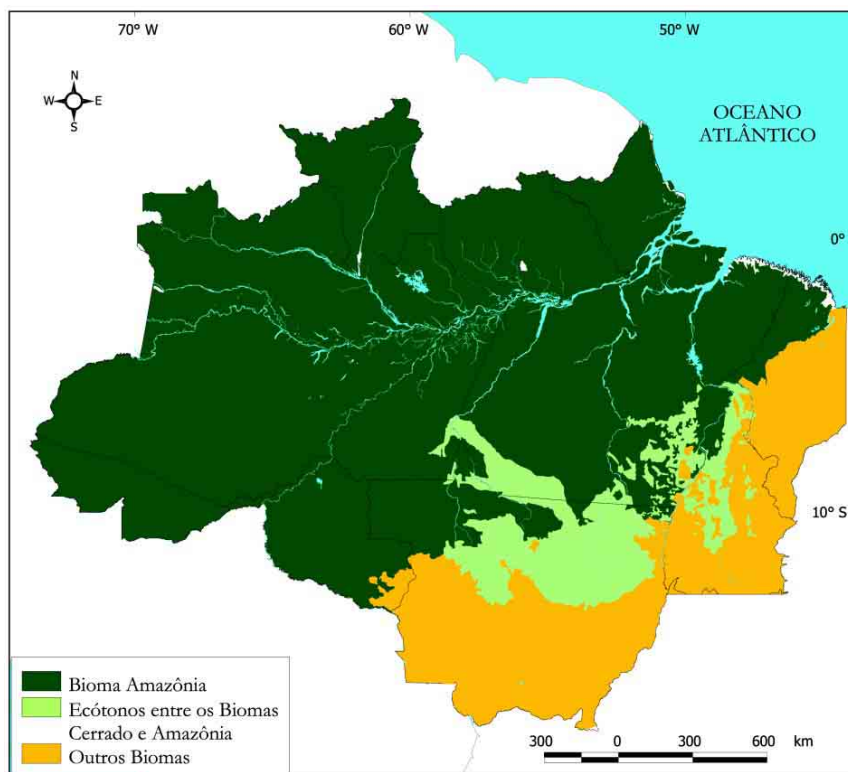


Figura 2 – Ecossistemas da Amazônica.

Fonte: LENTINI et al. (2003).

O estado de Mato Grosso é possuidor de extensa área florestada marcado pelo predomínio de terrenos baixos sedimentares, dividido em dois patamares: Floresta Perenifólia Higrófila Heleiana Amazônica (Figura 3.a) e a Floresta Subcaducifólia Amazônica (Figura 3.b).

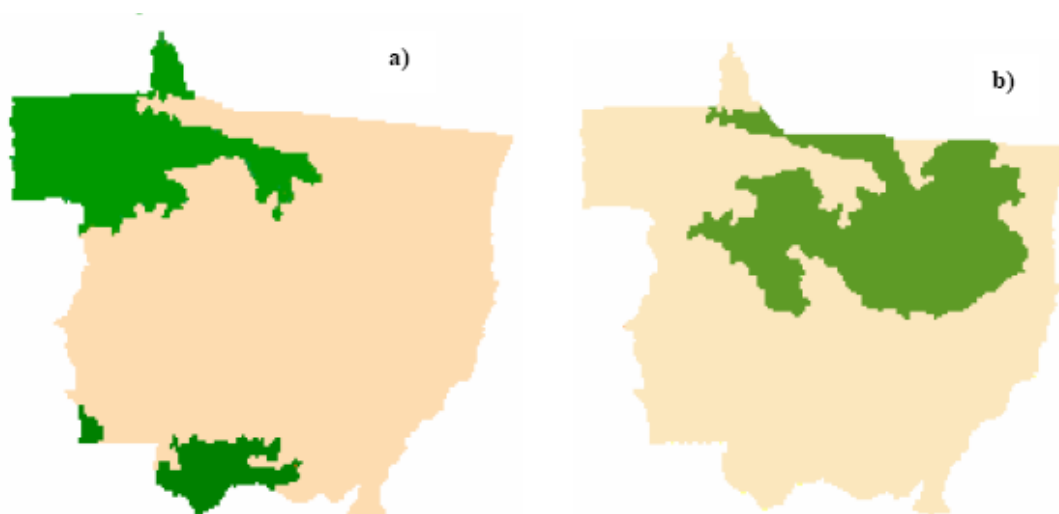


Figura 3 – Florestas pertencentes ao estado de Mato Grosso. a) Perenifólia Amazônica. b) Subcaducifólia Amazônica.

Fonte: LENTINI et al. (2003).

A floresta Perenifólia está localizada na porção noroeste do estado, sendo um prolongamento da vegetação que ocorre nas áreas úmidas da região Amazônica, cobrindo a maior parte do norte de Mato Grosso desenvolve-se a formação de floresta subcaducifólia. Nesta parte da floresta, encontram-se árvores altas com 15 a 20 m de altura, troncos finos e copas pouco desenvolvida que podem perder as suas folhas no período de estiagem (caducifólia) (FABRIS, 2001).

2.3 SOLO

O solo pode ser definido como um corpo material, sintetizado em forma de perfil, composto de uma mistura variável de minerais desintegrados e de matéria orgânica em decomposição que cobre a terra com uma camada fina e que fornece, quando contém, quantidades necessárias de ar e de água, amparo mecânico e, em parte, subsistência para os vegetais (BUCKMAN, 1976).

Do ponto de vista de composição pode-se considerar que os solos apresentam uma fração inorgânica ou mineral, composta de fragmentos de rochas minerais, variável em tamanho e composição, em geral predominante, e uma fração orgânica (viva e morta), que corresponde aos sólidos do solo (matriz), o ar do solo (fase gasosa do solo) e a solução do solo (fase líquida do solo) (PRADO 1998).

Os solos florestais devem ser aceitos como organismos dinâmicos nos quais os processos de intemperismo estão sempre atuando, constituindo-se, portanto, nos agentes de reabastecimento em nutrientes (PRICHET, 1979).

A fase líquida do solo compreende em uma fração mineral inorgânica proveniente da decomposição da rocha-mãe (material-matriz), pela meteorização e intemperização e outra orgânica, proveniente da decomposição de restos de organismos animais e vegetais, processo esse denominado de mineralização e humificação (LUCHESE et al., 2001).

Dessa forma, durante a formação do solo acontecem muitas reações químicas, onde permanecem os minerais primários (existentes na rocha original) menos solúveis, por exemplo, as argilas e aparecem os nutrientes em formas disponíveis, os elementos, as substâncias tóxicas e a matéria orgânica (REZENDE, 2004).

O conteúdo mineral do solo depende em parte da rocha mãe que lhe deu origem e depende mais do componente biótico do ecossistema. Em ambientes não perturbados, a maior parte dos nutrientes permanece dentro do ecossistema, no entanto, se a vegetação for

removida rapidamente (isso acontece nas colheitas ou quando as pradarias sofrem pastagem exageradas), o solo se exaure mais rápido (CURTIS, 1977).

A face vertical exposta de um barranco ou de uma trincheira mostra que o solo é composto de camadas distintas, que muitas vezes diferem de cor. Estas camadas são chamadas de horizontes edáficos e a seqüência de horizontes, da superfície para baixo é chamado de perfil edáfico. Tem tipicamente três camadas: O horizonte A, o horizonte B, e o horizonte C. O horizonte A é a máxima acumulação de material orgânico, o horizonte B consiste de partículas inorgânicas misturadas com nutrientes minerais providos do horizonte A e o horizonte C é constituído da rocha solta que se estende até o leito de rocha subjacente (CURTIS, 1977). Vale lembrar que o solo nem sempre contém todos os horizontes representados e a horizontalidade perfeita (LUCHESE et al., 2001).

No cerrado de Mato Grosso, a principal classe de solo é o Latossolo, arenoso e pobre em nutrientes ocupando uma área de 933.870 Km², que corresponde a 46% da área total. As areias quartzosas e os polizólicos ocupam 15% cada e o restante são ocupados com classes de solo variados (RESCK, 1992).

2.4 PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA

O estudo do fluxo dos nutrientes no ecossistema, isto é, a produção e decomposição da serrapilheira com a conseqüente transferência destes para o ambiente, é essencial para a caracterização dos padrões de ciclagem, pois representa a principal via de retorno de nutrientes e matéria orgânica à superfície do solo (AIDAR, 2003).

A serrapilheira é particularmente importante por atuar na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica, sendo essencial na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976). A decomposição dos resíduos orgânicos que formam a serrapilheira é o principal processo de ciclagem de nutrientes em um ecossistema florestal (MONTAGNINI & JORDAN, 2002).

Os padrões de deposição de serrapilheira introduzem heterogeneidade temporal e espacial no ambiente, podendo afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade de plantas (FACELLI & PICKETT, 1991; MOLOFSKY & AUSGSPURGER, 1992). Assim, a comparação entre áreas em processo de recuperação com florestas nativas, quanto à produção e decomposição de serrapilheira, pode ser uma importante ferramenta para avaliação do sucesso de determinado projeto de recuperação de área degradada (ARATO et al., 2003).

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais via serrapilheira, é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais. Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal ocorre pela produção de serrapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004).

Na serrapilheira, os organismos mortos através de uma interação complexa de atividades física e biológica são decompostos em partículas grandes, daí em partículas menores e, finalmente, em pequenas moléculas, como dióxido de carbono, água e componentes minerais. Essa decomposição representa um processo essencial na ciclagem de estrutura biogênica, manutenção do estoque orgânico do solo e na taxa de reciclagem dos compostos presentes na serrapilheira, sendo um fator que influencia a fertilidade de solos e o funcionamento de ecossistemas florestais, especialmente, em regiões de solos muito intemperizados como os tropicais (VALENTINI, 2005).

A decomposição da liteira da superfície é produto da atividade saprofítica heterotrófica dos organismos do solo. A taxa de decomposição da liteira pode fornecer informações indiretas sobre a quantidade de carbono liberada num dado tempo.

A liteira da superfície e as raízes finas do solo são as duas principais fontes da matéria orgânica do solo. Uma vez formada no solo a decomposição desta matéria orgânica acontece mais lentamente; ainda assim, é uma das maiores fontes de CO₂ no solo. O carbono que não é liberado para a atmosfera, é incorporado no húmus do solo, ou solubilizado na água de percolação.

Os principais fatores que influenciam na decomposição da serrapilheira são: clima, qualidade da serrapilheira e, natureza e abundância de organismos decompositores, (COÛTEAUX et al., 1995). Estudos feitos em invertebrados do solo mostraram que, em estações secas, os movimentos da fauna do solo são mais profundos (PRIETO et al., 1999). Os artrópodes, por exemplo, são decompositores responsáveis por cerca de 20% da folhagem anual, em uma floresta tropical úmida com padrão irregular de chuvas, tem sua população diminuída durante períodos secos, quando comparados com períodos chuvosos.

Estudos indicam que a decomposição é influenciada pela fauna do solo de cada região e pelas espécies formadoras da serrapilheira (HENEUGHAN et al., 1998). A decomposição da matéria orgânica pode ser dividida em três processos básicos que ocorrem simultaneamente: lixiviação de minerais solúveis e de pequenos compostos orgânicos pela água; intemperismo, que é a ruptura mecânica dos detritos, e ação biológica (fragmentação gradual e oxidação dos organismos vivos, principalmente fungos).

O material orgânico representa um componente de vital importância para a maioria dos processos fundamentais no solo de ecossistemas florestais. A maior contribuição para a camada de húmus do solo é dada pela liteira (MARINO et al., 1980). Geralmente, taxas de decomposição são maiores para folhas, menores para madeiras, e variam da floresta boreal para tropical (SCHLESINGER, 1991). O dióxido de carbono, que é concomitante liberado com os elementos nutritivos durante a decomposição, pode ser monitorado como um indicador das taxas de mineralização se for separado da respiração de raízes. Portanto, a liteira¹ tem uma importância fundamental na ciclagem de nutrientes e na transferência de energia entre plantas e solo (PROCTOR, 1983).

2.5 CARBONO NO SOLO

O dióxido de carbono é um gás que está presente no ar atmosférico na proporção de 0,03% do seu volume total. Ele é solúvel na água, transparente à luz visível e absorve os raios infravermelhos. Na natureza, o CO₂ é produzido no solo pela respiração das raízes, microorganismos, fauna do solo e pela oxidação química dos compostos de carbono. A taxa de transferência deste gás é controlada pela: (a) taxa de produção do solo; (b) pelos gradientes de temperatura; (c) por sua concentração na interface solo-atmosfera; (d) pelas propriedades físicas do solo; e (e) pelas flutuações da pressão atmosférica do ambiente (SOTTA, 1998).

O efluxo do CO₂ do solo depende do gradiente do transporte de gases no solo e entre o solo e a atmosfera, e este é afetado pela fração de poros do solo preenchidos com ar ou com água.

Os quatro maiores reservatórios de carbono são a atmosfera (750 Pg), os oceanos (39.000 Pg), as reservas de combustível fóssil (5.000 a 10.000 Pg) e os ecossistemas terrestres (2.100 Pg), incluindo a biota e os solos (HOUGHTON & WOODWELL, 1989; WATSON et al., 1990).

A respiração das raízes, a decomposição da liteira na superfície, e a decomposição da matéria orgânica do solo (incluindo detritos de raízes) são mencionados por RAICH & SHLESINGER (1992) como as três componentes principais do efluxo do CO₂ do solo.

Aproximadamente a mesma quantidade de carbono que está contida na atmosfera encontra-se retida na vegetação dos ecossistemas terrestres (500 – 800 Pg). Estima-se que os solos da Terra contêm 1400 a 1700 Pg de carbono, duas ou três vezes a quantidade na biota.

¹ Liteira – é o conjunto de detritos que cai da floresta sobre a superfície do solo.

Entre os ecossistemas terrestres, as florestas tropicais têm importante papel no ciclo global do carbono por causa:

- Da sua grande extensão: atualmente compreende 43% da área global de florestas, sendo que 52% delas estão na América Tropical (DIXON et al., 1994);
- De seu grande estoque de carbono na vegetação (60% do estoque de C das florestas do mundo) e no solo (com estoque aproximadamente igual ao da vegetação);
- De suas altas taxas de emissão de CO_2 devido ao acelerado desmatamento e à conversão da terra para outros usos.

O ciclo do carbono em um ecossistema terrestre de floresta tropical pode ser explicado através do fluxograma abaixo (Figura 4).

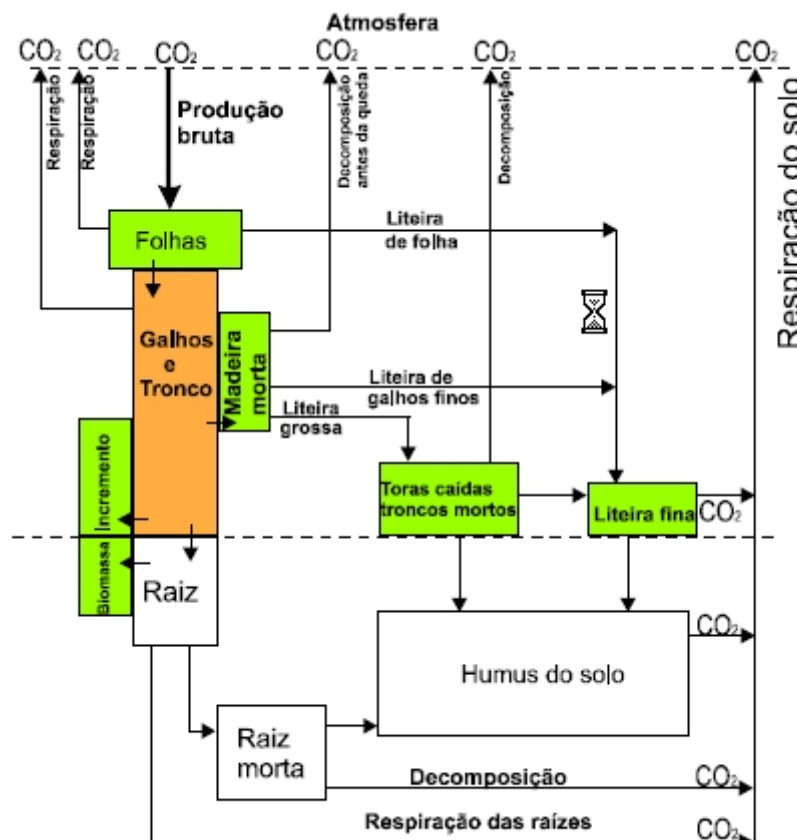


Figura 4 – Ciclo do carbono no ecossistema terrestre,

Fonte: KIRA (1987) modificado por SOTTA (1998).

O dióxido de carbono (CO_2) é considerado o maior responsável pelas mudanças climáticas globais na atmosfera. O físico Jean Joseph Baptiste Fourier, em meados do século XVIII, citou que vivemos em uma grande estufa natural, daí o termo “Efeito Estufa”, hoje

empregado para denotar o aquecimento natural que propicia a vida de plantas e animais na Terra.

Atualmente há uma grande preocupação científica com o aumento dos gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO_2), devido as suas possíveis relações com o aquecimento global, que é uma linha de pesquisa priorizada pelo World Climate Research (WRCP) e pelo Intergovernamental Panel on Climate Change (IPCC). No balanço global de carbono, tornou-se relevante entender os fluxos de CO_2 atmosféricos à superfície nos diversos ecossistemas terrestres (Quadro 1). O papel da biosfera vincula os processos de evapotranspiração e emissão/fixação de CO_2 , e dessa forma está fortemente relacionada à questão de variabilidade climática regional. O IPCC (2001) relatou um sistemático aumento da concentração de CO_2 na atmosfera na ordem de $3,2 \text{ Gt C ano}^{-1}$, onde as principais trocas de carbono com a atmosfera ocorrem pela liberação por queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento, queimadas, e absorção pelos oceanos e pela biota terrestre. Os ecossistemas interagem biologicamente pela fixação de carbono por fotossíntese da vegetação e liberação pela respiração da planta e do solo, desempenhando um significativo papel de sumidouros de carbono (FREITAS, 2001).

Quadro 1 – Fontes, sumidouros e taxa de armazenamento de CO_2 (Gt C ano^{-1}). Fluxos positivos indicam liberação para a atmosfera; fluxos negativos indicam perda de carbono da atmosfera.

FONTES	Emissão por combustíveis fósseis / produção de cimento	$6,4 \pm 0,4$
	Desmatamento, queimadas e mudanças no uso da terra	$1,7 \pm 0,8$
SUMIDOUROS	Oceanos	$-1,7 \pm 0,5$
	Sumidouros em floretas do Hemisfério Norte	$-1,3 \pm 0,9$
	Sumidouros em floretas tropicais	$-1,9 \pm 1,3$
LÍQUIDO	Taxas de aumento na atmosfera	$3,2 \pm 0,1$

Fonte: IPCC (2001).

Calcula-se que 84% do CO_2 emitido por uma floresta é originado no solo. Assim, a determinação e o melhor entendimento da dinâmica do efluxo de CO_2 do solo de florestas é fundamental para estimar com maior precisão o balanço interno do carbono nas florestas tropicais e entender melhor a participação do solo no balanço do carbono global (Quadro 2).

Quadro 2 – Estudos realizados de efluxo de CO₂ do solo na Região Amazônica.

Autores	Período	Localização	Efluxo de CO ₂ do solo (μmol m ⁻² s ⁻¹)	Metodologia
COUTINHO & LAMBERTI (1971)	Seca (ago-set)	Barcelos – AM	7,64	Solução aquosa 0,5 N KOH
MARTINS & MATTHES (1978)	Seco (jul)	Manaus – AM	3,80	Solução aquosa 0,5 N KOH
MEDINA et al. (1980)	2 anos	Venezuela	7,20	Solução aquosa 0,5 N KOH
WOFSY et al. (1987)		Manaus – AM	4,50	IRGA – câmara estática
MEIR et al. (1996)		Reserva do Jarú – RO	5,50	IRGA – câmara estática
CHAMBERS et al. (2002)	Ano inteiro	Manaus – AM	2,80	IRGA – câmara estática
NUNES (2003)	Ano inteiro	Juruema – MT	4,25	IRGA – câmara estática
SOTTA et al. (2004)	Final da estação chuvosa	Manaus – AM	6,40	IRGA – câmara estática
VALENTINI (2005)	Seca (jun-set)	Sinop – MT	5,30	IRGA – câmara estática
VALENTINI (2005)	Ano inteiro	Sinop – MT	7,50	IRGA – câmara estática

Fonte: Adaptado de SOTTA (2004).

2.6 VALOR Q₁₀

O Q₁₀ é um parâmetro normalmente utilizado para caracterizar a dependência do efluxo de CO₂ do solo com a temperatura do solo. Segundo a lei de VANT´T HOFF (1898) descreve que Q₁₀ é um fator que expressa o aumento da velocidade da reação quando há um aumento da temperatura de 10°C (LLOYD & TAYLOR, 1994). Isto é, para cada 10 °C de aumento de temperatura, a razão de produção de massa seca dobra. Contudo, existem divergências sobre isso, sendo que esta lei de VANT´T HOFF (1898), somente é válida na faixa de temperatura de 20 °a 30 °C.

Segundo MOTTA (1989), a lei de VANT´T HOFF (1898), não pode ter validade geral, pois a temperatura em um determinado valor tem efeito oposto na fotossíntese e na respiração, e mesmo nas condições comparáveis de clima, a relação entre a temperatura e rendimento fotossintético pode variar com a densidade da vegetação.

A relação temperatura e efluxo de CO₂ do solo vêm sendo estudada por vários autores como: FANG & MONCRIEFF (2001), MEIR et al. (1996), JANSSENS & PILEGAARD

(2003), TANG et al. (2003), SOTTA et al. (2004), entre outros. Tais autores mostraram em seus diferentes trabalhos a relação linear ou exponencial, que melhor representam a relação entre estas variáveis.

O valor de Q_{10} , que indica o quanto aumenta a respiração do solo, quando há um aumento de 10°C na temperatura do mesmo.

2.7 O MODELO DE BUNNELL ET AL. (1977)

Na literatura é comum encontrarmos modelos que estimam o efluxo de CO_2 do solo, como SCHENTNER & VAN LEVE (1985), O'CONNEL (1990), LLOYD & TAYLOR (1994). Um dos modelos mais adequados encontrados para este estudo foi o modelo de BUNNELL et al. (1977). Este modelo é um modelo geral, que pode ser usado para vários ecossistemas, obtendo boas respostas para florestas (VALENTINI, 2005).

2.8 PASTAGEM

A conversão de florestas em pastagem é o principal uso do solo na Amazônia brasileira, pois representa aproximadamente 50% do total da área desmatada.

Geralmente, após a extração de duas a três árvores economicamente importantes por hectare, a pastagem é introduzida após o corte da floresta seguido da queima. Pastos formados por gramíneas, como *Brachiaria brizantha*, é uma das mais adaptadas às condições regionais. Na Amazônia, a pastagem é usada para alimentar 1,5 animais por hectare, em média, número este, que varia de acordo com a estação e a situação econômica das fazendas (CERRI et al., 1996).

Conversão de floresta para pasto reduz a capacidade de armazenamento de água do solo (CHAUVEL et al., 1991) e limita a distribuição de entradas de carbono das raízes nas camadas superficiais (NEPSTAD et al., 1994). Ambos os fatores, combinados com taxas mais elevadas de decomposição (oxidação) do carbono do solo (especialmente perto da superfície), devem resultar num declínio no estoque de carbono do solo (POST et al., 1982).

Contudo, MORAES (1996), estudando a camada de solo na profundidade de 0-30 cm em Rondônia, mostrou que a longo prazo há aumento no estoque de carbono do solo de pastagens bem manejadas, quando comparada a florestas primárias próximas. Sob a maioria das condições comumente encontradas, o resultado oposto foi encontrado por SERRÃO & FALESI (1977) e por EDEN et al. (1991); estes autores encontraram, respectivamente, um declínio de aproximadamente 50% na concentração de carbono em solo de pastagem com 11

anos de uso na Fazenda Suyá Missu, Mato Grosso, e um declínio de 15% na concentração em pastagem com 12 anos de uso perto de Maracá, Roraima.

Em pastagens com bom manejo, formadas em áreas de floresta, o sistema de raízes do capim pode redistribuir o carbono para camadas mais profundas (NEPSTAD et al., 1991), onde, fica menos suscetível à decomposição. Isto pode ser usado como uma estratégia para seqüestrar carbono, em solos de áreas que já tenham sido convertidas para pastagem (BATJES & SOMBROEK, 1977).

Referentes aos possíveis impactos climáticos do desmatamento tropical, SALATI & NOBRE (1991), apontaram que, a conversão floresta-pastagem em larga escala, provavelmente provocará mudanças no microclima local da região. Este tipo de uso do solo aumenta a exposição e temperatura do solo, a flutuação diurna de temperatura e o déficit de umidade específica, e reduz a evapotranspiração, devido há menor disponibilidade de energia radiativa ao nível da copa, já que a gramínea apresenta maior albedo que a floresta. Modelos matemáticos evidenciam que o equilíbrio climático para uma vegetação de pastagem na Amazônia poderia ter uma precipitação regional significativamente reduzida (SALATI & NOBRE, 1991).

A alteração mais freqüente ocorrerá devido à perda da matéria orgânica da superfície do solo e a compactação, devido às práticas agrícolas e o superpastoreio. Essas mudanças poderiam contribuir para diminuir drasticamente a infiltração de água para as raízes, aumento do escoamento superficial durante o período chuvoso e diminuição da umidade do solo, na zona superficial de enraizamento da vegetação de grama, principalmente, durante a época seca. A diminuição da disponibilidade de umidade do solo contribui para redução da evapotranspiração (SALATI & NOBRE, 1991).

Na região Amazônica é freqüente a utilização de áreas de floresta para o estabelecimento de pastagens. Essas pastagens cultivadas são estabelecidas após a derrubada e queima da floresta, sem haver a preocupação por parte dos pecuaristas de manter alguma espécie arbórea (VEIGA & SERRÃO, 1990). Normalmente, nos primeiros anos, elas apresentam boa produtividade, aproveitando a adição de nutrientes, pela adubação inicial, ou na forma de cinzas, resultado da queima da vegetação nativa. No entanto, com o decorrer dos anos, observa-se um declínio gradual na produtividade destas pastagens e o aparecimento de plantas invasoras, como consequência da utilização de práticas inadequadas, tanto de manejo dos solos, como das pastagens (TOLEDO & SERRÃO, 1982).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em duas áreas: Floresta de Transição Amazônica Cerrado e Pastagem, localizadas no norte do Mato Grosso, Brasil (Figura 5). O experimento foi realizado entre maio de 2005 à abril de 2006.

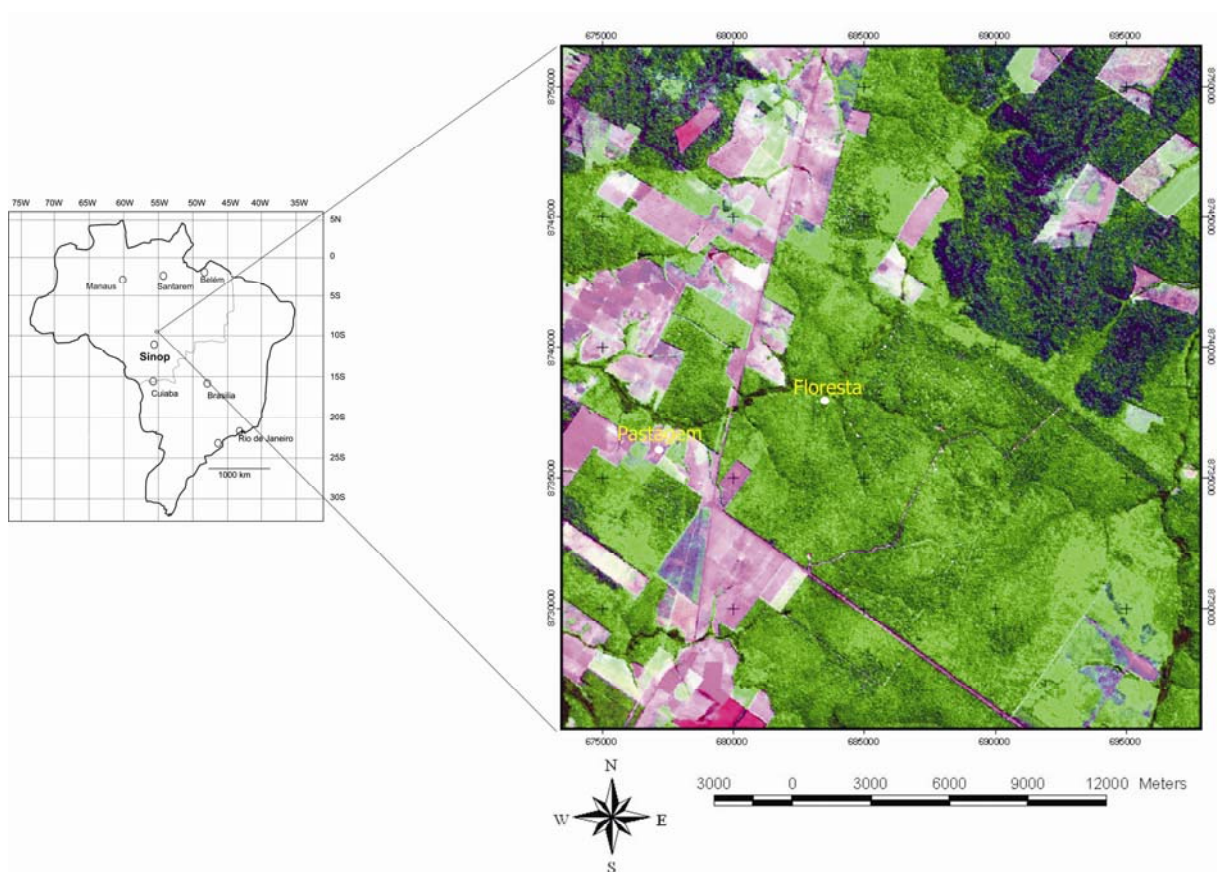


Figura 5 – Mapa de localização das áreas de estudo

3.1.1 A ÁREA DA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO

A área da Floresta de Transição Amazônica Cerrado localiza-se na Fazenda Maracai, à aproximadamente 50 km NE da cidade de Sinop, norte de Mato Grosso, onde está instalada uma torre micrometeorológica coordenada pelo Grupo de Pesquisa em Física e Meio Ambiente - UFMT ($11^{\circ}24'43.4''S$; $55^{\circ}19'25.7''O$), conforme Figura 5.

A região é uma transição entre a Floresta Amazônica e Cerrado, apresentando uma sazonalidade característica. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (VIANELLO & ALVES, 1991), com pequena variação entre estações, sendo de junho-setembro a estação seca, de outubro-novembro e de abril-maio, um período de

transição, entre seca-úmida e úmida-seca, respectivamente, e uma estação úmida de dezembro-março. A precipitação média anual é de 2.200 mm, com médias de temperaturas em torno de 25 °C.

O solo é um neossolo quartzarênico órtico típico a moderado álico, com profundidade de 50 cm e textura arenosa com 76,2% de areia, 6,7% de silte e 17,1% de argila (Em anexo).

Os solos pertencentes a essa classe são bastante arenosos; tem baixa concentração de nutrientes; alta porosidade e drenam rapidamente a saturação provocada por fortes chuvas (PRIANTE FILHO et al., 2004).

Na Floresta de Transição Amazônica Cerrado, foram delimitados 20 pontos de coleta ao acaso, para as medidas de efluxo de CO₂ do solo (Figura 6).

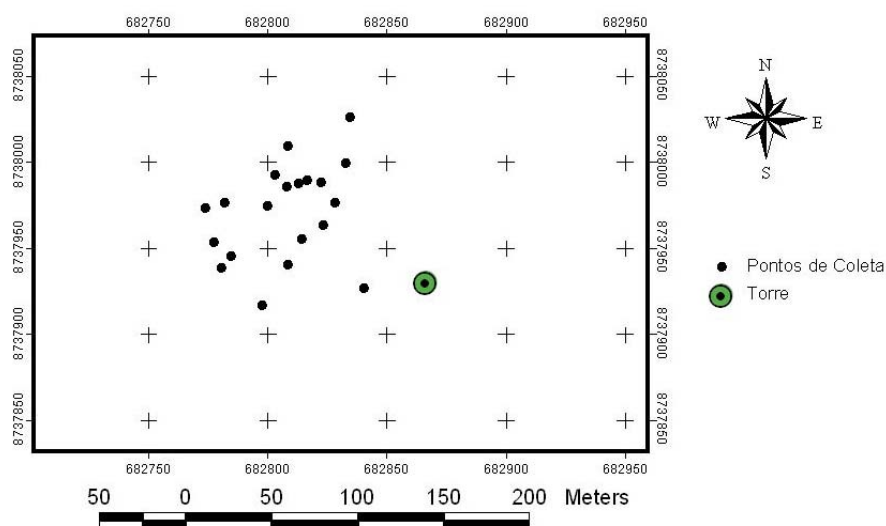


Figura 6 – Localização dos pontos de coleta de efluxo de CO₂ e umidade do solo.

3.1.2 TRANSECTO

Na área da Floresta de Transição Amazônica Cerrado, foi demarcado um transecto, em que vem sendo realizados vários estudos de composição e estrutura florestal. Para o presente estudo foram locados 5 pontos de coleta distantes 20 metros entre si (Figura 7).

Neste transecto, as medidas de efluxo de CO₂ do solo foram realizadas sistematicamente, durante três dias consecutivos em cada estação, junho (seca), outubro (seca/úmida) e janeiro (úmida), entre 08 e 17 h.

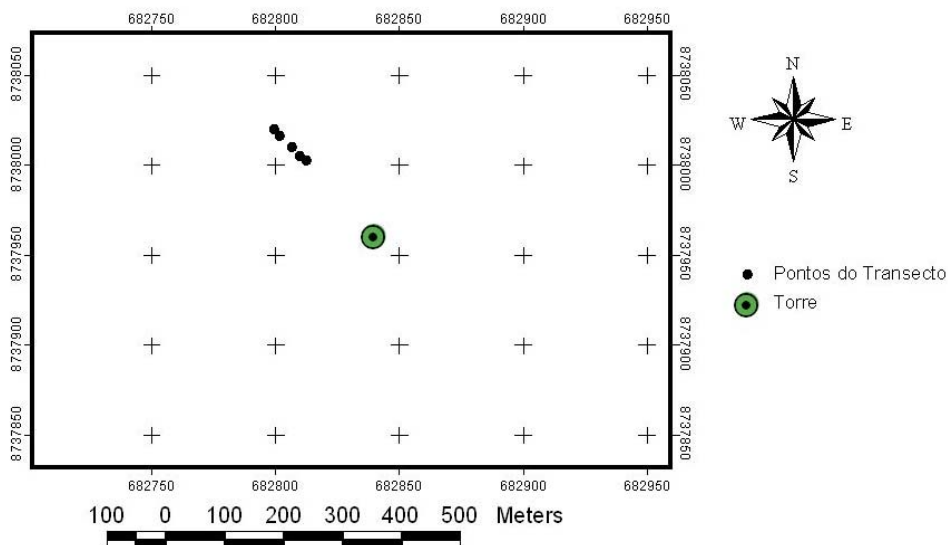


Figura 7 – Localização dos pontos de coleta no transecto da Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

3.1.3 A ÁREA DA PASTAGEM

A área de Pastagem é do tipo *Brachiaria sp.*, localizada na Fazenda Loanda, as margens da BR-163, a aproximadamente 45 km de Sinop-MT, norte de Mato Grosso, onde está instalada uma torre micrometeorológica coordenada pelo Grupo de Pesquisa em Física e Meio Ambiente - UFMT ($11^{\circ}34'55.0''S$; $55^{\circ}17'54.1''O$) (Figura 5).

Esta área está localizada dentro do ecótono da Floresta de Transição Amazônica Cerrado, apresentando as mesmas características climatológicas da área de Floresta. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, de textura arenosa com 72,9% de areia, 8,3% de silte e 18,8% de argila (Em anexo).

Na área de Pastagem as medidas de efluxo de CO_2 do solo foram realizadas mensalmente em 20 pontos ao acaso (Figura 8).

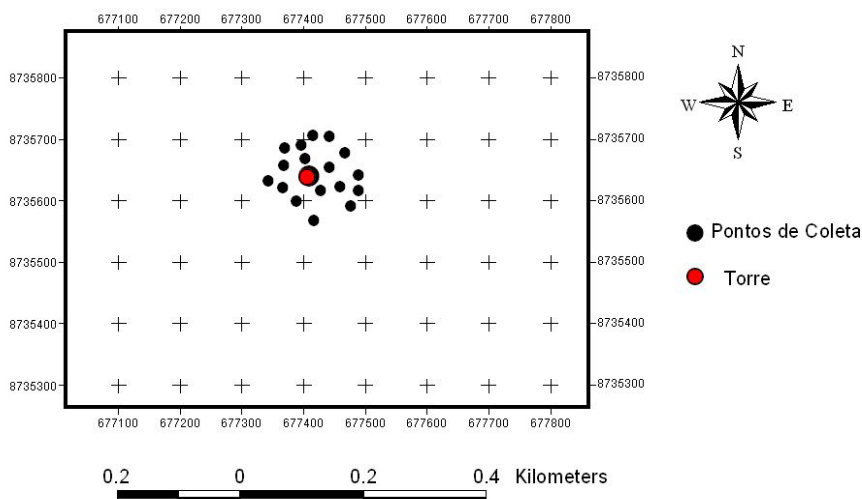


Figura 8 – Localização dos pontos de coleta na Área de Pastagem.

3.2 METODOLOGIA

Nas áreas foram realizadas medidas da umidade do solo, temperatura e efluxo de CO₂ no solo, sendo que na Floresta de Transição Amazônica Cerrado foram feitas coletas mensais da serrapilheira acumulada.

3.2.1 UMIDADE E TEMPERATURA DO SOLO

Para determinação da umidade do solo usou-se o Método Gravimétrico e Método de Reflectometria no Domínio do Tempo – TDR. No método gravimétrico as amostras foram coletada a 5 cm de profundidade no mesmo instante em que eram realizadas as medidas de efluxo de CO₂ do solo nos respectivos 20 pontos de coleta (Figura 6) nas áreas da Floresta de Transição, no Transecto e na Pastagem.

As amostras foram devidamente acondicionadas em cápsulas de alumínio e encaminhadas ao Laboratório de Novos Materiais do Departamento de Física, onde foram pesadas e colocadas em estufa não ventilada a 105°C até atingir peso constante, posteriormente foram novamente pesadas para obtenção do teor de água na amostra.

A umidade do solo foi obtida da diferença entre a massa úmida e a massa seca, dividida pela massa seca (m_a), para se obter a proporção de massa de água por massa de solo seco (m_s). Em seguida multiplicou-se por 100, obtendo-se a porcentagem de água da amostra na base de massa seca (Equação 1).

$$a(\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100 \text{ Eq. (1)}$$

No método de reflectometria no domínio do tempo (TDR), foram usados 3 sensores TDR, modelo Campbell CS615 (Campbell Scientific, Logan, UT, USA), com orientação horizontal nas profundidades de 5, 25 e 70 cm. Os valores médios mensais foram calculados para estimativa do conteúdo de água no solo, sendo que as medidas do TDR foram expressas em umidade volumétrica do solo (m³ de água / m³ de solo). Este método para o cálculo do conteúdo de água no solo foi usado somente na área de estudo da Floresta de Transição Amazônica Cerrado, onde está instalada uma torre micro meteorológica com sensores TDR adjacentes à torre locados em um único ponto, onde foram coletados os dados.

A temperatura do solo foi verificada a uma profundidade de 5 cm utilizando termômetro digital (Marte Mod. AL-200C), sendo realizadas simultaneamente, com as medidas de efluxo de CO₂ do solo em todos os sítios experimentais (Floresta, Pastagem e Transecto).

3.2.2 MEDIDAS DE EFLUXO DE CO₂ DO SOLO

O efluxo de CO₂ do solo foi medido com o aparelho de absorção de infravermelho que calcula as emissões de CO₂ provenientes do solo, o EGM-1/WMA-2 (PP System, Hitchin Hertz, UK) (Figura 9), junto com sua câmara de retenção de CO₂ com 1170 cm³, cobrindo uma área no solo de 78,5 cm².

Colocando uma câmara de circuito fechado de volume conhecido (1170cm³) sobre o solo e medindo a razão de aumento da concentração de CO₂ dentro desta câmara, quantificou-se o fluxo de CO₂ do solo (Equação 2).

$$R_s = \frac{DC}{DT} \times \frac{V}{A} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde, R_s é a razão de fluxo de CO₂ do solo (fluxo de CO₂/unidade de área/unidade de tempo), DT é o tempo decorrido de medida, DC é a diferença de concentração de CO₂ no tempo decorrido, V é o volume total do sistema e A é a área do solo exposto à medida.

O equipamento EGM-1/WMA-2 expressa a R_s (Respiração do solo) em gm⁻²h⁻¹. Entretanto, a unidade mais comumente utilizada para medidas de fluxo de CO₂ do solo é μmolm⁻²s⁻¹, para isto multiplicou-se o valor de R_s do aparelho pelo fator de conversão 6,312.



Figura 9 – Aparelho de medida de efluxo de CO₂ do solo, Modelo EGM/WMA-2 (PP System, Hitchin Hertz, UK).

3.2.3 SERRAPILHEIRA ACUMULADA

Para a determinação de serrapilheira acumulada no solo, foi utilizado um quadrante de molde vazado, com dimensão de 0,25 x 0,25 m (Figura 10). As amostras de serrapilheira foram recolhidas mensalmente, e levadas ao Laboratório de Novos Materiais do departamento de Física para lavagem com água destilada, sendo separadas em folhas, galhos, flores e frutos, e levadas para secagem em estufa à 65 – 70 °C por 72 horas. Posteriormente, foram realizadas pesagens em balança digital.

A serrapilheira foi coletada na Floresta de Transição Amazônica Cerrado, entre os meses de maio de 2005 a abril de 2006 nos 20 pontos de coleta (Figura 6).

O valor médio da massa seca de serrapilheira acumulada dos 20 pontos de coleta foi utilizado para analisar a relação entre o efluxo de CO₂ do solo e a serrapilheira acumulada no solo.



Figura 10 – Molde vazado empregado na quantificação da serrapilheira acumulada no solo de floresta.

3.2.4 ESTIMATIVA DO Q₁₀

O cálculo de Q₁₀ é um parâmetro utilizado para caracterizar a dependência do efluxo de CO₂ do solo com a temperatura, conforme descrito na equação 3.

$$Q_{10} = e^{10\beta} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde β é o valor do coeficiente de determinação obtido por regressão.

3.2.5 ÁREA BASAL

A área basal foi estimada levando em conta um diâmetro arbóreo superior a 10 cm (DAP > 1,30 m) em 20 pontos em uma área circular de 314,15 m²ha⁻¹ cada, as árvores foram medidas com uma fita métrica. A área circular foi demarcada a uma distância de 10 m em 4 direções diferentes (Figura 11).

As medidas de área basal foram realizadas nos dias 11 e 12 de julho de 2006. Procurou-se com essas medidas estabelecer se há uma relação entre o efluxo de CO₂ do solo da Floresta de Transição Amazônica Cerrado e a área basal desta área.

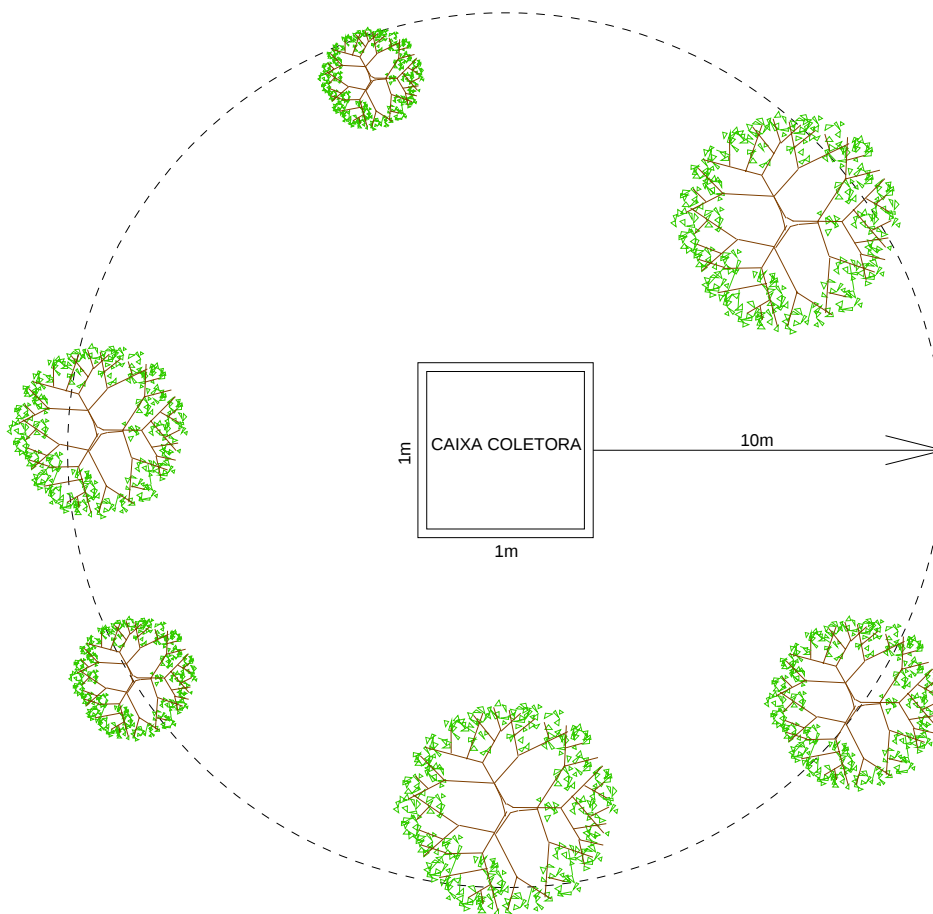


Figura 11 – Ilustração da metodologia adotada para estimativa de área basal nos pontos de coleta de efluxo de CO₂ do solo.

3.2.6 MODELO DE BUNNELL

Modelo usado para estimar o efluxo de CO₂ do solo, no Transecto localizado na área de Floresta de Transição Amazônica Cerrado (Equação 4).

$$R = (W/(a+W)).(b/(b+W)).c.d^{((T-10)/10)} \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde W é a umidade do solo, T é a temperatura (ar ou solo), e a , b , c e d são constantes estimadas usando regressão não linear. Para este modelo o valor de a representa a umidade do solo quando a atividade dos microorganismos se encontra à metade de seu valor máximo; b representa a umidade do solo quando o efluxo de CO_2 do solo está à metade do seu valor máximo, c representa o efluxo de CO_2 à temperatura de 10° e d é o valor de Q_{10} .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As taxas de efluxo de CO_2 dependem da temperatura e umidade, índice de nutriente, respiração da raiz, processos microbióticos, matéria orgânica, aeração do solo, porosidade do solo, disponibilidade de água do solo, produtividade primária líquida (PPL) e o tipo da vegetação existente na área (POPESCU, 2001).

4.1 EFLUXO DE CO_2 DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO

A média do efluxo de CO_2 do solo no período de maio de 2005 a abril de 2006 para a Floresta de Transição Amazônica Cerrado foi de $5,48 \pm 0,66 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figura 12). O coeficiente de variação encontrado para este estudo foi de 12%. O valor encontrado por VALENTINI (2005) em seu estudo na Floresta de Transição Amazônica com o aparelho EGM, foi de $7,50 \pm 0,51 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ para o efluxo de CO_2 do solo e o coeficiente de variação obtido foi de 32%, valor superior ao estimado no presente trabalho.

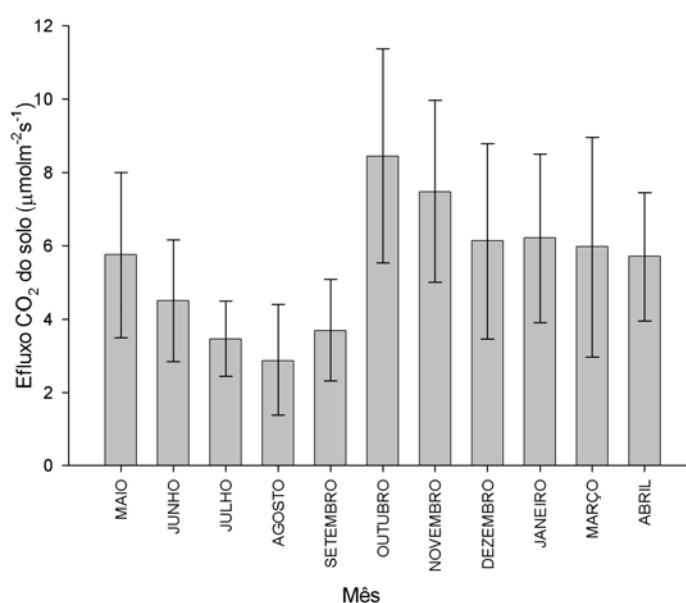


Figura 12 – Efluxo de CO_2 do solo (média $\pm$ DP), na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

Nota-se que houve diferença entre o presente trabalho e o trabalho realizado por VALENTINI (2005), provavelmente isto se deve ao fato de que VALENTINI (2005) em seu estudo utilizou dois equipamentos de medidas de efluxo de CO₂ do solo (LI-COR e EGM), enquanto que o presente estudo usou somente o EGM para medição do efluxo de CO₂ do solo.

A média do efluxo de CO₂ na estação seca (junho-setembro) foi de 3,63 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Este valor também contrasta com o valor encontrado por VALENTINI (2005), onde foi obtido um valor de 5,30 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ de CO₂.

O menor valor encontrado para o presente estudo foi no mês de agosto (2,88 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$), consequência da baixa umidade devido a estação seca da região. O maior valor encontrado foi no mês de outubro (8,45 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$), devido ao início da estação chuvosa e consequente aumento da umidade, proporcionando um incremento da atividade microbiana do solo e consequente aumento da emissão de CO₂ do solo. Assim como em outros estudos, ocorreu variação temporal no efluxo de CO₂ do solo, com os menores efluxos registrados nos meses julho e agosto (período seco) e os maiores efluxos nos meses de outubro e novembro (período de transição seca-chuvosa).

A média anual do efluxo de CO₂ do solo é maior que a média anual estimada por alguns autores em estudos realizados em ecossistemas Amazônicos, por exemplo, CHAMBERS et al. (2002) encontrou o valor de 2,80 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, NUNES (2003) em seu estudo obteve o valor de 4,25 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, ambos estimaram o efluxo de CO₂ do solo por meio de uma câmara estática IRGA. Já os valores encontrados por MEIR et al. (1996) (5,50 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) se assemelham ao presente estudo, usando a mesma metodologia dos autores acima citados. Isto pode ser explicado pela diferenciação no tipo de analisador de gás por infravermelho (IRGA) e do tipo de câmara que cada estudo utilizou, e este fator exerce grande influência sobre as estimativas do efluxo de CO₂. Além disso, os estudos realizados em locais e anos diferentes propiciam condições espaço-temporais suficientemente peculiares, capazes de gerar medidas distintas, uma vez que, para o efluxo de CO₂, pequenas distâncias e fatores micro-climáticos são suficientes para causar grandes variações nos fluxos medidos.

Comparando-se os resultados alcançados na Floresta de Transição Amazônica Cerrado com os de outros sítios experimentais que usaram a mesma metodologia deste estudo, as médias de efluxo de CO₂ do solo foram inferiores, contudo analisando as condições dos outros sítios, os resultados tornam-se coerentes. As florestas em Manaus e Rondônia possuem biomassa superior à encontrada na Floresta de Transição Amazônica Cerrado, além disso, as

condições climáticas são diferenciadas, especialmente o regime pluviométrico e o déficit hídrico.

4.1.1 A INFLUÊNCIA DA ÁREA BASAL PRÓXIMA AOS PONTOS DE COLETA DO EFLUXO DE CO₂ DO SOLO

Com o objetivo de avaliar a influência da área basal circunvizinha aos pontos de coleta de efluxo de CO₂ do solo nos dias 11 e 12 de junho, foi realizada a medição dos perímetros das árvores dos pontos de coleta, perfazendo uma área de 314,15 m² em cada caixa, levando em conta árvores o DAP > 1,30 m (diâmetro > 10 cm).

Observou-se que a média do efluxo de CO₂ do solo encontrado nas caixas coletoras foi de $5,46 \pm 1,22 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ de CO₂, a média da área basal foi de $41,96 \pm 15,31 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (Tabela 1). De acordo com a Tabela 3 a distribuição do efluxo de CO₂ do solo não seguiu uma distribuição padrão, assim como as árvores de grande porte que estão aleatoriamente distribuídas, o diâmetro das árvores variou de 62,79 cm à 90,31 cm. As áreas basais variaram entre $21,79 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ e $78,82 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (Figura 13).

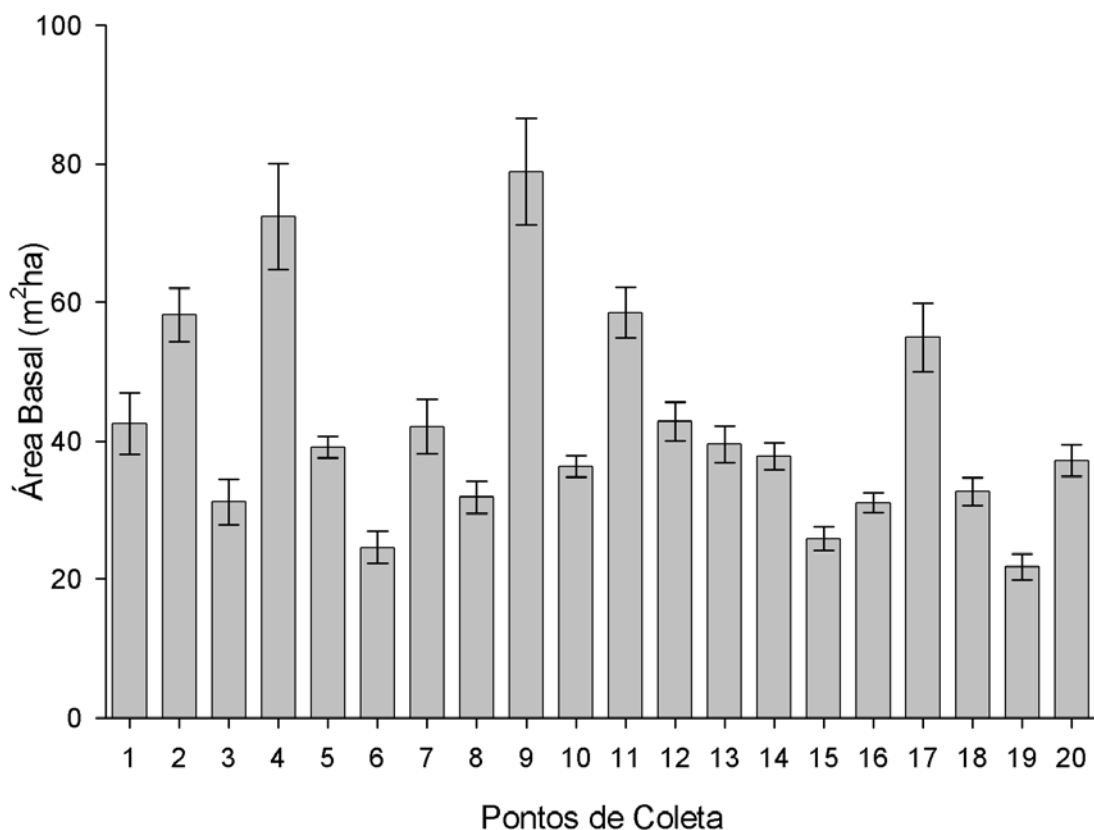


Figura 13 – Área basal (média ± DP) dos pontos de coleta do efluxo de CO₂ do solo.

Por meio de uma regressão linear simples, verificou-se uma correlação bem fraca ($R^2=0,03$), indicando que a área basal não descreveu a variação espacial do efluxo de CO_2 do solo na floresta.

A área basal das árvores maiores de 10 cm de DAP tem relação linear positiva com a biomassa viva acima do solo, conforme comenta ARAUJO et al. (1996), em seus estudos na Floresta Amazônica. Com isso esperava-se uma relação positiva entre efluxo de CO_2 do solo e área basal, mas a análise estatística não permite confirmar esta relação, provavelmente a área basal neste caso age de maneira indireta, pois quanto maior a área basal, maior será a quantidade nutrientes e carbono no solo, promovendo maior efluxo de CO_2 do solo.

Tabela 1 – Valores médios do efluxo de CO_2 do solo, área basal e diâmetro das árvores dos pontos de coleta.

	Efluxo de CO_2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)	Diâmetro das árvores (cm)
Ponto 01	5,32	42,47	68,84
Ponto 02	9,05	58,13	84,22
Ponto 03	6,41	31,24	73,54
Ponto 04	6,04	72,36	82,20
Ponto 05	4,27	39,10	66,05
Ponto 06	7,68	24,61	70,06
Ponto 07	6,22	42,05	79,81
Ponto 08	4,21	31,93	63,77
Ponto 09	5,87	78,82	88,85
Ponto 10	5,67	36,29	73,36
Ponto 11	4,40	58,45	78,36
Ponto 12	4,19	42,81	62,79
Ponto 13	5,02	39,55	77,82
Ponto 14	5,55	37,80	90,31
Ponto 15	5,18	25,96	75,57
Ponto 16	4,77	31,06	71,90
Ponto 17	5,22	54,87	88,41
Ponto 18	4,56	32,71	67,29
Ponto 19	4,94	21,79	67,17
Ponto 20	4,64	37,18	73,75
Média	5,46 ± 1,22	41,96 ± 15,31	75,20 ± 8,40

4.2 INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO NO EFLUXO DE CO_2 DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO

4.2.1 UMIDADE DO SOLO (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) E EFLUXO DE CO_2 DO SOLO

Na região Amazônica, a sazonalidade é demarcada pelo regime de precipitação pluvial (SIOLI, 1991). Com grande variação entre os extremos dos meses de maior precipitação

(dezembro a março) e os meses de menor precipitação (maio a setembro), também ocorre uma grande mudança nos processos e ciclos dentro da floresta, entre estes, destacam-se as alterações nas características químicas, físicas e biológicas do solo (TIWARI, 1987 e PRIMAVESI, 1999).

Uma das características diretamente afetadas pelo regime sazonal é a umidade do solo. Como o solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos de partes sólidas, líquidas e gasosas (EMBRAPA, 1999), os poros formados pela organização tridimensional da sólida oferecem espaço para acomodar as fases líquidas e gasosas. Desta forma, o alto conteúdo de água do solo interferirá no efluxo de CO_2 do solo, tanto pelo efeito físico de real impedimento à passagem do CO_2 até atingir a interface solo-atmosfera, como pela redução da atividade respiratória aeróbica, que é a principal responsável pela emissão de CO_2 do solo (ROSS, 1989).

No presente estudo, a redução na média do efluxo de CO_2 na estação chuvosa, refletiu claramente o efeito do preenchimento dos poros e redução da atividade aeróbica. Com a chegada da época seca (menor precipitação) e conseqüente escoamento da água, as condições se tornam favoráveis à atividade aeróbica do solo.

A umidade do solo seguiu o regime de chuvas da região, sendo que a umidade teve valores máximos de 22,70% em março (mês chuvoso) e mínimos de 2,50% em julho (mês seco) (Figura 14).

A umidade é um fator importante, pois ajuda a regular as atividades dos organismos e a limitar a distribuição destes dentro de um ecossistema (ODUM, 1998). Estudos demonstram a grande influência da umidade na emissão de gases do solo sendo um dos fatores controladores da quantidade de efluxo de CO_2 do solo (HOWARD & HOWARD, 1993; BALL & DRAKE, 1998; SOTTA, 1998; MIELNICK & DUGAS, 2000; CHAMBERS et al., 2002; VANHALA, 2002 e KANG et al., 2003).

Neste estudo e nos estudos observados de LA SCALA JR et al. (2000) e por YIM et al. (2002), foi detectado um efeito da umidade sobre o efluxo de CO_2 do solo.

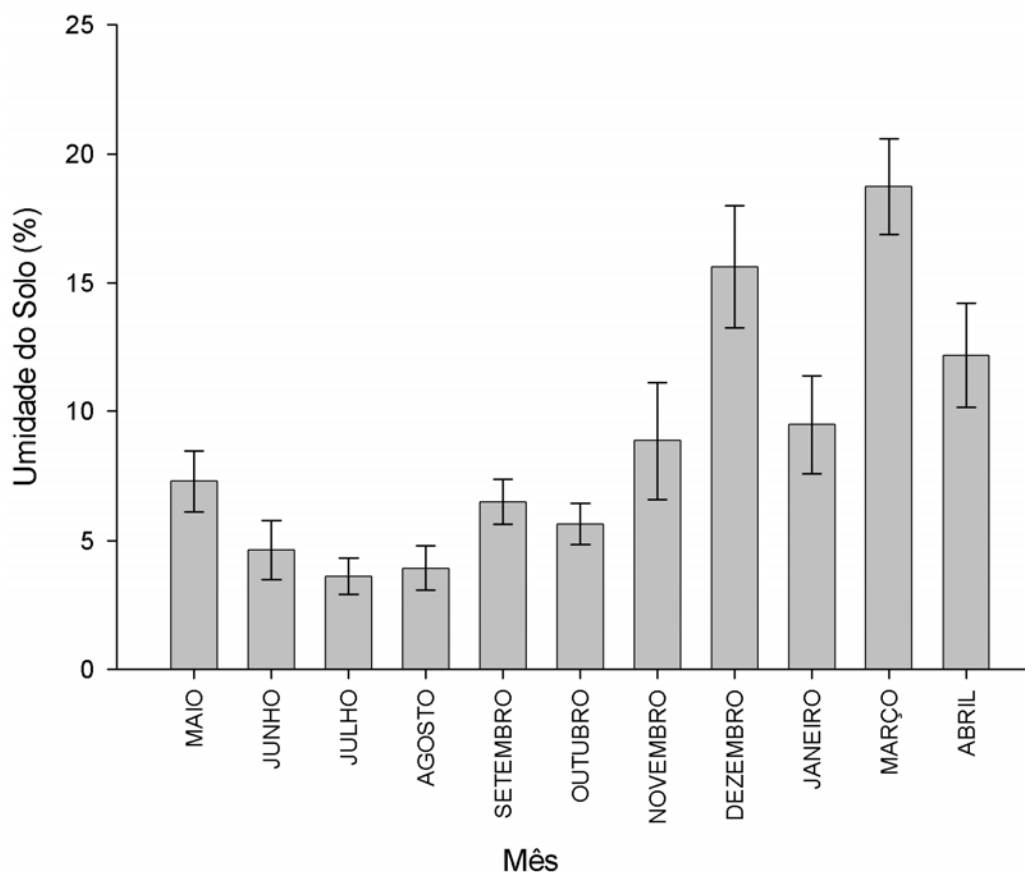


Figura 14 – Umidade do solo (média $\pm$ DP), na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

Com a análise dessas duas variáveis (umidade do solo e efluxo de CO_2 do solo), verificou-se que houve uma correlação fraca entre elas para uma regressão polinomial $y = -0,04x^2 + 0,89x + 1,13$, com coeficiente de determinação de $R^2 = 0,34$ (Figura 15). VALENTINI (2005) encontrou uma relação polinomial entre o efluxo de CO_2 do solo e a umidade do solo, com coeficiente de determinação de $R^2 = 0,75$.

Os coeficientes de determinação diferentes nos dois trabalhos se deve ao fato de que no trabalho realizado por VALENTINI (2005), a autora usou de metodologia diferente, empregando o método de Reflectometria por Domínio do Tempo (TDR), para estimar a umidade do solo em seu estudo, contrastando com o presente estudo que usou o método gravimétrico para o cálculo da umidade do solo.

Com correlação fraca, os resultados relatam que ao aumento da umidade volumétrica, ocorre redução do efluxo de CO_2 do solo, na estação seca e na chuvosa.

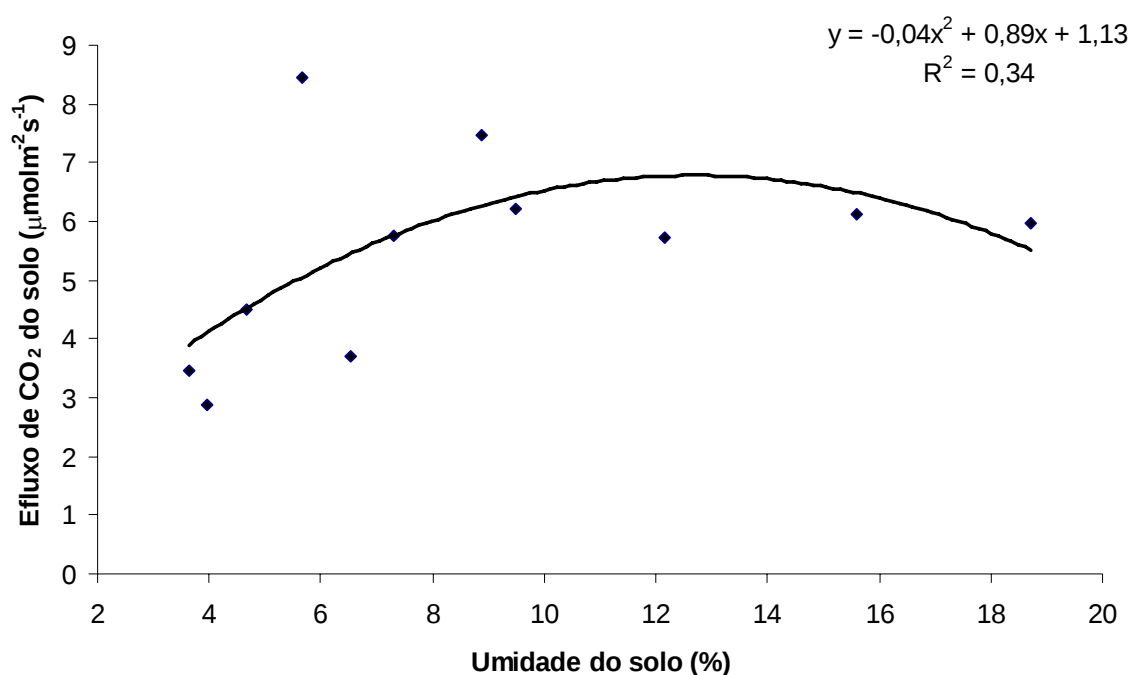


Figura 15 – Resposta da umidade do solo sobre o efluxo de CO₂ do solo.

4.2.2 UMIDADE DO SOLO (MÉTODO TDR) E EFLUXO DE CO₂ DO SOLO

A Tabela 2 apresenta a média mensal da umidade do solo (m³ m⁻³), nas profundidades de 5, 30 e 70 cm.

Tabela 2 – Média mensal da umidade do solo (m³ m⁻³) nas profundidades de 5, 30 e 70 cm.

Mês	Profundidade			Média
	5 cm	30 cm	70 cm	
Maio/2005	0,089	0,114	0,099	0,101
Junho/2005	-	-	-	-
Julho/2005	0,072	0,084	0,065	0,074
Agosto/2005	0,073	0,082	0,064	0,073
Setembro/2005	0,076	0,093	0,067	0,079
Outubro/2005	0,096	0,120	0,080	0,099
Novembro/2005	0,133	0,156	0,111	0,133
Dezembro/2005	0,143	0,167	0,128	0,146
Janeiro/2006	0,130	0,145	0,119	0,131
Março/2006	0,149	0,158	0,122	0,143
Abril/2006	0,154	0,165	0,127	0,149
Média	0,112	0,128	0,098	0,113

Como comentado por VALENTINI (2005) no trabalho realizado na mesma área e SOUZA et al. (1996) em seus trabalhos realizados na Floresta Amazônica, os menores valores do conteúdo de água no solo foram apresentados para a profundidade de 70 cm. Segundo observações dos autores acima citados, a presença de raízes tem um papel absorvedor de água até uma profundidade de quatro metros.

As Figuras 16, 17 e 18 apresentam as regressões polinomiais entre a umidade do solo e o efluxo de CO₂ do solo nas profundidades de 5, 30 e 70 cm, respectivamente. Observou-se correlação forte obtida na profundidade de 5 cm ($R^2=0,80$). Segundo LUIZÃO et al. (1992), a biomassa microbiana acompanha a variação sazonal da biomassa de raízes finas principalmente nos primeiros 5 cm de solo dentro da floresta. Essa variação sazonal ocorre principalmente devido a umidade do solo.

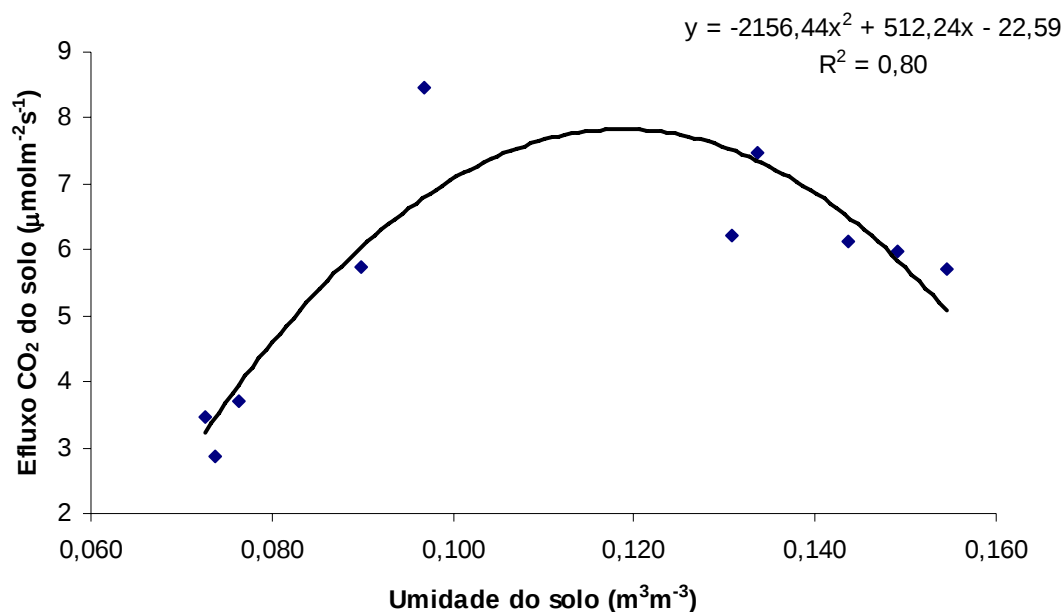


Figura 16 – Resposta do efluxo de CO₂ do solo sobre a umidade do solo (m³ m⁻³) na profundidade de 5 cm.

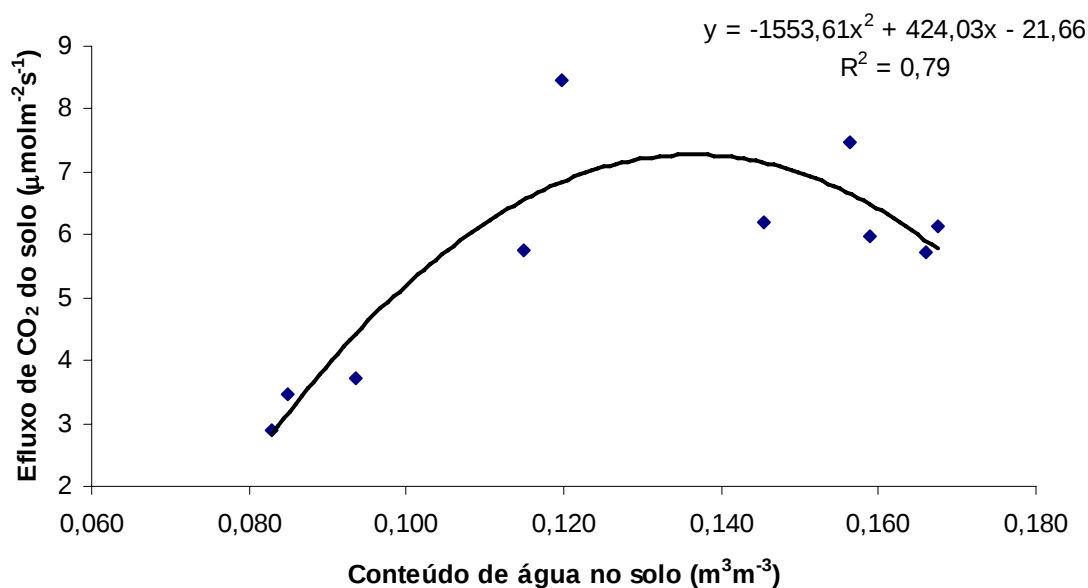


Figura 17 – Resposta do efluxo de CO₂ do solo sobre a umidade do solo (m³ m⁻³) na profundidade de 30 cm.

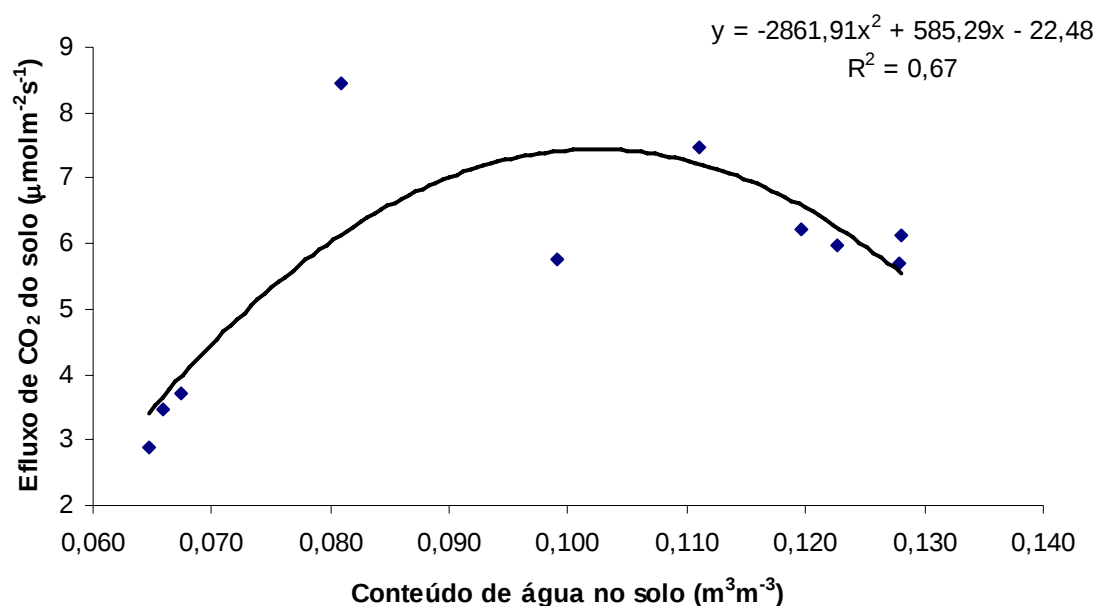


Figura 18 – Resposta do efluxo de CO_2 do solo sobre a umidade do solo ($m^3 m^{-3}$) na profundidade de 70 cm.

Observou-se que as três regressões apresentaram correlações moderadas e fortes, sugerindo que dependendo do tempo em que ocorre a condição de seca ou umidade no solo em determinadas épocas do ano, os microorganismos e raízes finas próximas à superfície podem morrer, fazendo com que a planta opte em exercer maior sucção para retirar água dos microporos ou retirar água de maiores profundidades (NEPSTAD et al., 1994 e HODNETT et al., 1997).

O valor encontrado no presente estudo difere dos valores citados por alguns autores como ZANCHI (2004); que encontrou ajuste exponencial de 0,34; SOTTA et al. (2004) que encontraram um coeficiente de determinação de 0,40 e NUNES (2003), menciona uma regressão polinomial significativa. Essa diferença de valores pode estar ligada a metodologias de trabalho diferentes e conseqüente análise de dados, além de alterações nos fatores químicos, físicos e biológicos do solo que poderiam estar sendo influenciados por essa propriedade.

O ajuste polinomial pode ser explicado por BUNNELL et al. (1977) que mencionam que o aumento da umidade ocasiona também o aumento do efluxo de CO_2 do solo, porém o excesso de água no solo causa uma barreira para troca de CO_2 ou O_2 , ou ambos, entre o solo e a atmosfera, provocando uma queda no efluxo de CO_2 .

4.3 ESTIMATIVA DO VALOR DE Q_{10}

O valor de Q_{10} , que indica o aumento da respiração do solo quando há um aumento de 10°C na temperatura do mesmo.

Para estimativa de Q_{10} foram realizadas médias anuais de efluxo do CO_2 do solo e temperatura do solo, obtida com a média individual dos pontos de coleta e com as médias mensais de todos os pontos de coleta. Foram realizadas regressões exponenciais entre o efluxo de CO_2 do solo e a temperatura do solo para cada ponto (Tabela 3). A média dos valores estimados de Q_{10} foi de 11,50.

Tabela 3 – Coeficiente de determinação e os valores estimados de Q_{10} dos pontos de coleta.

Pontos de Coleta	R^2	Estimativa Q_{10}
Ponto 1	0,66	14,00
Ponto 2	0,20	12,15
Ponto 3	0,06	11,18
Ponto 4	0,16	11,48
Ponto 5	0,01	10,44
Ponto 6	0,17	11,89
Ponto 7	0,38	13,23
Ponto 8	0,22	13,14
Ponto 9	0,43	14,51
Ponto 10	0,03	11,08
Ponto 11	0,19	11,81
Ponto 12	0,00	9,80
Ponto 13	0,24	12,07
Ponto 14	0,42	12,54
Ponto 15	0,30	12,49
Ponto 16	0,05	9,08
Ponto 17	0,03	9,17
Ponto 18	0,07	11,65
Ponto 19	0,17	7,94
Ponto 20	0,01	10,32
Média		11,50

Os melhores coeficientes de determinação foram observados nos pontos 1, 7, 9 e 14 apresentados nas Figuras 19, 20, 21 e 22 respectivamente.

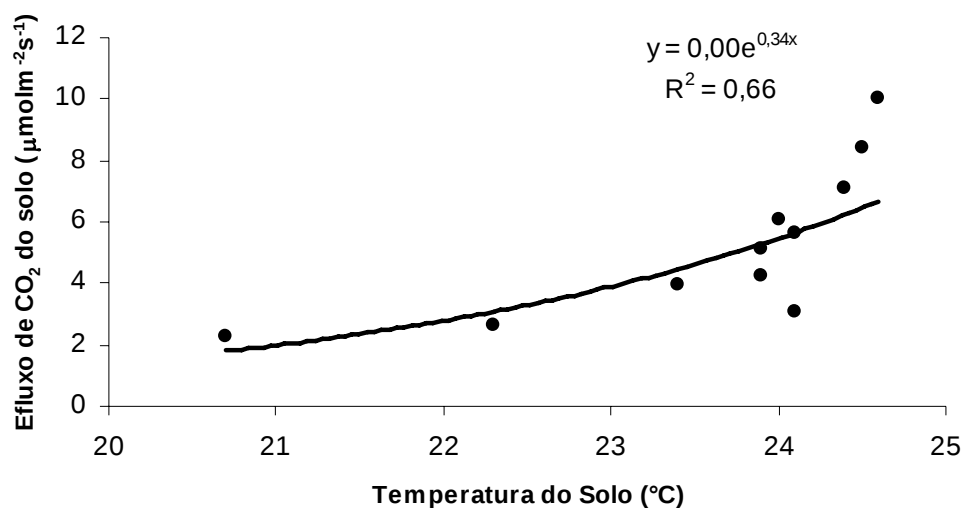


Figura 19 – Resposta do efluxo de CO₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 1.

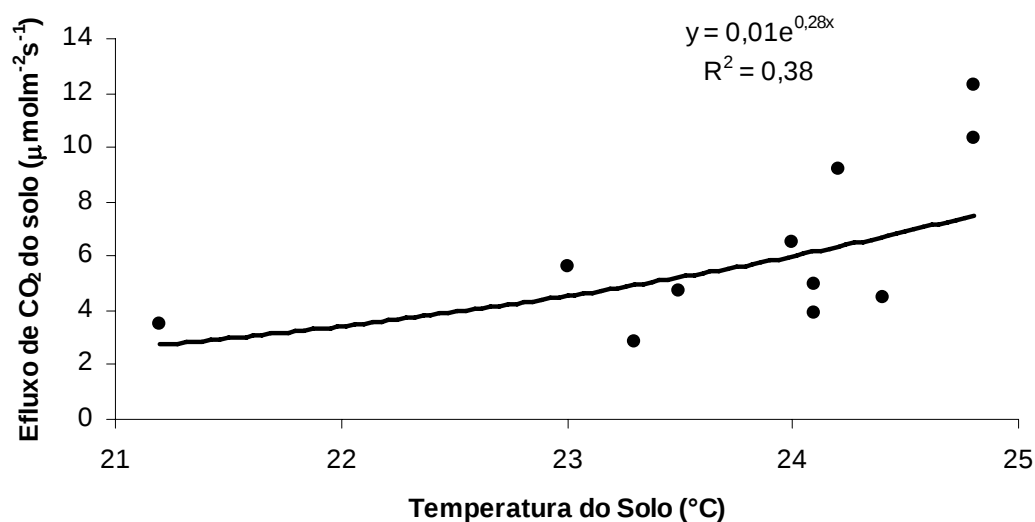


Figura 20 – Resposta do efluxo de CO₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 7.

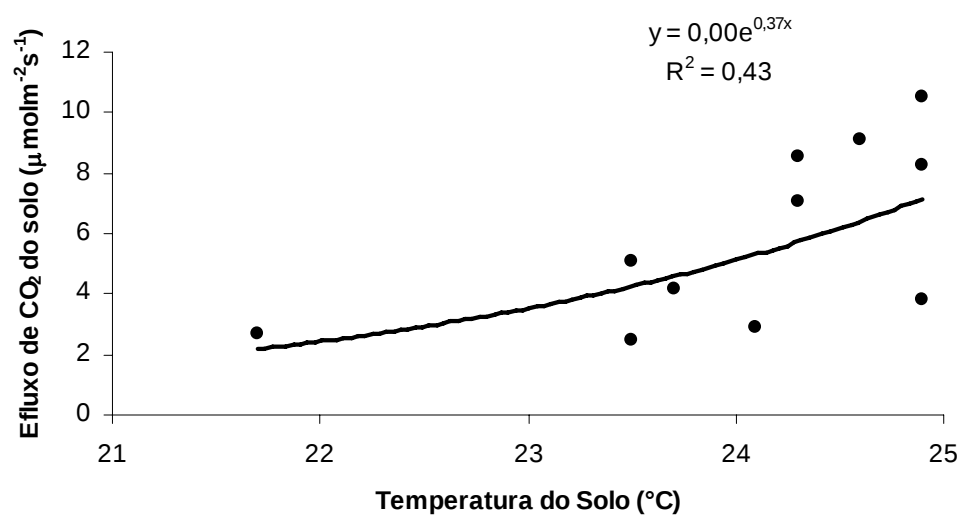


Figura 21 – Resposta do efluxo de CO₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 9.

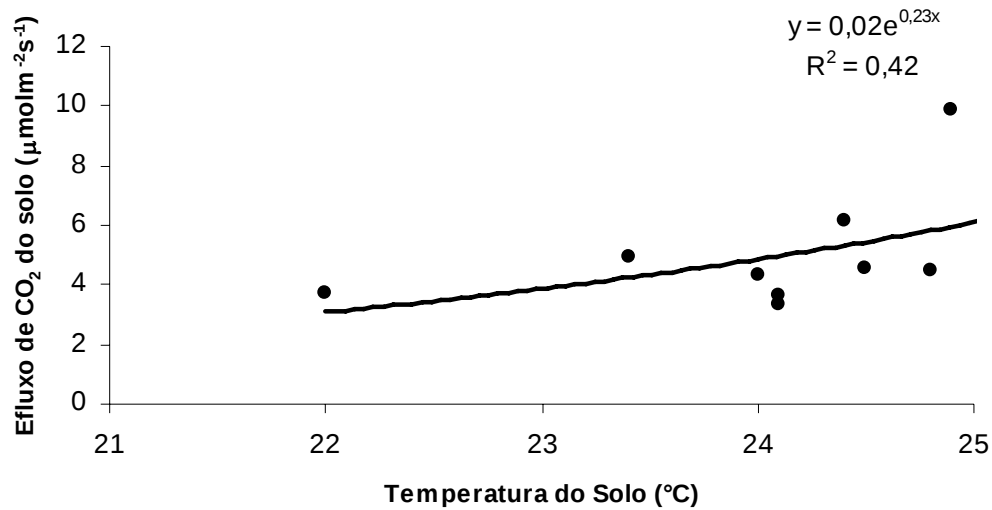


Figura 22 – Resposta do efluxo de CO₂ do solo sobre a temperatura do solo para o ponto 14.

MEIR et al. (1996) realizaram medições de efluxo de CO₂ do solo em Rondônia, em durante três meses do ano, num período de 24 horas, em três pontos distintos, obteve um valor médio de Q₁₀ de 2,3. SOTTA et al. (2004) em trabalhos na Floresta Amazônica, fizeram 9 medições num período de 20 dias, durante 24 horas, e determinaram um valor de Q₁₀ igual a 1,8. VALENTINI (2005) na mesma área de estudo encontrou o valor de Q₁₀ igual a 15,27. Esses valores divergentes do presente estudo se devem ao fato de que as metodologias adotadas contribuem para valores de Q₁₀ maiores e menores, vale ressaltar que os valores encontrados para o presente estudo são coerentes quando comparados ao trabalho de VALENTINI, sugerindo que a Floresta de Transição Amazônica Cerrado tem valores maiores de Q₁₀ elevados. Conforme comentado por VALENTINI (2005) os valores encontrados na literatura referentes à estudos na Floresta Amazônica, quando comparados são maiores, sendo que em média os valores de Q₁₀ para a Floresta Amazônica são em torno de 2.

O ponto 1 foi o que apresentou melhor coeficiente de determinação, e o valor de Q₁₀, neste ponto foi igual a 14 (Tabela 3), sendo próximo ao encontrado para a média mensal do período estudado. Os demais pontos tiveram aproximadamente o mesmo valor do ponto 1, possuindo um coeficiente de determinação pouco significativo, talvez isso explicaria a diferença dos dados medidos e estimados, conforme mostrado na Figura 23. Nestes pontos de coleta os dados apresentaram menor dispersão, quando comparados aos outros pontos, ou seja, quanto maior a temperatura maior o efluxo de CO₂ do solo.

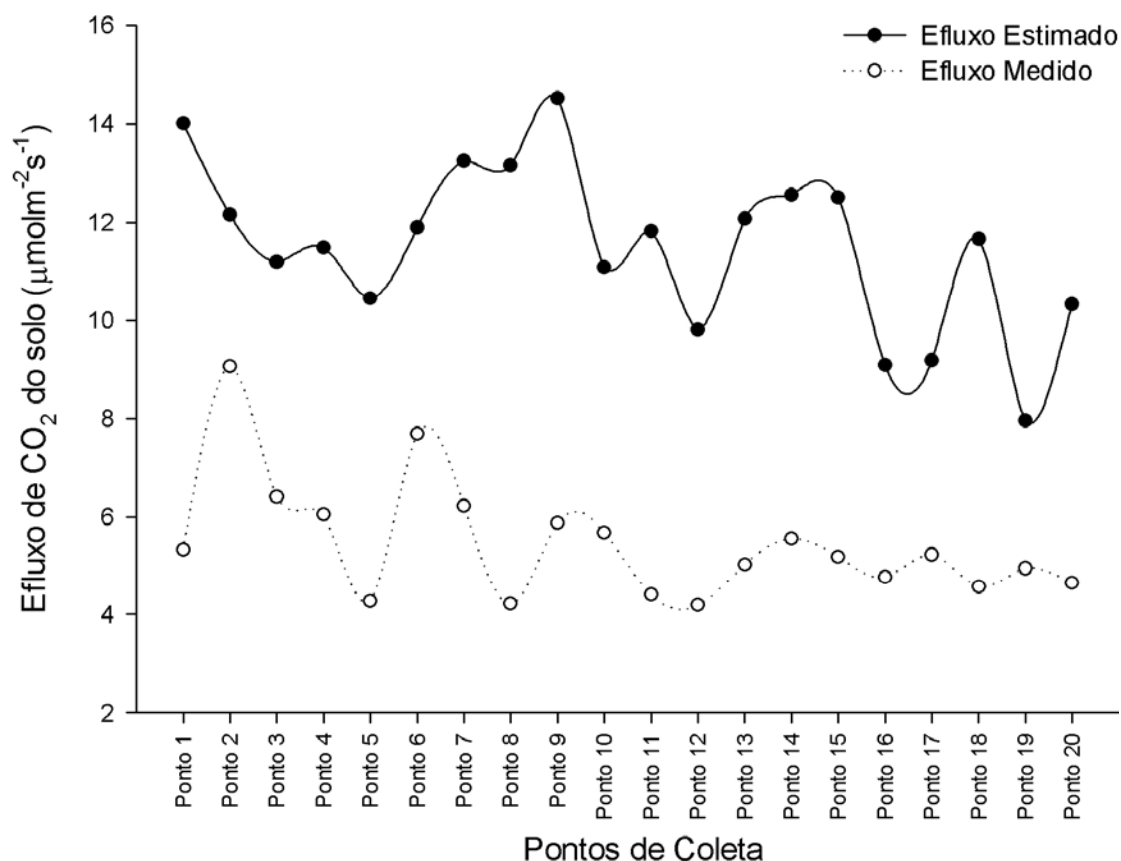


Figura 23 – Médias mensais do efluxo de CO₂ do solo medido e o do efluxo de CO₂ do solo estimado pelo Q₁₀.

4.4 TEMPERATURA DO SOLO E O EFLUXO DE CO₂ DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA

Considerando que a temperatura exerce papel essencial na velocidade das reações enzimáticas, seu efeito sobre o efluxo de CO₂ é consequência de sua influência sobre a biota do solo.

A temperatura média anual do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado foi de $24,1 \pm 0,44$ °C variando de 21,7 °C no mês de julho à 24,9 °C no mês de outubro. (Figura 24).

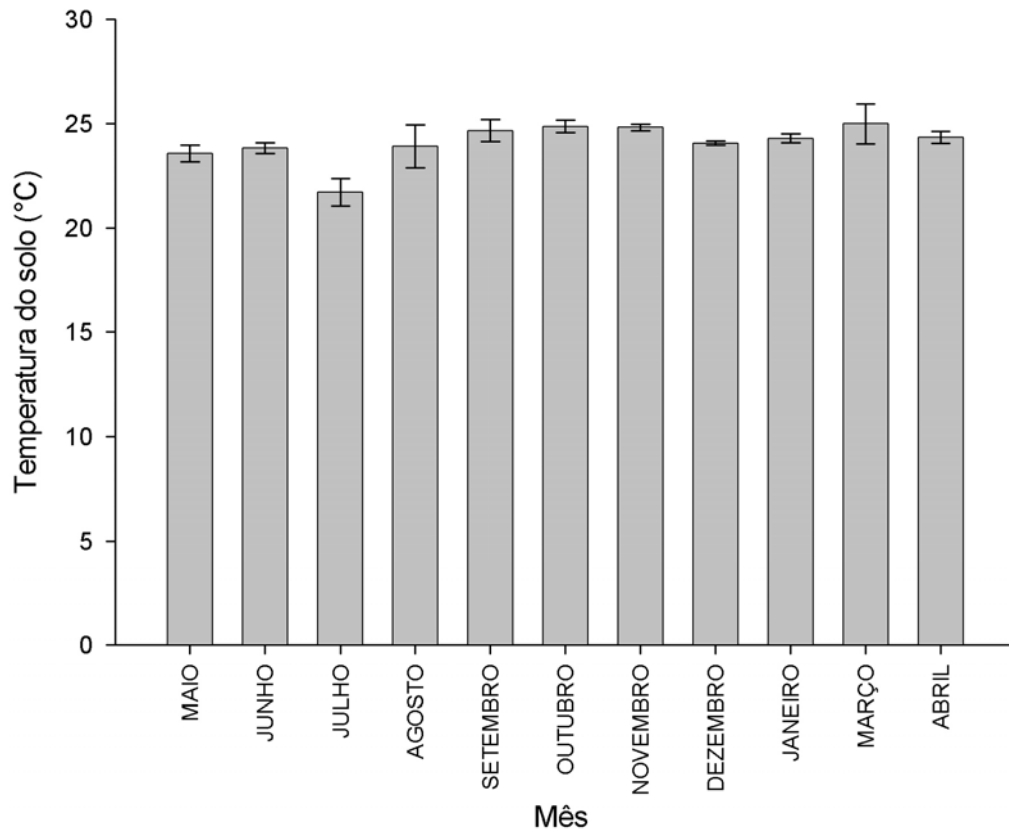


Figura 24 – Temperatura do solo (média ± DP) a uma profundidade de 5cm, na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

Observou-se que as temperaturas não apresentaram grandes variações entre os meses, com exceção do mês de julho onde a temperatura registrou o valor mais baixo, devido ao fato de que a medida foi tomada em horário diferente das demais, em torno de 8 h da manhã, enquanto que as demais medidas foram obtidas entre 10 h e 16 h. Trabalhos proposto por NUNES (2003) e VALENTINI (2005), mostraram que a amplitude térmica foi inferior a 1 °C, assim como no presente estudo onde também observou-se que a amplitude térmica, com exceção do mês de julho, foi inferior a 1 °C.

A Figura 25 apresenta a resposta da temperatura do solo sobre o efluxo de CO₂ do solo, onde observa-se correlação fraca ($R^2=0,31$), isto pode ser explicado pela pequena variabilidade nas medidas de temperatura do solo ao longo do estudo. Esperava-se que houvesse um coeficiente de determinação mais significativo, como comenta a literatura. Parece que o baixo coeficiente de determinação é característico da região, visto que no estudo realizado por VALENTINI (2005), o autor obteve coeficiente de determinação de 0,20 para uma regressão linear e de 0,47 para uma regressão exponencial. Correlação semelhante ao

presente estudo foi relatada nos trabalhos de CALLEGARI-JAQUES (2003), onde o autor obteve um coeficiente de 0,40.

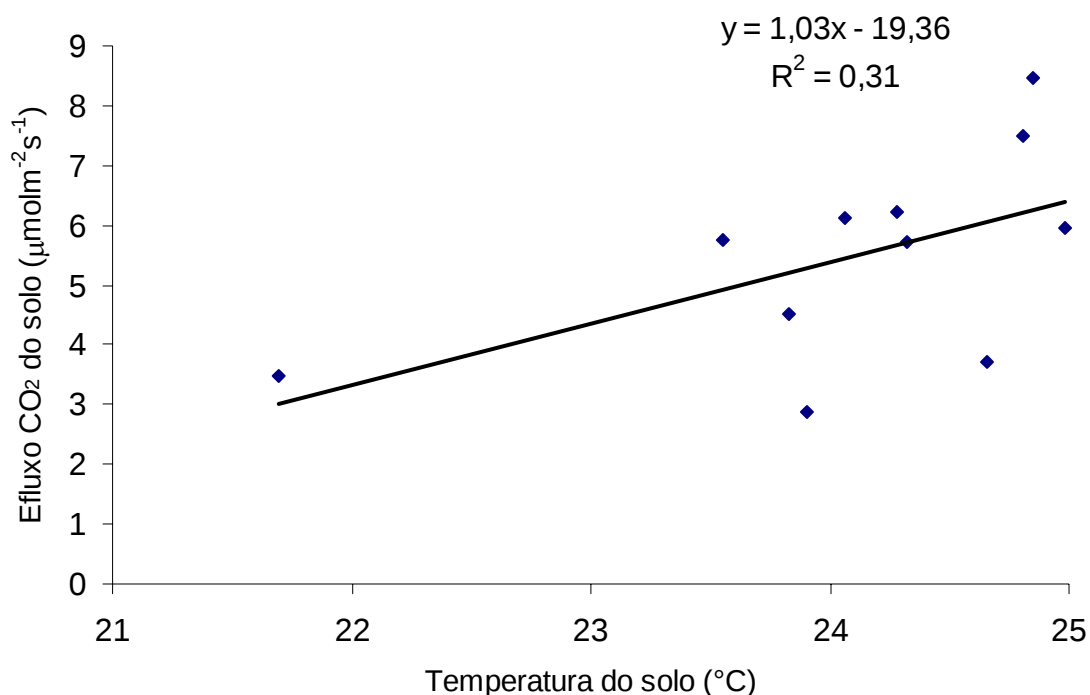


Figura 25 – Resposta da temperatura do solo sobre o efluxo de CO₂ do solo.

4.5 EFLUXO DE CO₂ E SERRAPILHEIRA ACUMULADA NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA

4.5.1 VARIAÇÃO DA SERRAPILHEIRA ACUMULADA

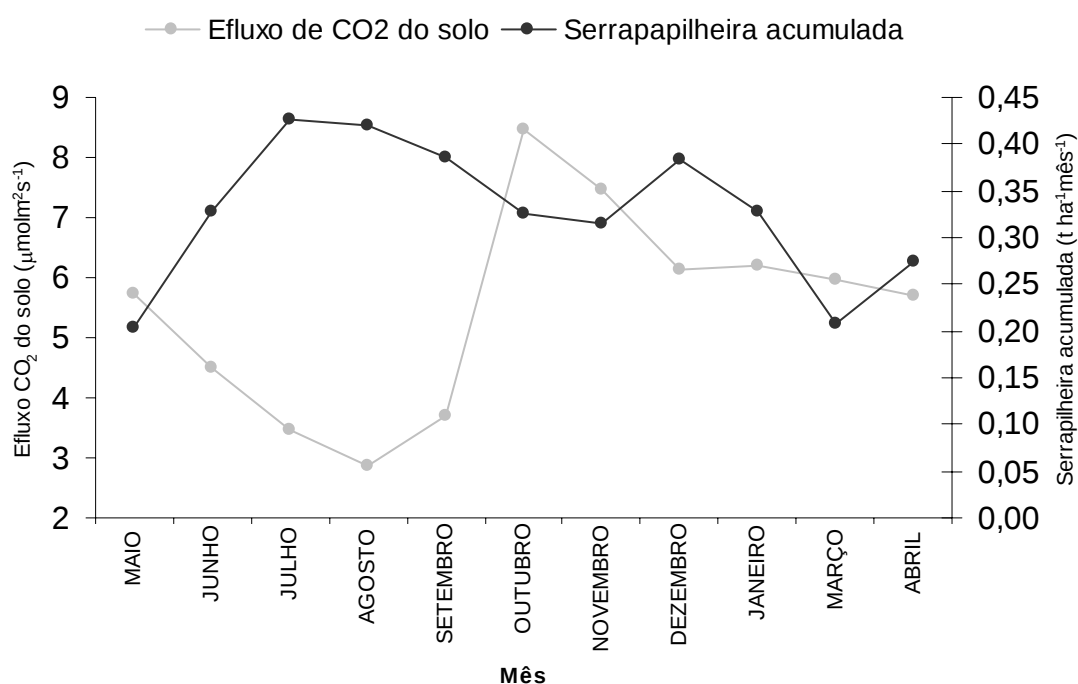
A serrapilheira acumulada variou de $0,20 \pm 0,08$ (junho) a $0,43 \pm 0,28$ t ha⁻¹mês⁻¹ (agosto) (Tabela 4) e um total de serrapilheira acumulada de 3,55 t ha⁻¹ano⁻¹. Dentre os componentes principais da serrapilheira acumulada, as folhas responderam por 73%, os galhos 26% e as flores e frutos menos que 1%.

Para ZIMMERMANN et al. (2002), as folhas são o componente principal da serrapilheira, e sua fração depende principalmente do cultivo formado, estrutura do local e idade das árvores.

Tabela 4 – Médias das frações de serrapilheira acumulada durante junho/2005 à abril/2006.

Mês/Ano	Serrapilheira acumulada ($\text{t ha}^{-1}\text{mês}^{-1} \pm \text{DP}$)			
	Folhas	Galhos	Miscelânea (flores + frutos)	Total
Junho/2005	$0,16 \pm 0,05$	$0,04 \pm 0,03$	$0,00 \pm 0,00$	$0,20 \pm 0,08$
Julho/2005	$0,25 \pm 0,09$	$0,08 \pm 0,07$	$0,01 \pm 0,02$	$0,33 \pm 0,18$
Agosto/2005	$0,28 \pm 0,12$	$0,15 \pm 0,15$	$0,00 \pm 0,01$	$0,43 \pm 0,28$
Setembro/2005	$0,32 \pm 0,10$	$0,10 \pm 0,07$	$0,00 \pm 0,01$	$0,42 \pm 0,18$
Outubro/2005	$0,24 \pm 0,09$	$0,14 \pm 0,20$	$0,01 \pm 0,02$	$0,39 \pm 0,31$
Novembro/2005	$0,25 \pm 0,12$	$0,07 \pm 0,12$	$0,01 \pm 0,03$	$0,33 \pm 0,27$
Dezembro/2005	$0,25 \pm 0,09$	$0,06 \pm 0,07$	$0,00 \pm 0,01$	$0,32 \pm 0,18$
Janeiro/2006	$0,30 \pm 0,10$	$0,08 \pm 0,06$	$0,01 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,19$
Março/2006	$0,16 \pm 0,06$	$0,04 \pm 0,03$	$0,01 \pm 0,03$	$0,21 \pm 0,13$
Abril/2006	$0,20 \pm 0,10$	$0,07 \pm 0,09$	$0,00 \pm 0,01$	$0,27 \pm 0,20$

A Figura 26 mostra a variação temporal do efluxo de CO_2 do solo e a serrapilheira acumulada, nota-se que houve um aumento na quantidade de serrapilheira nos meses de seca, isto se deve ao fato de que as plantas perdem suas folhas no período seco, estratégia usada para evitar a perda de água. Quando houve aumento no estoque de serrapilheira acumulada o efluxo diminuiu isto se deve ao fato de que neste momento a umidade presente foi menor, impossibilitando qualquer atividade microbiana e consequentemente diminuindo o efluxo de CO_2 do solo. A partir de setembro quando houve a primeira chuva, notou-se o aumento do efluxo de CO_2 , indicando como comentando acima, uma atividade microbiana dos organismos sobre a matéria orgânica no solo.

**Figura 26** – Variação temporal do efluxo de CO_2 do solo e da serrapilheira acumulada.

A partir da Figura 27 verificou-se a resposta do efluxo de CO_2 do solo sobre a serrapilheira acumulada durante o período de estudo. Observou-se que as duas variáveis são inversamente proporcionais, ou seja, quando houve o aumento do efluxo de CO_2 houve uma diminuição de serrapilheira. Foi encontrada correlação positiva ($R^2=0,24$), porém fraca, sugerindo que a serrapilheira tem contribuição para o aumento ou diminuição do efluxo de CO_2 no solo.

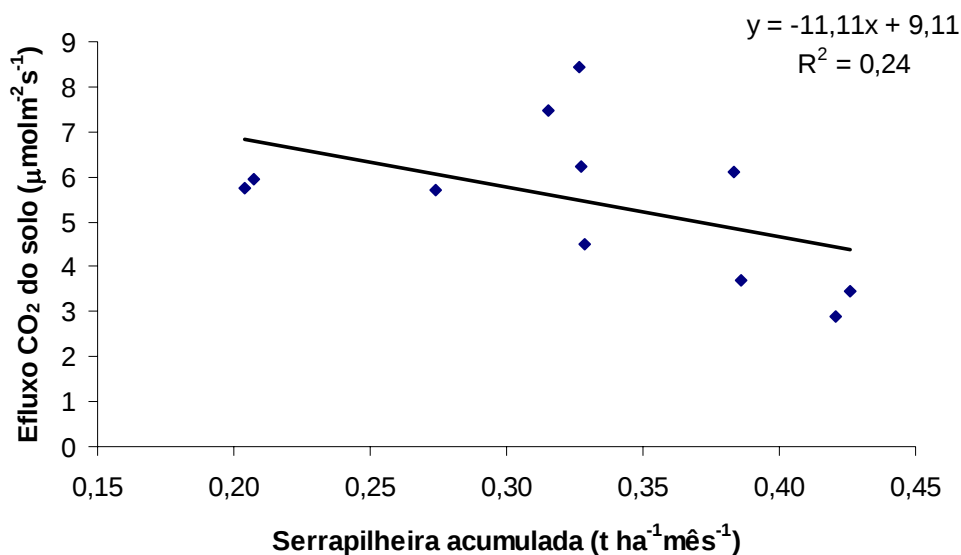


Figura 27 – Resposta do efluxo de CO_2 do solo sobre a serrapilheira acumulada.

A Figura 28 mostra a resposta do efluxo de CO_2 sobre a serrapilheira acumulada nos meses de seca, onde foi obtida uma correlação muito forte ($R^2=0,95$). Enquanto, que na estação úmida, houve uma correlação fraca.

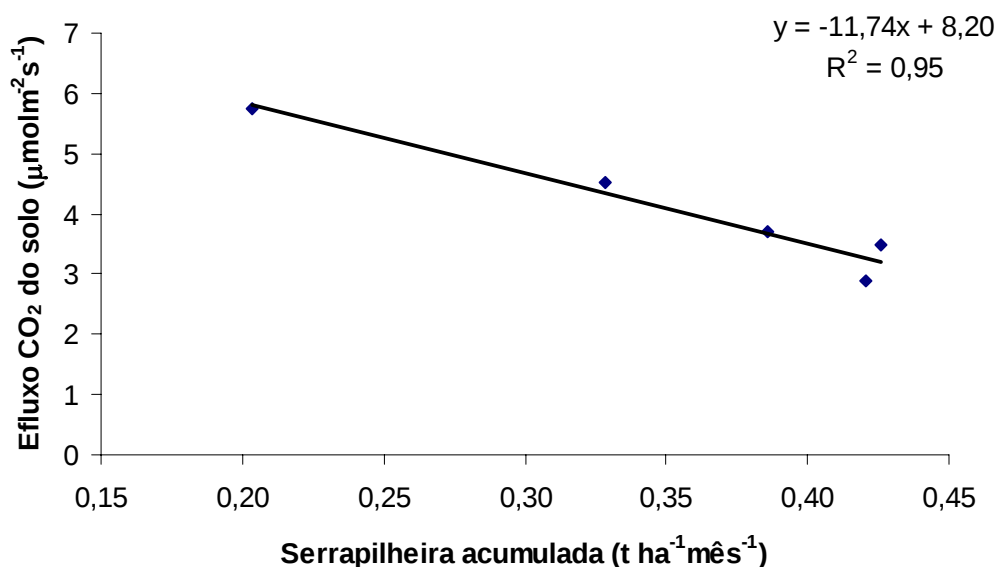


Figura 28 – Resposta do efluxo de CO_2 do solo nos meses de seca sobre a serrapilheira acumulada.

A grande heterogeneidade espacial do solo cria condições microclimáticas bastante diferentes a curtas distâncias; isto implica em grande variação na decomposição da serrapilheira e, conseqüentemente, no efluxo de CO₂ do solo (YODA & KIRA 1982; LUIZÃO & SCHUBART 1987). FANG et al. (2001) estima-se que 64% da variação espacial do efluxo deve-se à respiração das raízes finas (sendo que quase 70% desta é devido a associação com o solo mineral) e 36% da respiração dos microorganismos na camada superficial, indicando que estes três componentes são importantes para o efluxo.

4.6 EFLUXO DE CO₂ DO SOLO NA ÁREA DE PASTAGEM

O efluxo médio de CO₂ no período de junho de 2005 a abril de 2006 para a pastagem, foi de $4,95 \pm 1,59 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. O coeficiente de variação encontrado para este estudo foi de 32%, conforme Figura 29.

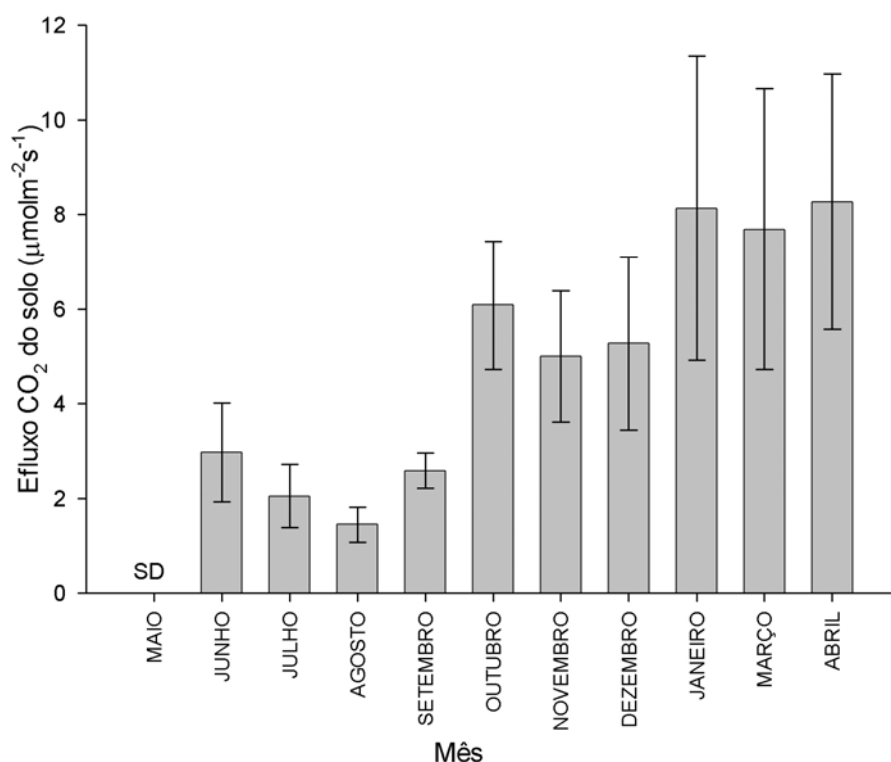


Figura 29 – Valores de efluxo de CO₂ do solo (média e desvio padrão), na área de pastagem.

Os valores médios de efluxo de CO₂ apresentaram mínimo de $1,44 \pm 0,38 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ mês de agosto (estação seca), e máximo de $8,27 \pm 2,70 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ no mês de abril (transição chuvosa-seca).

Os valores do efluxo de CO₂ do solo acompanharam o regime de chuvas da região, nota-se que agosto, o período mais seco do ano no período de estudo, o efluxo de CO₂ do solo

atingiu o menor valor, possivelmente porque a atividade microbiota do solo se encontra nula nesse período, devido à baixa umidade no solo. No início das primeiras chuvas (setembro) o efluxo de CO₂ do solo aumenta, devido ao incremento da atividade microbiota do solo.

Estudo feito em pastagem na região Amazônica por FREITAS (2001) estimou o efluxo anual de CO₂ do solo por meio de um aparelho EGM tendo valores de $4,20 \pm 1,6 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ e VARELLA et al. (2004) obtiveram em uma pastagem no Cerrado localizado nas proximidades de Brasília um valor médio anual do efluxo de CO₂ do solo por meio de método de estimativa química de $4,00 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Ambos os trabalhos apresentam valores concordantes ao presente trabalho.

O efluxo de CO₂ do solo está associado ao ambiente onde ocorre, e corresponde às taxas de entrada de carbono no solo através da respiração das raízes e da decomposição de matéria orgânica. Sendo assim, a vegetação se torna um fator de controle importante dos efluxos, e sua liberação para atmosfera está estritamente ligada a fenologia da pastagem. Nestas gramíneas o sistema radicular é um reflexo razoavelmente fiel do que acontece na parte aérea: qualquer perda de tecido aéreo leva no curto prazo, à morte de tecidos subterrâneos, geralmente nas camadas mais profundas do solo. A retomada do crescimento da parte aérea, depois do desfolhamento ou do reinício das chuvas, seria acompanhada do crescimento radicular, com o aumento da profundidade das raízes.

É de conhecimento que os processos mecânicos, ou seja, o aumento do efluxo depois de uma chuva fora de época, resulta no preenchimento dos poros do solo que estavam secos, ocasionando a expulsão do CO₂ acumulado nos espaços, aumentando o efluxo de CO₂ instantaneamente, como acontece nas primeiras chuvas, onde o efluxo de CO₂ na pastagem aumentou de $2,59 \pm 0,37 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (setembro) para $6,08 \pm 1,35 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (outubro).

4.7 INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO NO EFLUXO DE CO₂ DO SOLO NA ÁREA DE PASTAGEM

A umidade do solo indica o início da estação chuvosa em setembro, estendendo-se até março, e a estação seca tem início em junho até agosto. No presente estudo a umidade teve valores máximo de 15,62% em março (mês chuvoso) e mínimas de 0,83% em agosto (mês seco), conforme Figura 30.

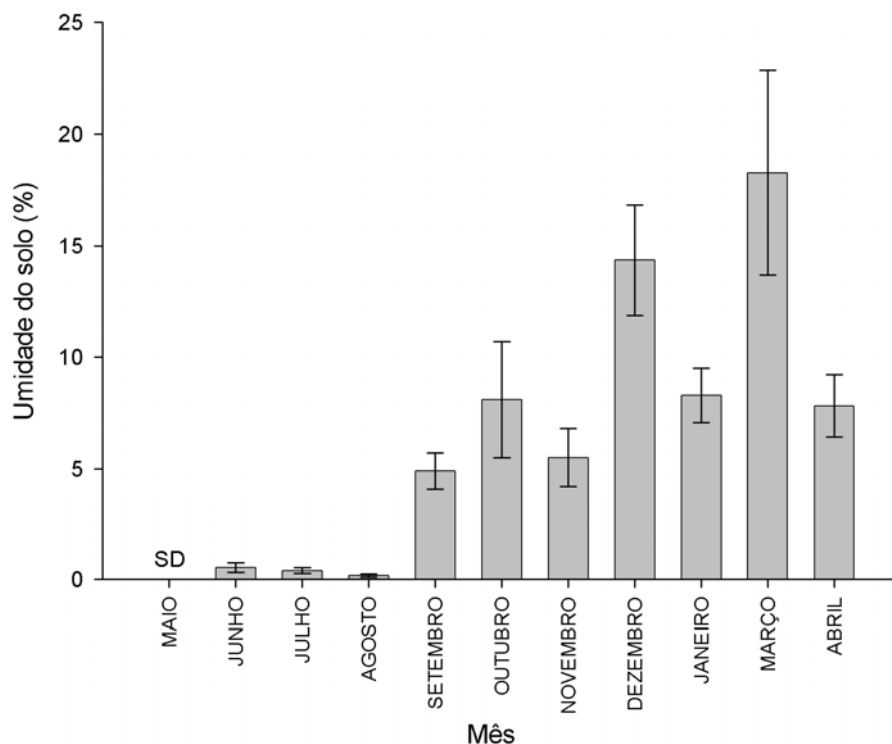


Figura 30 – Valores médios da umidade do solo (média $\pm$ DP), na área de pastagem.

Conforme mencionado anteriormente, a umidade mesmo em áreas antropizadas como acontece na pastagem, tem influência e atua como fator controlador da quantidade de efluxo CO_2 do solo.

O coeficiente de determinação encontrado foi de 0,53 para regressão linear entre a umidade e o efluxo de CO_2 do solo, indicando uma correlação fraca (Figura 31). NUNES (2003), em estudos realizados em Juruena – MT obteve coeficiente de 0,34, para regressão linear o autor comentou ainda, que a combinação dos fatores temperatura do solo e umidade do solo podem ter muito mais influência nas taxas de efluxo do que cada um desses fatores isolados.

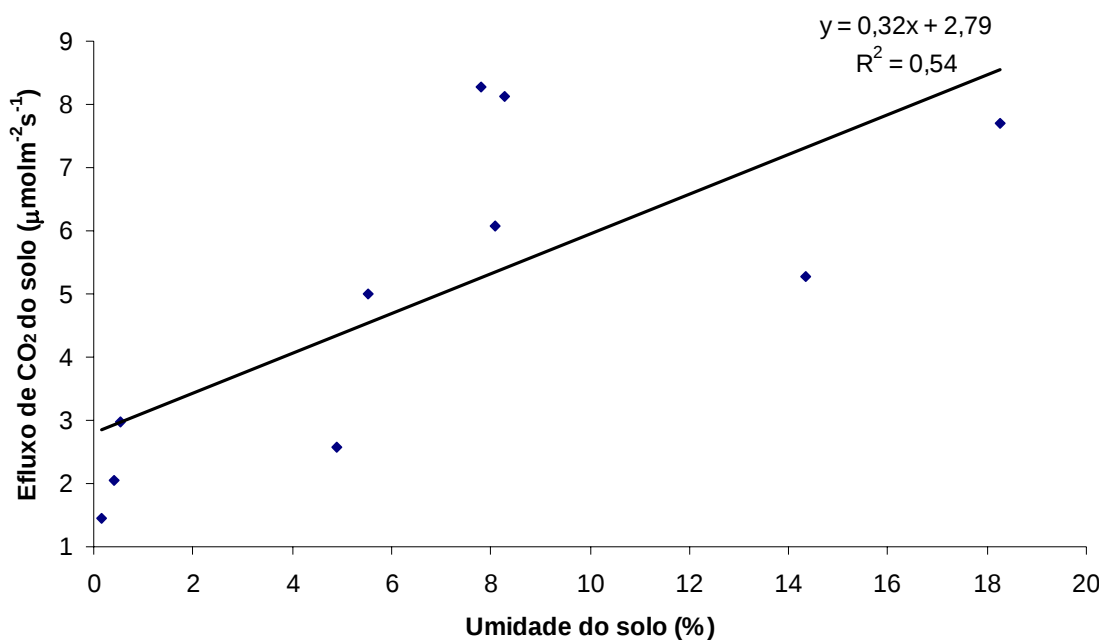


Figura 31 – Resposta da umidade do solo sobre o efluxo de CO₂ do solo.

Houve uma correlação moderada entre as médias mensais dos parâmetros umidade do solo e efluxo de CO₂ do solo. A combinação dos fatores temperatura do solo e umidade do solo pode ter muito mais influência nas taxas de efluxo do que cada um desses fatores isoladamente.

4.8 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO SOLO NO EFLUXO DE CO₂ DO SOLO NA ÁREA DE PASTAGEM

Considerando que a temperatura exerce papel essencial na velocidade das reações enzimáticas, seu efeito sobre o efluxo de CO₂ é consequência de sua influência sobre a biota do solo, conforme discutido anteriormente.

No período a temperatura média anual do solo na área de pastagem foi de $33,7 \pm 1,9$ °C variando de 28,8 °C no mês de março à $37,8 \pm 2,6$ °C no mês de agosto, de acordo com a Figura 32.

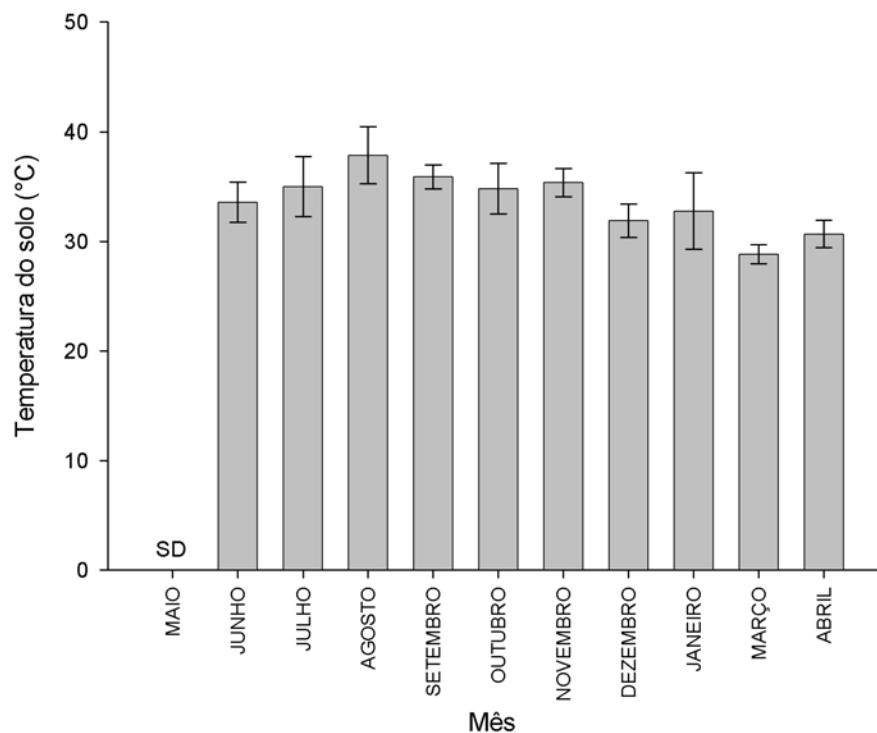


Figura 32 – Temperatura do solo (média $\pm$ DP) a uma profundidade de 5 cm, na área de pastagem.

A relação temperatura e efluxo de CO_2 do apresentam boa correlação ($R^2=0,61$), de acordo com a Figura 33. Verifica-se que há uma tendência de aumento do efluxo de CO_2 do solo com a diminuição da temperatura, ou seja, inversamente proporcionais. Este padrão também pode ser observado nos trabalhos realizados por FREITAS (2001) e NUNES (2003).

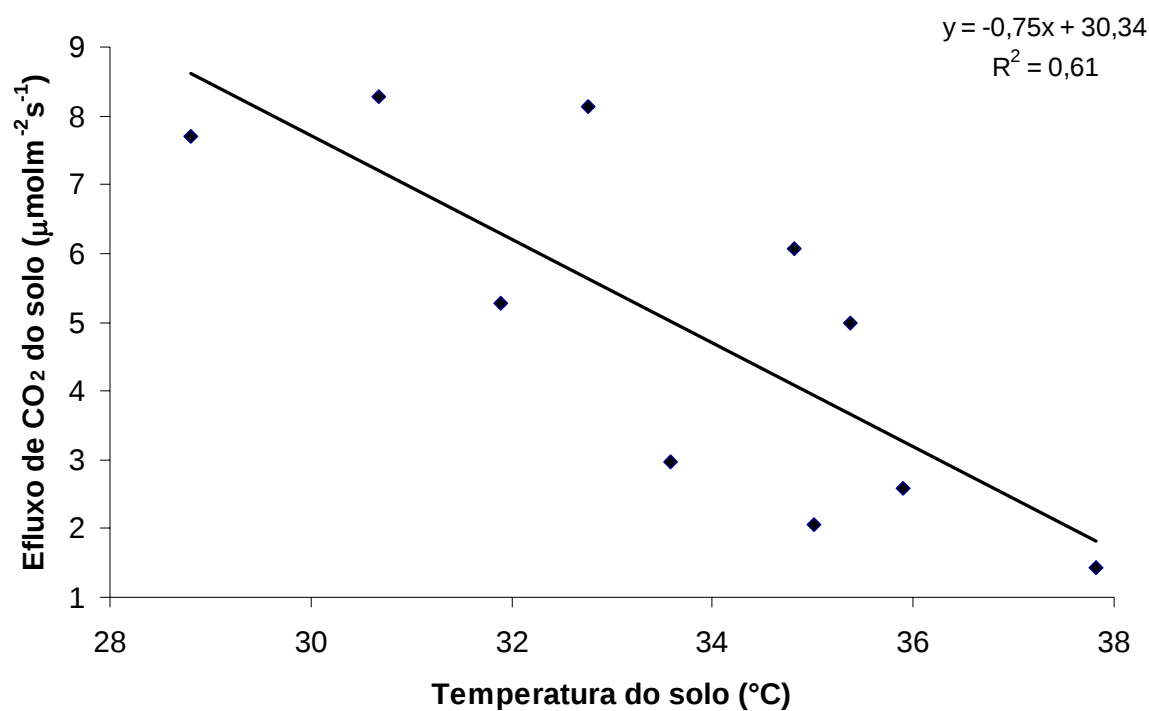


Figura 33 – Resposta do efluxo de CO_2 do solo sobre a temperatura do solo.

4.9 COMPARAÇÃO DO EFLUXO DE CO₂ DO SOLO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO E NA ÁREA DE PASTAGEM

A Floresta de Transição Amazônica Cerrado apresentou maior média anual de efluxo de CO₂, que a área de pastagem (Tabela 9). Os meses de junho a dezembro de 2005 mostraram maior emissão de CO₂ do solo pela Floresta de Transição, nos meses seguintes de janeiro de 2006 a abril de 2006, isto muda, ou seja, a Pastagem passa a emitir uma maior quantidade de CO₂ do solo, que a floresta (Figura 34). Essa variação no efluxo de CO₂ do solo se deve ao fato de que o incremento foliar na pastagem é maior quando comparada a Floresta de Transição Amazônica Cerrado, nas primeiras chuvas, o que contribui para o aumento do efluxo de CO₂ na pastagem logo nas primeiras chuvas. Outra explicação que pode ser levada em consideração é a diversidade de solos, e vegetação, umidade e temperatura do solo em cada local, o que contribui para as diferentes emissões do efluxo de CO₂ do solo.

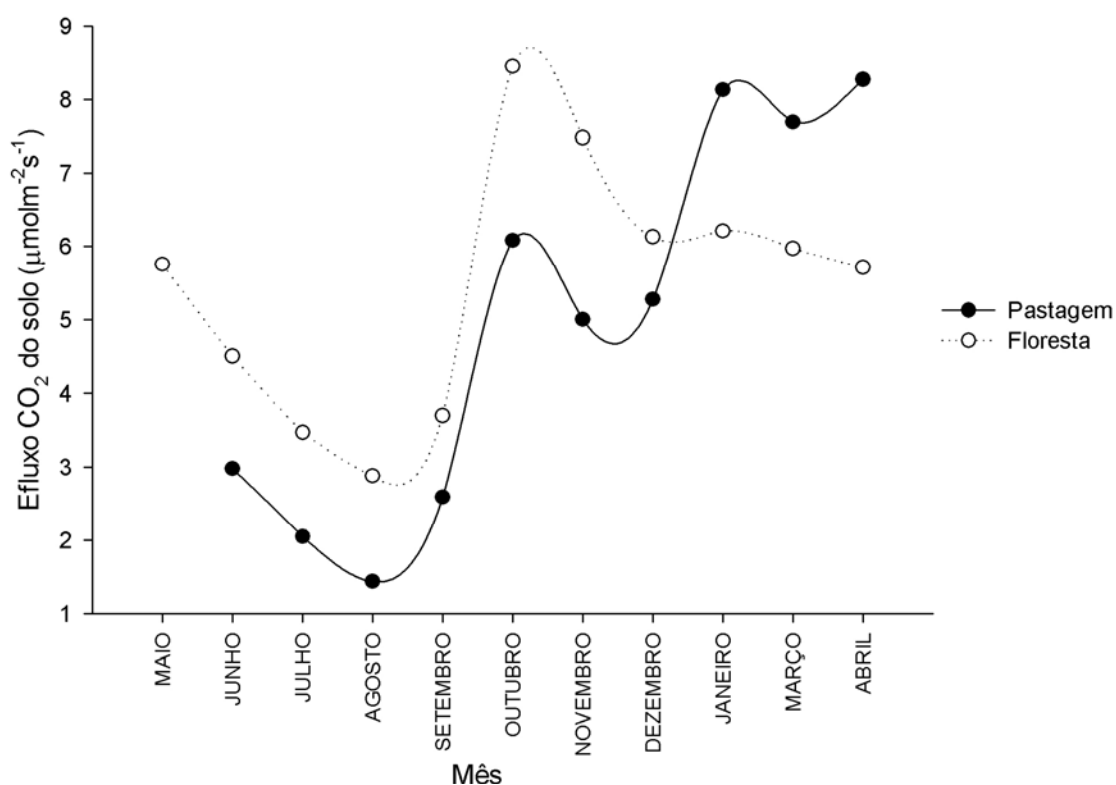


Figura 34 – Valores mensais médios do efluxo de CO₂ do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado e na área de Pastagem.

Aplicando um teste de médias para dados pareados, com um nível de confiança de 95%, os resultados demonstram que os dados de efluxo de CO₂ da Floresta e da Pastagem não apresentaram diferença estatística ($t_{\text{cal}} = 0,85 < t_{\text{tab}} = 2,26$). Estes dados são concordantes quando comparamos os aspectos físicos do solo do solo das duas áreas (Anexo), onde

verificou-se que são fisicamente semelhantes, ou seja, o tipo de solo não pode ser considerado como o fator que explique a diferença nas emissões de CO₂ nos diferentes períodos do estudo.

SALIMON (2003) relatou em seus estudos que a pastagem apresentou em média, maiores fluxos de CO₂ do solo para atmosfera, quando comparadas as florestas em todos os meses amostrados. Resultados similares foram observados por FEIGL et al. (1995) e FERNANDES et al. (2002), onde pastagens apresentaram maior fluxos que florestas na Amazônia Sul-Occidental. Mas, este não é um fator preponderante, para DAVIDSON et al. (2000), nos trabalhos realizados no leste do Pará, a floresta apresentou um fluxo maior que as pastagens.

As diferenças ocorridas entre as duas áreas de estudos, a Amazônia Sul-Occidental e a Amazônia Oriental, pode estar ligado a duração seca (que é mais longa no Pará), levando a maior diminuição da biomassa vegetal em pastagens na Amazônia Oriental, e, portanto uma maior diminuição no efluxo de CO₂.

Esta diferença que também é observada no presente estudo, pode sim estar ligada ao regime de chuvas que na região se assemelha a região sul do Pará. Pois, a biomassa vegetal na pastagem diminui na estação seca e conseqüentemente diminuição da emissão de CO₂ do solo. Isto tende a se inverter quando o regime de chuvas torna-se maior, nos meses de dezembro a março, onde se observou maior emissão de efluxo de CO₂, quando comparada a Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

5.0 VARIAÇÃO DIURNA DE CO₂ NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNICA CERRADO

Para o estudo da variação diurna de CO₂ na Floresta de Transição foram realizadas medições de efluxo de CO₂ do solo em junho/2005, outubro/2005 e janeiro/2006, durante 3 dias consecutivos com medições a cada hora das 8 h às 17 h, num transecto localizado na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

A média do efluxo diurno de CO₂ do solo no mês de junho/2005 (estação seca), foi de $5,44 \pm 2,03 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, em outubro (estação de transição seca/chuva) foi de $8,69 \pm 3,23 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ e no mês de janeiro/2006 (estação úmida) foi de $7,68 \pm 2,79 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figura 37). As temperaturas tiveram médias de $22,9 \pm 0,29$ °C; $25,3 \pm 0,26$ °C e $24,5 \pm 0,4$ °C para junho, janeiro e outubro, respectivamente. A umidade do solo apresentou valores médios de $6,3\% \pm 2,10$ para o mês de junho, $5,9 \pm 1,87\%$ para o mês de outubro e de $9,9 \pm 2,01\%$ para o mês de janeiro (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios do efluxo, temperatura e umidade no período diurno.

	CO ₂ ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	T (°C)	Umidade (%)
Junho/2005	$5,44 \pm 2,03$	$22,88 \pm 0,29$	$6,33 \pm 2,10$
Outubro/2005	$8,69 \pm 3,23$	$25,32 \pm 0,26$	$5,92 \pm 1,87$
Janeiro/2006	$7,68 \pm 2,79$	$24,49 \pm 0,4$	$9,89 \pm 2,01$

Os maiores valores do efluxo de CO₂ foi registrado no mês de outubro, sendo que a temperatura neste mês também apresentou as maiores médias. No período subsequente do estudo (janeiro), o efluxo e a temperatura atingiram valores elevados, porém inferiores a outubro, os menores valores foram relatados no mês de junho, onde as variáveis efluxo de CO₂ e temperatura do solo tiveram os menores valores, com exceção da umidade do solo que teve um valor intermediário.

O início da estação chuvosa fez com o que a umidade do solo aumentasse e a conseqüente atividade microbiota do solo, fazendo com que o efluxo de CO₂ do solo se elevasse (Figura 35). Já nos períodos subseqüentes a atividade microbiota não é tão intensa e os valores do efluxo de CO₂ do solo não assumem valores elevados. O mês de junho foi o mês onde o efluxo de CO₂ teve menor valor, sendo um mês com baixa umidade do solo e temperatura inferior quando comparada com os outros períodos.

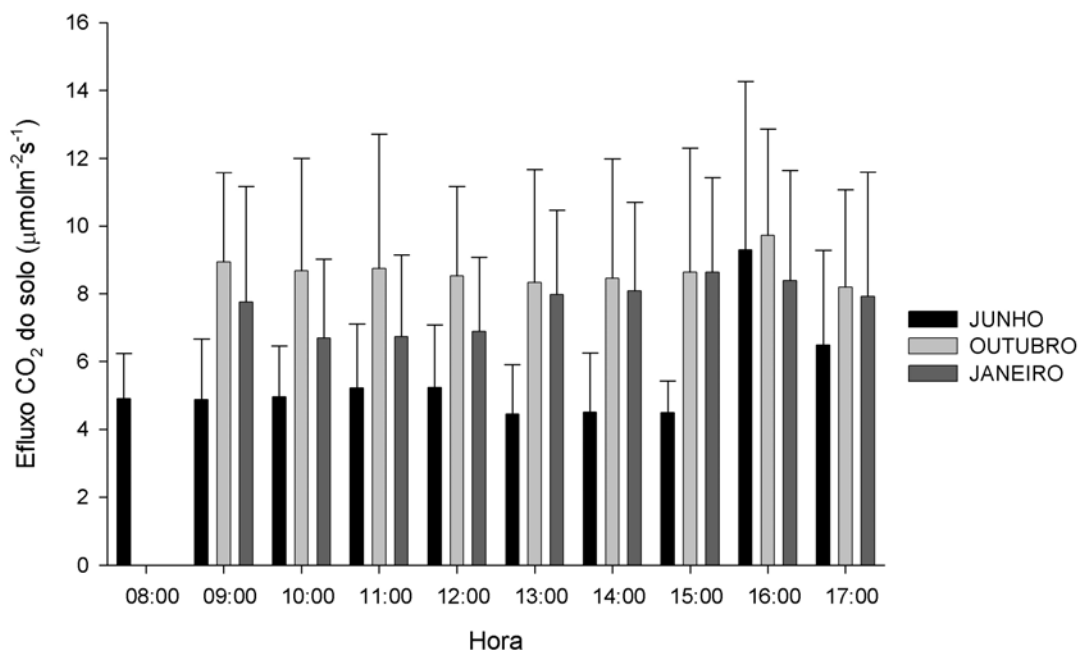


Figura 35 – Efluxo de CO₂ do solo no período diurno (média ± DP), no Transecto da Floresta de Transição Amazônica Cerrado.

Nos trabalhos realizados por SALIMON (2003), em florestas intactas e secundárias, os valores de efluxo de CO₂ não apresentaram variação diurna significativa. FEIGL et al. (1995) e FERNANDES et al. (2002) também não observaram variações diurnas em suas medidas de efluxo em Rondônia nos anos de 1992 e 1996, respectivamente. No presente estudo também não se observa variações significativas no período diurno no efluxo de CO₂, mas é característico a sazonalidade das medidas, sendo que as variações de umidade e temperatura do solo são características de cada estação do ano.

5.1 O MODELO DE BUNNELL

Na Floresta de Transição Amazônica Cerrado, o efluxo de CO₂ do solo não é explicado somente por uma variável, sendo assim alguns estudos procuram relacionar em equações mais de uma variável para estimar o cálculo do efluxo de CO₂ do solo. Na literatura autores como BUNNELL et al. (1977); LLOYD & TAYLOR (1994) e VOURLITIS et al. (2000) obtiveram resultados melhores relacionando conjuntamente a temperatura e a umidade do solo com o efluxo de CO₂ do solo.

A partir dos resultados do efluxo de CO₂ do solo medido na área do transecto, estimou-se o efluxo de CO₂ do solo pelo modelo de Bunnell. Neste estudo usou-se o modelo de Bunnell, mostrado na Equação 4, por ser aplicável a diversos ecossistemas, se adaptando muito bem a florestas.

Nas Figuras 36, 37 e 38 estão apresentados os valores da variação diurna do efluxo de CO_2 do solo medido e estimado pelo modelo de Bunnell para junho/2005, outubro/2005 e janeiro/2006, respectivamente. Ficou evidenciado que os valores seguem uma tendência, tanto para o medido quanto para o estimado. Esta tendência também é vista nos trabalhos realizados por VALENTINI (2005), onde o efluxo medido e o estimado não tiveram diferenças significativas.

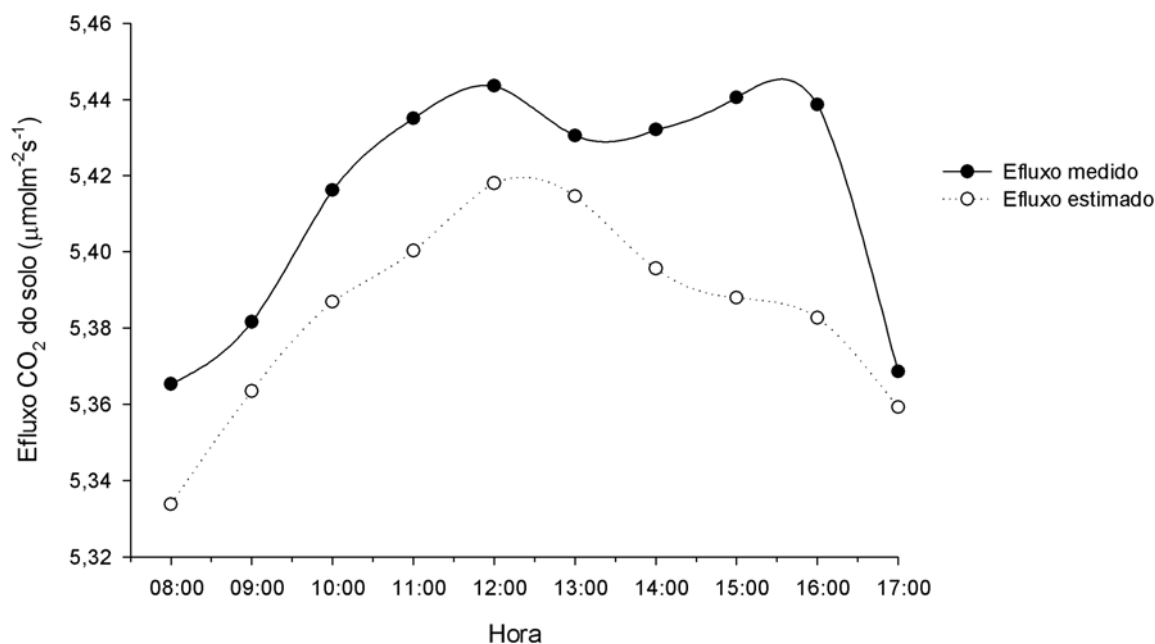


Figura 36 – Variação diurna do efluxo de CO_2 do solo medido e estimado pelo modelo de Bunnell, para o mês de junho de 2005.

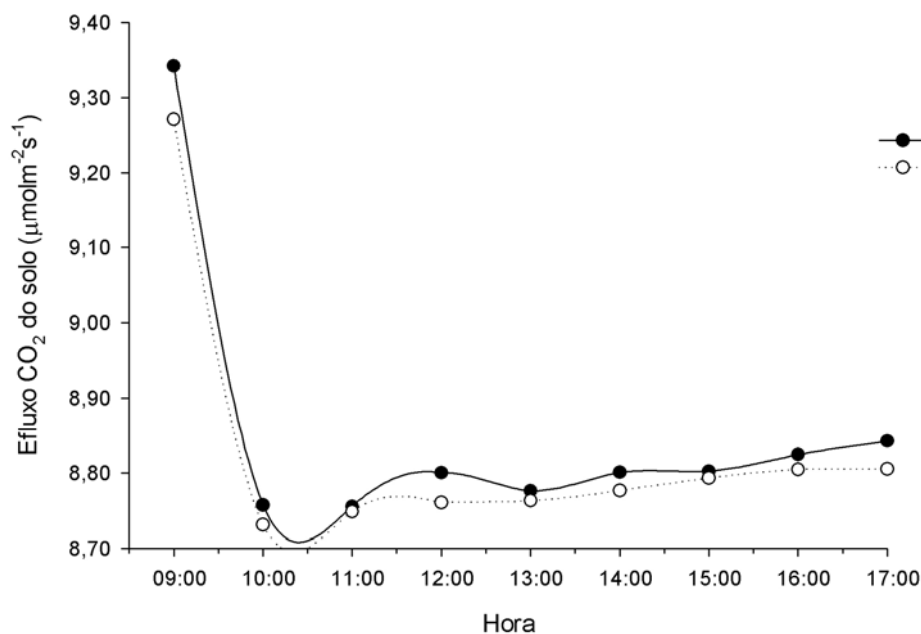


Figura 37 – Variação diurna do efluxo de CO_2 do solo medido e estimado pelo modelo de Bunnell, para o mês de outubro de 2005.

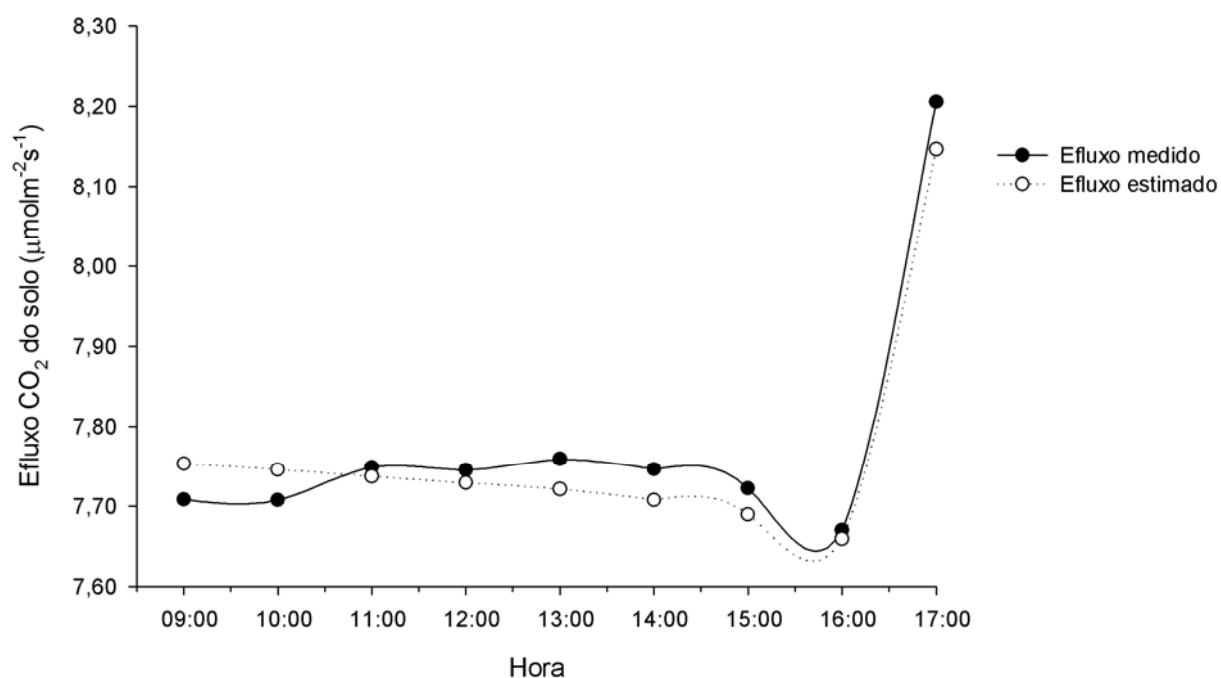


Figura 38 – Variação diurna do efluxo de CO₂ do solo medido e estimado pelo modelo de Bunnell, para o mês de janeiro de 2006.

Fazendo uma comparação estatística por regressão entre as duas variáveis medidas e estimadas, forçando-se a inserção pelo 0, obtêm-se coeficiente de determinação de $R^2=0,66$, $R^2=0,98$ e $R^2=0,94$ para os meses de junho/2005, outubro/2005 e janeiro/2006, respectivamente. Observa-se nos meses de outubro e janeiro uma correlação forte e no mês de junho uma correlação moderada, provavelmente isso pode ser explicado pelo fato de que o mês de junho é um mês característico de seca, onde as variáveis temperatura e umidade têm maior amplitude do que nos meses de outubro e janeiro.

6 CONCLUSÕES

- A média mensal do efluxo de CO₂ do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado variou de $2,88 \pm 1,51$ a $8,45 \pm 2,92 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. A média anual foi de $5,48 \pm 0,66 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$.
- A área basal não descreveu a variação espacial do efluxo de CO₂ do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado, visto houve correlação bem fraca entre ambos.
- Houve correlações positivas, moderadas e fortes do efluxo de CO₂ do solo em função da umidade do solo pelo método do TDR nas profundidades de 5, 30 e 70 cm do solo.
- Houve uma correlação fraca entre o efluxo de CO₂ do solo em função da umidade do solo pelo método gravimétrico.
- O ajuste exponencial explica de forma satisfatória a resposta do efluxo de CO₂ do solo em função da umidade do solo nas profundidades de 5, 30 e 70 cm do solo, enquanto que o ajuste exponencial não explica de forma satisfatória a resposta do efluxo de CO₂ do solo em função da umidade do solo.
- Não houve resposta satisfatória do efluxo de CO₂ do solo e a temperatura do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado, visto que houve uma correlação fraca.
- Os valores de Q₁₀ variaram entre 7,95 e 14,00, com média anual de 11,50
- Houve uma correlação muito forte entre a serrapilheira acumulada somente na estação seca na Floresta de Transição.
- A média mensal do efluxo de CO₂ do solo na área de Pastagem variou de $1,44 \pm 0,38$ a $8,27 \pm 2,70 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. A média anual foi de $4,95 \pm 1,59 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$.
- Houve uma resposta satisfatória do efluxo de CO₂ do solo em função da temperatura e umidade do solo na área de Pastagem.
- O efluxo de CO₂ do solo na Floresta de Transição foi em média superior, ao na área de Pastagem.

- Considerando somente a estação seca de maio de 2005 a outubro de 2005, o comportamento do efluxo de CO_2 do solo foi semelhante na Floresta de Transição Amazônica Cerrado e na área de Pastagem. A partir do mês de novembro, os ecossistemas apresentaram comportamentos distintos, e o efluxo de CO_2 do solo na área de Pastagem foi superior ao na Floresta de Transição.
- O modelo de Bunnell estima de forma satisfatória a variação diurna do efluxo de CO_2 do solo na Floresta de Transição Amazônica Cerrado.
- Entre o efluxo de CO_2 do solo medido e estimado houve uma correlação moderada no mês de junho, e correlações muito fortes nos meses de outubro e janeiro.

SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- Realizar medidas conjuntas de área foliar e efluxo de CO₂ do solo, tanto na Floresta como na Pastagem;
- Fazer uma análise do crescimento radicular das árvores da floresta;
- Realizar campanhas de campo, onde as medições de efluxo de CO₂ do solo perfaçam um total de 24 h, pelo menos a cada estação;

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, M.P.M.; JOLY, C.A. **Dinâmica da produção e decomposição da serrapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. Ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré – Pepira, São Paulo.** Revista Brasileira de Botânica, v.26, n.2, p.193-202, 2003.
- ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H de S. **Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG.** Revista Arvore, v.27, n.5, p.715-721, 2003.
- ARAUJO, T.M.; HIGUCHI, N.; CARVALHO JR., J.A. Comparação de Métodos para Determinar Biomassa na Região Amazônica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, p. 35-41, 1996.
- BALL, A.S.; DRAKE, B.G. Stimulation of soil respiration by carbon dioxide enrichment of marsh vegetation. **Soil Biology and Biochemistry**. v.30, n. 8-9, p. 1203-1205, 1998.
- BATJES, N.H.; SOMBROEK, W.G. Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. **Global Change Biology**, v. 3, n. 2, p. 161-173, 1997.
- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e Propriedade dos Solos**. 4.ed. São Paulo: Freitas Bastos. 1976, 594p.
- BUNNELL, F.L.; TAIT, D.E.N.; FLANAGRAN, P.W.; VAN CLEVE, K. Microbial respiration and substrate weight loss, I, A general model of the influences of abiotic variables. **Soil Biol. Biochem.**, v.9, p.33-40, 1977.
- CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística** (princípios e aplicações). São Paulo- SP. Artmed Editora. 2003, 255p.
- CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; FEIGL, B.J. Deforestation and use of soil as pasture: Climatic impact. In: Lieberei, R., Reisdorff, C., Machado, A. D. (Eds). **Interdisciplinary Research on the Conservation and Sustainable Use of the Amazonian Rain Forest and its Information Requirements**. Forschungszentrum Geesthacht (GKSS), Bremen, Germany, p. 177-186, 1996.
- 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. Respiration

from a tropical forest ecosystem partitioning of sources and low carbon use efficiency. **Ecological Application**, v. 14, p. S72-S88, 2002.

CHAUVEL, A.; GRIMALDI, M.; TESSIER, D. Changes in pore-space distribution following deforestation and revegetation: an example from the Central Amazon Basin, Brazil. **Forest Ecology Management**, v. 38, p. 247-257, 1991.

COÛTEAUX, M.M.; BOTTNER, P.; BERG, B. Litter decomposition, climate and litter quality. **Tree**. v. 10, n. 2, p. 63-66, 1995.

COUTINHO, L.M.; LAMBERT. A. Respiração edáfica e produtividade primária numa comunidade Amazônica de mata de terra-firme. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 23, p.411-419, 1971.

CURTIS, H. **Biologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ. Editora Guanabara. 964p. 1977.

DAVIDSON, E.A.; VERCHOT, L.V.; CATTANIO, J.H.; ACKERMAN, I.L.; CARVALHO, J.E.M. Effects of soil water content on soil respiration in forest and cattle pastures of eastern Amazônia. **Biogeochemistry**, v.48, p.53-69, 2000.

DIXON, R.K.; BROWN, S.; HOUGHTON, R.A.; SOLOMON, A.M.; TREXLER, M.C.; WISNIEWSKI, J. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. **Science**, v. 263, p. 185-190, 1994.

EDEN, M.J.; FURLEY, P.A.; MCGREGOR, D.F.M.; MILLIKEN, W. RATTER, J.A. Effect of forest clearance and burning on soil properties in northern Roraima, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 38, p. 283-290, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro. RJ. (EMBRAPA-CNPq), 412p, 1999.

EWEL, J.J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v. 64, p. 293-308, 1976.

FABRIS, L.F. **Coletânea Geográfica Passeando por Mato Grosso**. Cuiabá, MT. Secretária de Cuiabá. 2001, 108p.

FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, v. 57, p. 1-32, 1991.

FANG, C.; MONCRIEFF, J.B. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 33, p. 155-165, 2001.

FEIGL, B.J.; SPARLING, G.P.; ROSS, D.J.; CERRI, C.C. 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.; FEIGL, 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**, v. 107, p. 227-241, 2002.

FREITAS, H.C. **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**. 2001. 59f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

HENEGHAN, L.; COLEMAN, D.C.; ZOU, X.; CROSSLEY JR, D.A.; HAINES, B.L. Soil microarthropod community structure and litter decomposition dynamics: A study of tropical and temperate sites. **Applied Soil Ecology**, n. 9, p.33-38, 1998.

HODNETT, M.G.; VENDRAME, I.; MARQUES-FILHO, A. de O.; OYAMA, M.D.; TPMASELLA, J. Soil Water Storage and Groundwater Behavior in a Catenary Sequence Beneath Forest in Central Amazônia: I. Comparisons between Plateau, Slope and Valley Floor. **Hydrology and Systems Sciences**, v. 1, p. 265-277, 1997.

HOUGHTON, R.A.; WOODWELL, G.M. Global Climatic Change. **Scientific American**, 260: 36-44p. 1989.

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

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística),. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias>>. Acesso em 03 de Mai. de 2006.

INPE, 2001. In LENTINI, M; VERÍSSIMO, A; SOBRAL, L. **Fatos Florestais da Amazônia 2003**. Belém. Imazon.. 110p. 2003.

IVANAUSKAS, N.M. **Estudo da vegetação presente na área de contato entre formações florestais em Gaúcha do Norte-MT**. 2002. 184f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

JANSSENS, I.A.; PILEGAARD, K. Large seasonal changes in Q_{10} of soil respiration in a beech forest. **Global Change Biology**. v.9, p.911-918, 2003.

JORDAN, C. F. **Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems**. Wiley, Chichester, 1985.

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

LA SCALA JR., N.; MARQUES JR., J.; PEREIRA, G.T.; CORA, J.E. Short-term temporal changes in the spatial variability model of CO₂ emissions from a Brazilian bare soil. **Soil Biology & Biochemistry**. v.32, p.1459-1462, 2000.

LENTINI, M; VERÍSSIMO, A; SOBRAL, L. **Fatos Florestais da Amazônia 2003**. Belém. Imazon, 110p. 2003.

LLOYD, J.; TAYLOR, J.A. On the temperature dependence of soil respiration. **Functional Ecology**. v.8, p.315-323, 1994.

LUCHESI, E. B; FAVERO, L.O.B; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ. Freitas Bastos Editora, 182p. 2001.

LUIZÃO, F.J.; SCHUBART, H.O.R. Litter Production and Decomposition in a Terra-Firme Forest of Central Amazônia. **Experientia**, v.43, p.259-265. 1987.

MARINO, M.C.; FURTADO, J.S.; DE VUONO, Y.S.; **Glossário de Termos Usuais em Ecologia**. São Paulo: Academia de Ciências, 1980.

MARTINS, F.R.; MATTHES, L.A.F. Respiração edáfica na Amazônia, floresta arenícola, campinarama e campina. **Acta Amazônica**, Manaus, v.8, p.223-224, 1978.

MEIR, P.; GRACE, J.; MIRANDA, A.; LLOYD, J. Soil respiration in Amazônia and in cerrado in central Brazil. **Amazonian Deforestation and Climate**. eds. J. C. H. Gash, C. A. NOBRE, J. M. ROBERTS and R. VICTÓRIA. John Wiley and Sons, Chichester, UK p. 319-330. 1996.

MILNICK, P.C.; DUGAS, W.A. Soil CO₂ in a Tallgrass prairie. **Soil Biology & Biochemistry**, v.32: 221-228. 2000.

MOLOFSKY, J.; AUGSPURGER, C.K. The effect of litter on early seedling establishment in a tropical forest. **Ecology**, v. 73, p. 68-77, 1992.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C.F. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, p. 167-191, 2002.

MORAES, J.F.L. de. Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondonia, Brazil. **Geoderma**, v. 70, p. 63-81, 1996.

MOTTA, F.S. **Meteorologia Agrícola**. 7^a ed. São Paulo, SP. Livraria Nobel S. A., 376p. 1989.

NEPSTAD, D.C.; CARVALHO, C.R. de; VIEIRA, S. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. **Nature**, v. 372, p. 666-669, 1994.

NEPSTAD, D.C.; UHL, C.; SERRÃO, E.A.S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Ambio**, v. 20, p.48-255, 1991.

NOBRE, C. A. Amazônia e o carbono atmosférico. **Scientific American Brasil**. Ano 1, n.6, p.37-39, 2002.

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

ODUM, E.P. **Ecologia**. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ. Editora Guanabara. 434p. 1988.

POPESCU, O. **Soil carbon dioxide efflux in a naturally regenerated and a planted clear-cut on the Virginia Piedmont**. 2001. 60f. *Dissertação de Mestrado*. BLACKSBURG, VIRGINIA. 2001.

POST, W.M.; EMANUEL, W.R.; ZINKE, P.J.; STANGERBERGER, A.G. Soil carbon pools and world life zones. **Nature**, v. 298, n. 156-159, 1982.

PRADO, H. **Solos Tropicais - Potencialidades, Limitações, Manejo e Capacidade de Uso**. FUNEP / UNESP. 2ªed. 231p. 1998.

PRIANTE FILHO, N.; HAYASHI, M.M.S., NOGUEIRA, J.S. de; CAMPELO JR, J.H., NUNES, P.C.; SANCHES, L.; COUTO, E.G.; HOEGER, W.; RAITER, F.; TRIENWEILER, J.L.; MIRANDA, E.J.; PRIANTE, P.C.; PEREIRA, L.C.; BIUDES, M.S.; FRITZEN, C.L.; LACERDA, M.; SULI, G.S.; SHIRAIWA, S.; SILVEIRA, M.; VOURLITIS, G.L. Comparison of the mass and energy exchange of a pasture and a mature transitional tropical forest of the southern Amazon basin during the wet-dry season transition. **Global Change Biology**. v.10, p.863-876, 2004.

PRICHET, L. W. **Properties and management of forest soils**. John Wiley & Sons, inc New York, United State of America., 324p. 1979.

PRIETO, T.D.; VÁZQUEZ, G.M.M.; RODRÍGUEZ, A.C. Comunidades de la mesofauna edáfica en una selva inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian Kaan, Quintana Roo, México. **Rev. Biol. Trop.** n.47, p.489-492. 1999. In XULUCTOLOS, F.J.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; CASTELLANOS-ALBORES, J.; LAWRENCE, D. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary Forest in campeche, México. **Forest Ecology and Management**. v.174, p.401-412. 2003.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. Nobel, São Paulo, SP, 549p. 1999.

PROCTOR, J. Tropical Forest Litterfall I. Problems of Date Comparison. In: S. I. SUTTON, T. C. WHITMORE & A. C. CHADWICH (eds) **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications. 1983.

RAICH, J.W.; SHLESINGER, W.H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. **Tellus**, 44B: 81-99p. 1992.

RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 22p. 1992.

REZENDE, M. O. O. A importância da matéria orgânica do solo no ciclo do carbono. Parte I – O ciclo do carbono na natureza e a qualidade do solo do ponto de vista químico). Disponível em: <www.unb.br/iq/enqamb/aimportanciadoC.pdf> Acesso em 08 abr. 2004.

ROSS, S. **Soil Processes: A systematic approach**. Routledge, New York, U.S.A. 444 p. 1989.

ROVIRA, A. D. VAN HOLM, L. H. J. CO₂, CH₄ and H₂O emissions froms Wetted tropical upland soil following surface mulch application. **Soil Biology and Biochemistry**, v.30 (120): 1619-1622. 1998.

SALATI, E.O; NOBRE, C.A. Possible climatic impacts of tropical deforestation. **Climate Change**, v. 19, p. 177-196, 1991.

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

SCHLESINGER, W. H. **Biogeochemistry: An Analysis of Global Change**. New York, US: Academic Press. 1991.

SERRÃO, E.A.S.; FALESI, I.C. Pastagens do trópico úmido brasileiro. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido (EMBRAPA/CPATU)**, Belém-PA, Brasil, 63p. 1977.

SIOLI, H. **Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3ª ed. Vozes, Petrópolis, RJ, 72p. 1991.

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

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.

SOUZA, J.R.S.; PINHEIRO, F.M.A.; ARAUJO, R.L.C.; PINHEIRO Jr., H.S.; HODNETT, M.G. Temperature and moisture profiles in soil beneath Forest and pasture areas in eastern Amazonian. **Amazonian Deforestation and Climate**. eds. J. C. H. Gash, C. A. Nobre, J. M. Roberts and R. Victória. John Wiley and Sons, Chichester, UK, p. 125-137, 1996.

SPOLADOR, J. Radiação Fotossinteticamente Ativa, Transmitância, Refletância e FAPAR em uma Floresta de Transição Cerrado Amazônica; 2005 81 f. *Dissertação de Mestrado* (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

TANG, J.; BALDOCCHI, D.D.; QI, Y.; XU, L. Assessing soil CO₂ efflux using continuous measurements of CO₂ profiles in soils with small solid-state sensors. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.118, p.207-220, 2003.

TIWARI, S. C.; TIWARI, B. K.; MISHURA, R. R. The influence of moisture regimes on the population and activity of soil microorganisms. **Plant and Soil**, v.101: 133-136, 1987.

TOLEDO, J.M.; SERRÃO, E.A.S. Pasture animal production in Amazonian. In: HECHT, S. B. ed. **Amazon agriculture and land use research**. Cali, CIAT, p. 281-309, 1982

VALENTINI, C.M.A. **Efluxo de CO₂ do solo de uma área de floresta de transição no noroeste de Mato Grosso**. 2005. 81 f. *Dissertação de Mestrado* (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

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

VARELLA, R.F., M.M.C. BUSTAMANTE, A.S. PINTO, K.W. KISSELLE, R.V. SANTOS, R. A. BURKE, R. G. ZEPP, and L. T. VIANA. Soil fluxes of CO₂, CO, NO, and N₂O from an old pasture and from native savanna in Brazil. **Ecological Applications** 14: S221-S231, 2004.

VEIGA, J.B.; SERRÃO, J.A. Sistemas silvopastoris e produção animal: a experiência da Amazônia brasileira. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA/ PASTAGENS, n. 27, 1990, Campinas. **Anais**. Campinas: FEALQ, p. 37-68, 1990.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. Meteorologia básica e aplicações. UFV, Viçosa, MG, Brasil, Editora da UFV, 1991.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. **Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária**. Revista Árvore V. 28, n.6, p.793-800. 2004.

WALSH, R.P.D. **Climate**. In **The Tropical Rain Forest** (P.W.Richards, coord). ed. Cambridge University Press, Cambridge, p.159-205, 1996.

WATSON, R.T.; RODHE, H.; DESCHGER, H.; SIEGENTHALER, U. Greenhouse Gases and Aerosols. In: J. T. HOUGHTON, G. J. JENKINS, J. J. EPHRAUMS (eds) **Climate Change**. The IPCC Scientific Assessment, Cambridge: Cambridge University Press, 1-40p. 1990.

YIM, M.H.; JOO, S.J.; SYODOU, K; NAKANE, K. Spatial variability of soil respiration in a larch plantation: estimation of the number of sampling points requerid. **Forest Ecology and Management**, v.5979:1-4. 2002.

YODA, K; KIRA, T. Accumulation of Organic Matter, Carbon, Nigrogen and Other Nutrient Element in the Soils of a Lowland Rainforest at Pasoh, Peninsular Malaysia. **Jap. J. Ecol.**, 32:275-291. 1982.

ZIMMERMANN, S.; BRAUN, S.; CONEDERA, M.; BLASER, P. Macronutrient inputs by litterfall as opposed to atmospheric depotion into two contrasting chestnut forest stands in southern Switzerland. **Forest Ecology and Management**. n.161, p.289-302. 2002.

ANEXO

Resultado da análise de solo das duas áreas de estudo: Floresta de Transição Amazônica Cerrado e Pastagem

Amostra	pH		P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	Mat. Org	Areia	Silte	Argila
	Água	CaCl ₂	mg/dm ³		cmol _c /dm ³					mol _c /dm ³	g/Kg		
Floresta (0-5 cm)	4,5	3,8	0,9	21	0,5	0,3	0,2	0,8	3,5	15,0	762	67	171
Floresta (5-10 cm)	4,6	3,8	1,2	17	0,2	0,1	0,1	0,7	3,7	14,4	762	50	188
Pastagem (0-5 cm)	4,8	4,2	0,9	23	0,6	0,4	0,2	0,5	3,3	13,4	729	83	188
Pastagem (5-10 cm)	4,7	4,0	0,6	17	0,5	0,3	0,2	0,6	3,4	13,9	762	67	171

Obs.: Resultados foram analisados no laboratório AGROANÁLISE, no dia 07/02/2007.