

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FLUXOS
RADIATIVOS ABAIXO DO DOSSEL EM FLORESTA
SAZONALMENTE ALAGADA NO PANTANAL
MATO-GROSSENSE**

JONATHAN WILLIAN ZANGESKI NOVAIS

**PROF^a. DR^a. LUCIANA SANCHES
ORIENTADORA**

Cuiabá, MT, Dezembro de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FLUXOS
RADIATIVOS ABAIXO DO DOSSEL EM FLORESTA
SAZONALMENTE ALAGADA NO PANTANAL
MATO-GROSSENSE**

JONATHAN WILLIAN ZANGESKI NOVAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Física Ambiental.

**PROF^a. DR^a. LUCIANA SANCHES
ORIENTADORA**

Cuiabá, MT, Dezembro de 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

N935v Novais, Jonathan Willian Zangeski.
VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FLUXOS RADIATIVOS ABAIXO
DO DOSSEL EM FLORESTA SAZONALMENTE ALAGADA NO PANTANAL
MATO-GROSSENSE / Jonathan Willian Zangeski Novais. -- 2013
101 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Luciana Sanches.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física,
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Refletância. 2. Transmitância. 3. Radiação global. 4. Radiação
fotossinteticamente ativa. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: VARIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FLUXOS
RADIATIVOS ABAIXO DO DOSSEL EM FLORESTA
SAZONALMENTE ALAGADA NO PANTANAL MATO-
GROSSENSE**

AUTOR: JONATHAN WILLIAN ZANGESKI NOVAIS

Tese de Doutorado defendida e aprovada em 20 de dezembro de 2013, pela comissão julgadora:

Luciana Sanches

Profa. Dra. Luciana Sanches - Orientadora
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia
UFMT

Denilton Carlos Gaio

**Prof. Dr. Denilton Carlos Gaio - Examinador
Interno**
Instituto de Física - UFMT

Marcelo Paes de Barros

Prof. Dr. Marcelo Paes de Barros
Examinador Interno
Instituto de Física - UFMT

Franciele Santanna

Profa. Dra. Franciele Bomfiglio Santanna
Examinadora Externa
Universidade de Cuiabá - UNIC

Leone Francisco Amorim Curado

Prof. Dr. Leone Francisco Amorim Curado
Examinador Externo
Universidade de Cuiabá - UNIC

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família, pois tudo que faço em minha vida é pensando neles em primeiro lugar, pois não seria 1% da pessoa que sou hoje se não fosse por eles.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Deus, por ter me dado a oportunidade de aprender e evoluir sempre;
- A minha esposa pela paciência, apoio e incentivo, nunca me deixando desistir dos meus sonhos;
- A minha mãe, pessoa que está sempre ao meu lado nos momentos mais felizes e difíceis da minha vida, nunca me deixando sair do caminho do bem;
- Ao meu avô Osvaldo e minha avó Maria por sempre me incentivarem ao estudo;
- Ao meu pai que esteve sempre comigo, sempre me proporcionando tudo o que eu precisasse para progredir em meus estudos;
- A minha irmã Thamiris à qual eu amo muito;
- A família da minha esposa que sempre esteve torcendo por mim em todas as minhas conquistas;
- A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Luciana Sanches, pela oportunidade de ser seu orientando e por tantas coisas que tem me ensinado neste tempo que passamos juntos;
- A Nadja, Aryadne e Ludymilla, meninas que aprendi a gostar e respeitar, pelo tempo trabalhoso, suado, cansativo, porém divertido e proveitoso;
- A todas as pessoas que ajudaram nas coletas de dados;
- Ao professor Dr. Serginho e Dr.^a.Iramaia, pela amizade, e por terem me ensinado a importância de ser um professor de física;

- Ao professor Dr. Paraná, por ser um grande amigo e orientador, tanto na vida quanto na pesquisa, e por ter me ensinado a importância de ser um pesquisador em Física Ambiental;
- A professora Dr.^a Marta, uma mãezona para todos que passam pelo programa;
- Aos queridos amigos irmãos Thiago Rangel, Leone Curado e Paula, que estão comigo desde a graduação, evoluindo junto comigo e que sem eles, não seria a metade do físico que sou hoje.
- Aos irmãos Allan e Renan, amigos não só na hora dos estudos, mas nas horas da diversão também;
- Aos amigos que fizeram disciplinas comigo no mestrado e doutorado aqui na Física Ambiental;
- Ao Cesário e à Soilce, amigos sempre presentes nos acontecimentos da Física Ambiental;
- Aos meus professores da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Dr. Joaquim Augusto da Costa Marques;
 - A todos os professores da Física Ambiental;
 - Ao SESC Pantanal, onde foi realizado o estudo;
 - À CAPES pelo auxílio financeiro;
 - À FAPEMAT através do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa processo n. 823971/2009.

EPÍGRAFE

"Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta.

Cada dia que amanhece assemelha-se a uma página em branco, na qual gravamos os nossos pensamentos, ações e atitudes. Na essência, cada dia é a preparação de nosso próprio amanhã."

Chico Xavier

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	4
AGRADECIMENTOS.....	5
EPÍGRAFE.....	7
SUMÁRIO	8
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE EQUAÇÕES.....	16
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	17
RESUMO	19
ABSTRACT.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
1.1. Problemática.....	21
1.2. Justificativa.....	22
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1. Pantanal	24
2.2. <i>Vochysia divergens</i> Pohl.....	25
2.3. Radiação Solar.....	26
2.4. Índice de Área Foliar e Radiação Fotossinteticamente Ativa	29
2.5. Transmitância e refletância.....	31
2.6. Ângulo Zenital.....	33
2.7. Serrapilheira	34
3. MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1. Localização da área e pontos experimentais	36
3.2. Descrição da área experimental.....	37

3.3. Medição das variáveis hidromicrometeorológicas no exterior e abaixo do dossel.....	41
3.4. Medição da radiação fotossinteticamente ativa, transmitida e refletida no solo e índice de área foliar.....	46
3.5. Medição da serrapilheira	48
3.5. Análise Estatística	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1. Caracterização hidromicrometeorológica da área de estudo	52
4.2. Variação anual da refletância do solo, radiação incidente e refletida abaixo do dossel nos transectos A, C e E.....	63
4.3. Médias horárias mensais e sazonais da refletância do solo, radiação incidente e radiação refletida abaixo do dossel.....	71
4.4. Variação espaço-temporal da refletância do solo abaixo do dossel e transmitância do dossel da PAR	78
5. CONCLUSÃO	86
6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	87
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
7. REFERÊNCIAS CONSULTADAS	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Irradiância para corpo negro para várias temperaturas.

Figura 2 - Localização da área de estudo e dos transectos, A, B, C, D e E no Pantanal mato-grossense.

Figura 3 - Textura do solo de floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Figura 4 - Perfil do solo da floresta alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Figura 5. Estação micrometeorológica (WatchDog 2000, Spectrum Technologies, USA).

Figura 6 - Piranômetro instalado no suporte virado para baixo para medição de radiação refletida pelo solo.

Figura 7 - Medida de inundação feita com trena.

Figura 8 - Termohigrômetro (HMP155, Vaisala, Finland).

Figura 9 - Termohigrômetro (WXT520, Vaisala Inc., Helsinki, Finland).

Figura 10 - Ceptômetro (LP-80 PAR/LAI, AccuPAR Decagon Devices Inc. USA).

Figura 11 – Precipitação acumulada mensal (mm), umidade do solo mensal média (%) com desvio padrão em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

Figura 12 – Médias mensais e desvio padrão da U.R. (%), T_{ar} (°C) e T_{solo} (°C) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

Figura 13 - T_{ar} diária média ($^{\circ}C$) e U.R. diária média (%) abaixo do dossel, nos transectos A, C e E, em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

Figura 14 - L_{agua} por pontos nos 5 transectos em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Figura 15 - Comparação entre médias sazonais T_{ar} e U.R. abaixo do dossel e exterior da floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Figura 16 – Médias diárias de $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}) e R_{Rg} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Figura 17 - Serrapilheira acumulada sobre o solo mensal e média mensal de umidade do solo abaixo do dossel em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

Figura 18 – Média diária de $R_{g_{inc}}$ e ângulo zenital (Z) no transecto A em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Figura 19 - Média diária de $R_{g_{inc}}$ e ângulo zenital (Z) no transecto C em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Figura 20 - Média diária de $R_{g_{inc}}$ e ângulo zenital (Z) no transecto E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Figura 21 - Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , no transecto A em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Figura 22 – Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , no transecto C em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Figura 23 - Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , no transecto E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Figura 24 – Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de cheia, em 2012.

Figura 25 - Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de vazante, em 2012.

Figura 26 Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de seca, em 2012.

Figura 27 - Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de enchente, em 2012.

Figura 28 – Média mensal da PAR_{ext} , PAR_{inc} , e PAR_{ref} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Figura 29 – Média mensal da T_{PAR} dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Figura 30 – Média mensal de R_{PAR} dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Posição geográfica em UTM dos 55 pontos nos 5 transectos em floresta alagada no Pantanal mato-grossense, 2012.

Tabela 2 – Média das cotas topográficas (m) nos 5 transectos em floresta sazonalmente inundada no Pantanal Mato-Grossense, 2012.

Tabela 3 – Nome popular, família, abundância absoluta e relativa (%) das espécies em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, 2012.

Tabela 4 – Faixa de medição e acurácia dos sensores instalados nos transectos A, C e E.

Tabela 5 – Precipitação acumulada mensal (Ppt mensal), precipitação acumulada por período (Ppt período) e percentual em relação a precipitação total anual (Ppt anual), em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense em 2012.

Tabela 6 – Umidade do solo mensal média e desvio padrão (D.P.) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 7 – Média mensal e desvio padrão (D.P.) da U.R., T_{ar} , T_{solo} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Tabela 8 – Teste Kruskal-Wallis, significância de 5%, para comparação dos valores de T_{ar} e U.R. dos transectos A, C e E com as medidas do transecto B em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 9 – Média mensal e desvio padrão (D.P.) da T_{ar} nos transectos A, C e E, em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Tabela 10 – U.R. e desvio padrão (D.P.) nos transectos A, C e E, em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Tabela 11 – Médias mensais da L_{agua} (cm) nos 5 transectos em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 12 - Médias sazonais de T_{ar} e U.R. abaixo do dossel e exterior da floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 13 – Média mensal de $R_{g_{\text{inc}}}$ e desvio padrão em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Tabela 14 – Média mensal de $R_{g_{\text{ref}}}$ e desvio padrão (D.P.) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Tabela 15 – Média mensal R_{R_g} e desvio padrão (D.P.) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Tabela 16 – Serrapilheira acumulada sobre o solo mensal em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Tabela 17 – Correlação de Spearman para: $R_{g_{\text{inc}}}$ nos transectos A, C e E e ângulo zenital em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 18 – Correlação de Spearman para: L_{agua} , $R_{g_{\text{inc}}}$, $R_{g_{\text{ref}}}$ e R_{R_g} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em Março de 2012.

Tabela 19 – Média e desvio padrão (D.P.) da PAR_{ext} , PAR_{inc} e PAR_{ref} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Tabela 20 – Correlação de Spearman para: Índice de área foliar (IAF), PAR_{ext} , PAR_{inc} e PAR_{ref} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em Outubro de 2012.

Tabela 21 – Correlação de Spearman para: IAF, T_{PAR} e R_{PAR} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense em Outubro de 2012.

Tabela 22 – Média mensal e desvio padrão (D.P.) da T_{PAR} dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Tabela 23 – Média mensal do índice de área foliar (IAF) nos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense em 2012.

Tabela 24 – Índice de dominância por espécie nos 5 transectos em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 25 – Média mensal de R_{PAR} e desvio padrão dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Tabela 26 - Correlação de Spearman para: Serrapilheira, PAR_{ext} , PAR_{inc} , PAR_{ref} , T_{PAR} e R_{PAR} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Radiação global

Equação 2 – Balanço de ondas curtas

Equação 3 – Balanço de ondas curtas simplificado

Equação 4 – Balanço de ondas longas

Equação 5 – Saldo de radiação

Equação 6 – Transmitância

Equação 7 – Refletância

Equação 8 – Cosseno do ângulo zenital

Equação 9 – Declinação solar

Equação 10 – Ângulo horário

Equação 11 – Umidade do solo

Equação 12 – Variância

Equação 13 – Raiz quadrada da variância

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- $R_{g_{inc}}$ - Radiação global incidente abaixo do dossel
- $R_{g_{ref}}$ - Radiação global refletida pelo solo abaixo do dossel
- PAR_{inc} - Radiação fotossinteticamente ativa incidente abaixo do dossel
- PAR_{ref} - Radiação fotossinteticamente ativa refletida pelo solo abaixo do dossel
- PAR_{ext} - Radiação fotossinteticamente ativa incidente no exterior do dossel
- R_{PAR} - Refletância da radiação fotossinteticamente ativa do solo abaixo do dossel
- R_{Rg} - Refletância da radiação global do solo abaixo do dossel
- T_{PAR} - Transmitância do dossel da radiação fotossinteticamente ativa
- R - Albedo
- L_{agua} - Altura da lâmina d'água
- Rg - Radiação global
- Rd - Radiação global direta
- Rc - Radiação global do céu ou difusa
- Boc - Balanço de ondas curtas
- Bol - Balanço de ondas longas
- T_s - Temperatura da superfície;
- T_a - Temperatura da atmosfera
- ϕ - Latitude do local (dado em graus)
- δ - Declinação solar (dado em graus)

h - Ângulo horário (dado em graus)

d_j - Dia do ano pelo calendário Juliano

s^2 - Variância

Z - Ângulo zenital

IAF - Índice de área foliar

PAR - Radiação fotossinteticamente ativa

TDR - Hidrossense

UG - Umidade do solo

m_s - Massa seca

m_a - Massa de água

K-W - Kruskal-Wallis

ρ - Coeficiente de correlação

ppt - Precipitação

D.P. - Desvio padrão

T_{ar} - Temperatura do ar

T_{solo} - Temperatura do solo

U. R. - Umidade relativa do ar

RESUMO

Novais, J. W. Z. **Variação espaço-temporal dos fluxos radiativos abaixo do dossel em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.** Cuiabá, 2013, 101f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

A literatura atual de ciências ambientais e hidrológicas carece de estudos realizados *in loco*, especialmente dados espaciais de longo prazo, sendo os dados de transmitância e refletância de superfícies cruciais para estudos de diversidade física, agrônômica e processos biológicos, como evapotranspiração, fotossíntese, respiração autotrófica e heterotrófica, desflorestamento, mudanças na temperatura de superfície, assim como as mudanças no clima geradas pela atividade humana. Dessa forma, foi analisada a variação espaço-temporal da radiação global e da radiação fotossinteticamente ativa abaixo do dossel em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-grossense, monitorando-se 5 transectos divididos em 11 pontos, totalizando 55 pontos. Para a análise dos fluxos radiativos foi levada em consideração a vegetação local, o índice de área foliar, a umidade do solo, lâmina d'água, serrapilheira, ângulo zenital, temperatura do ar e umidade relativa do ar. Concluiu-se que a cobertura do solo e o tipo de vegetação influenciam nos fluxos radiativos, na refletância do solo abaixo do dossel e na transmitância do dossel.

Palavras Chaves: Refletância, transmitância, radiação global e radiação fotossinteticamente ativa.

ABSTRACT

Novais, J. W. Z. **Spatio-temporal variation of radiative fluxes below the canopy in seasonally flooded forest in the Pantanal of Mato Grosso** Cuiabá, 2013, 101f. Thesis (Doctorate in Environmental Physics); Institute of Physics, Federal University of Mato Grosso.

The current literature of environmental and hydrological sciences need in situ studies, especially long-term spatial data, and the transmittance and reflectance of surfaces data are crucial for studies of physical and agronomic diversity and biological processes such as evapotranspiration, photosynthesis, autotrophic and heterotrophic respiration, deforestation, surface temperature changes, as well as climate changes caused by human activity. Thus, was analyzed the spatio-temporal variation of solar radiation and photosynthetically active radiation beneath the canopy in seasonally flooded forest in the brazilian Pantanal, monitoring 5 transects divided into 11 points, totaling 55 points . For the analysis of radiative fluxes was taken into account the local vegetation, leaf area index, soil moisture, water depth, litter, zenith angle, air temperature and relative humidity. Was concluded that the soil cover and vegetation type influence radiative fluxes, the reflectance of the soil beneath the canopy and canopy transmittance .

Keywords: Reflectance, transmittance, solar radiation and photosynthetically active radiation.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problemática

Nos últimos anos, a preocupação com o possível impacto humano sobre o meio ambiente tem aumentado. Em particular, especula-se que as alterações no ambiente terrestre podem ser grandes o suficiente para alterar a dinâmica da interação biosfera e atmosfera.

O Brasil inserido neste contexto de mudanças tem muita responsabilidade, por possuir uma rica biodiversidade, dividida em seis biomas, Mata Atlântica, Caatinga, Pampas, Amazônia, Cerrado e Pantanal, sendo que parte dos três últimos localizam-se em Mato Grosso.

Nos últimos anos vem se intensificando no Mato Grosso a urbanização e a criação de bovinos, especialmente no Pantanal, e este avanço se dá à custa de desmatamento, dependentes da utilização do fogo para eliminar os restos de vegetação resultante do corte e derrubada da mata local, ocasionando perda da matéria orgânica e alta concentração de dióxido de carbono no ar, ocasionando competição entre espécies, fazendo que uma prevaleça sobre outra. Assim a inserção de uma nova espécie em um habitat natural, interfere na biodiversidade, na interação biosfera atmosfera, como mudança na ciclagem de nutrientes.

No Pantanal, a invasão e monodominância do Cambará é um problema que já vem sendo observado pelos fazendeiros pantaneiros, que veem os campos dando lugar à floresta.

Dada à rápida evolução da ecologia do Pantanal, é imperativo que os cientistas tenham uma melhor compreensão das interações entre os tipos de vegetação dominantes e os ciclos hidrológicos como os períodos de inundações e estiagens. Assim, a variação temporal e espacial dos fluxos de água nos trópicos terrestres é em grande parte dependente da forma como a vegetação utiliza a energia disponível e a água.

A literatura atual de ciências ambientais e hidrológicas, bem como sobre as variáveis relativas a estrutura do dossel como índice de área foliar e transmitância,

são limitadas pela falta de dados *in loco*, especialmente dados espaciais de longo prazo. O albedo de áreas úmidas pode ser particularmente difícil de quantificar devido à variação temporal e espacial da inundação. O Pantanal possui a característica de inundação sazonal, de modo que o aumento da umidade do solo pode afetar a refletância do solo e, conseqüentemente, modificar o microclima abaixo do dossel.

O sensoriamento remoto oferece o potencial para superar tais limitações, porém os métodos de sensoriamento remoto tradicionais são ineficazes durante épocas do ano, quando o solo é obscurecida por vegetação.

1.2. Justificativa

O entendimento do comportamento das variáveis dentro de um dossel, como a transmitância e a refletância de superfícies vegetadas é importante para estudos de diversidade física, agrônômica e processos biológicos, como evapotranspiração, fotossíntese, respiração autotrófica e heterotrófica, desflorestamento, mudanças na temperatura de superfície, assim como as mudanças no clima geradas pela atividade humana.

O estudo destas variáveis durante os períodos seco e úmido podem determinar parâmetros a serem utilizados nos modelos matemáticos de ecossistemas alagáveis, devido ao grande contraste da cobertura durante o ano.

Assim, há a necessidade do monitoramento de variáveis micrometeorológicas abaixo do dossel, devido a dificuldades de acesso à região e a medição das mesmas, principalmente na época da cheia, de modo a verificar o comportamento da distribuição da radiação global e fotossinteticamente ativa e da refletância, contribuindo com as pesquisas que levam em consideração a parte acima do dossel, realizada por estações meteorológicas e sensoriamento remoto.

Dessa forma, o objetivo geral desse trabalho é analisar a variação espaço-temporal dos fluxos radiativos abaixo do dossel em floresta sazonalmente alagada no Pantanal mato-grossense.

Para alcançar este objetivo traçaram-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a variabilidade espaço-temporal da refletância da radiação global no solo;
- Analisar a variabilidade espaço-temporal da refletância da radiação fotossinteticamente ativa no solo;
- Analisar a influência da variação da cobertura do solo na dinâmica dos fluxos radiativos;
- Analisar a variabilidade espaço-temporal dos padrões hidromicrometeorológicos e fluxos radiativos nos transectos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Pantanal

O Pantanal é uma das maiores planícies de inundação do mundo. É um bom exemplo da complexidade hidrológica das zonas alagadas (DA SILVA, 2000; DA SILVA & GIRARD, 2004; JUNK et al., 2006; FANTIN-CRUZ et al., 2008), cobrindo uma área de cerca de 140.000 km² na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, estendendo por todo oeste do Brasil e partes da Bolívia e do Paraguai, composto por uma gama de floresta tropical e cerrado.

As zonas alagadas estão entre os ecossistemas mais frágeis e ameaçados do planeta, por estarem sujeitas ao impacto das atividades humanas, tanto em terra quanto em água (GOPAL & JUNK, 2000).

A variação temporal e espacial dos fluxos de água nos trópicos terrestres é em grande parte dependente da forma como a vegetação utiliza a energia disponível e a água (SALESKA et al., 2003).

A vida animal e vegetal são fortemente influenciados por inundações sazonais, com máxima flutuação do nível de água de cinco metros entre o período seco e chuvoso. Os períodos de inundações são seguidos por seca extrema, com apenas uma pequena parcela do Pantanal inundado durante o restante do ano (LEADY & GOTTGENS, 2001). No período de outubro a março, período das cheias, há um fluxo de águas das regiões mais elevadas do cerrado para as mais baixas, alimentando o volume de água aprisionado na região, devido à baixa declividade do local, de 2 a 3 cm por quilômetro de norte a sul e de 5 a 25cm de oeste para leste. Assim, a inundação dá-se por transbordamento de rios, onde a inundação por precipitação ocorre independentemente das inundações fluviais (IRIONDO, 2004; ZEILHOFER & SCHESSL, 2000; ZEILHOFER & MOURA, 2009).

Portanto, o pulso de inundação na parte norte coincide com a época das chuvas, porém há uma defasagem de cerca de 3 meses entre o período chuvoso e à inundação na zona sul (ALVARENGA et al., 1984).

Zeilhofer (1999) estimou o defasamento temporal para o Pantanal Norte das águas do rio Cuiabá, em Cuiabá-MT e a resposta dos níveis de alagamento em Poconé-MT em quatro semanas.

Para Fantim-Cruz et al., (2011), que analisaram a inundação do Pantanal numa série temporal de 40 anos, em 50% dos casos a várzea ficou totalmente inundada por mais de 119 dias (todos os sensores inundados), tendo a maior enchente durado 180 dias. O Pantanal, das planícies da América do Sul, é a que possui o maior tempo de inundação média (HAMILTON et al., 2002).

A vegetação é considerada extremamente diversificada, com cerca de 144 famílias de plantas mais altas e mais de 1000 espécies de plantas menores (JUNK & DA CUNHA, 2005), destacando-se o Cambará (*Vochysia divergens* Pohl).

2.2. *Vochysia divergens* Pohl

A inserção de uma nova espécie vegetal em um habitat, seja de forma acidental ou proposital, interfere na biodiversidade animal e vegetal, nos processos do ecossistema, como o carbono, e na ciclagem dos nutrientes (VOURLITIS et al., 2011; DALMOLIN et al., 2012).

As frequentes oscilações dos níveis da inundação, no caso do pantanal, causadas pela variação pluviométrica e pelas mudanças na dinâmica sedimentológica ao longo do tempo (COLLISCHONN et al., 2001), podem funcionar como um filtro ao estabelecimento e desenvolvimento de algumas espécies de plantas, como a *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae) que nas zonas úmidas do Pantanal brasileiro é um exemplo bem documentado de uma espécie que rapidamente coloniza grandes áreas, formando densos povoamentos monoespecíficos, conhecidos como cambarazais (POTT & POTT, 1994; SILVA et al., 2000; NUNES DA CUNHA & JUNK, 2004; ARIERA & NUNES DA CUNHA, 2006; JUNK et al., 2006).

Os fazendeiros observaram a propagação de plantas invasoras a partir das grandes enchentes no início dos anos setenta, incluindo *Vochysia divergens*, *Licania parvifolia*, *Combretum lanceolatum*, *C. laxum*, *Byrsonima orbignyana* e *Ipomoea fistulosa*. Os campos que estavam sendo cobertos essencialmente por *Vochysia*

divergens tonaram-se indisponíveis para pastagem (NUNES DA CUNHA et al. 2000; NUNES DA CUNHA & JUNK, 2004).

Segundo Lorenzi (2008), o Cambará é uma árvore de 7 a 25m de altura, com uma coroa frondosa. O caule é cilíndrico, com 30 a 50cm de diâmetro à altura do peito, derramando casca em pedaços irregulares. As folhas são simples, em verticilos de três a quatro, coriácea, glabra, brilhante no lado superior e no lado inferior opaco, 7 a 13cm de comprimento e 3cm de largura; petiols são 2-3cm de comprimento.

Espécies com potencial invasor expandem-se para novas áreas devido a suas características de alta taxa de reprodução, alta taxa de crescimento, reproduzem-se precocemente, capacidade de suas plântulas para manter suas folhas intactas embaixo da superfície da água, grande produção de sementes espalhadas pelo vento e água e aproveitar seus recursos de forma eficiente (ARIERA & NUNES DA CUNHA, 2006; DALMOLIN et al., 2012).

A razão para a invasão ainda é pouco compreendida, no entanto, as interações entre inundação, as propriedades físicas do solo, e o fogo parecem ser fundamental para o sucesso de invasão. (NUNES DA CUNHA & JUNK, 2004). Uma vez estabelecida, *Vochysia divergens* demonstrou alterar significativamente as propriedades químicas do solo, tais como nutrientes e concentração, capacidade de troca catiônica e orgânica do solo teor de matéria (VOURLITIS et al., 2011).

2.3. Radiação Solar

A radiação solar ao atravessar a atmosfera terrestre sofre absorção, difusão seletiva e refletiva. A parcela da radiação incidente na superfície que sofreu qualquer destes processos citados acima é chamada de radiação difusa. Há ainda uma parcela que passa pela atmosfera sem sofrer qualquer interação, a essa parcela se dá o nome de radiação direta. A soma dessas duas parcelas de ondas curtas se dá o nome de radiação global (R_g), que pode ser medida diretamente por um sensor eletrônico denominado piranômetro.

A radiação solar de ondas curtas atinge o solo e sua interação com o solo e a atmosfera faz com que esses se aqueçam. Esse aquecimento de acordo com a Lei de Planck fará com que o solo emita radiação de ondas longas.

Pelo balanço de ondas curtas temos que a radiação global (R_g) é igual a soma da radiação direta (R_d) com a radiação difusa ou do céu (R_c), conforme equação 1.

$$R_g = R_d + R_c \quad (1)$$

A parcela da energia de ondas curtas para a energia líquida disponível, representando a contribuição solar para o ambiente, é contabilizada pela subtração da energia incidente pela energia refletida, chamado balanço de ondas curtas.

$$B_{oc} = (R_d + R_c) - (R_d + R_c)r \quad (2)$$

A letra r representa o albedo da superfície. O albedo de uma superfície quantifica a fração da radiação solar incidente que é refletida de volta para a atmosfera. O Albedo é um parâmetro crítico na definição do balanço de energia de uma determinada paisagem e da Terra como um todo. A variabilidade no albedo pode fazer variar os fluxos de energia não radiante, como calor sensível e latente, e na produção primária bruta de um ecossistema (COAKLEY, 2002; CHEN et al., 2004).

Combinando as duas equações anteriores tem-se:

$$B_{oc} = R_g(1 - r) \quad (3)$$

Em meados do século XVIII, o físico alemão Gustav Robert Kirchoff ao estudar a emissão de radiação dos corpos fez a seguinte afirmação: “todo corpo bom absorvedor também é bom emissor”. De acordo com essa afirmação de Kirchoff toda energia absorvida por um corpo deveria ser emitida pelo mesmo (VIANELLO & ALVES, 1991)

No final daquele século, Lord Stefan e Ludwig Eduard Boltzmann estudando a radiação eletromagnética emitida pelos corpos demonstraram (o primeiro no campo experimental e o segundo em bases matemáticas) a lei que governa a radiância dos corpos baseados num modelo ideal denominado “Radiação de Corpo Negro”, o mesmo modelo que explicaria a afirmação de Kirchoff a respeito da emissão dos corpos.

Segundo a Lei de Stefan-Boltzmann ou Lei de radiação de Corpo Negro, todas as superfícies naturais emitem energia radiante, a qual depende de suas emissividades e de sua temperatura.

A atmosfera e a superfície terrestre emitem esta radiação, comportando-se, aproximadamente, como um corpo negro às respectivas temperaturas. Assim, conhecidas essas temperaturas, as densidades dos fluxos emitidos podem ser estimadas através da equação de Stefan-Boltzmann.

$$Bol = Ea - Es \quad (4)$$

A maior parte da radiação emitida pela superfície e pela atmosfera está contida no intervalo de 4 a 100 μ m e, por isto, é denominada radiação de onda longa ou radiação termal, em comparação com o espectro da radiação solar que está contido no intervalo de 0,1 a 4,0 μ m (BRUTSAERT, 1982).

Dessa maneira a radiação líquida disponível para o ambiente resulta da soma do balanço de ondas curtas pelo balanço de ondas longas, assim:

$$Rn = Rg - rRg - \epsilon_s \sigma T_s^4 + \epsilon_a \sigma T_a^4 \quad (5)$$

O balanço de radiação em superfícies vegetadas é de grande importância na determinação das perdas de água e na acumulação de matéria seca pelos vegetais, além de caracterizar o seu microclima. As medidas de saldo de radiação em comunidades vegetais possibilitam caracterizar os estados de conforto térmico, conforto hídrico e muitas reações biofísicas e bioquímicas (BORGES, 2002).

Devido à importância do Pantanal para a manutenção e a preservação dos ecossistemas espera-se que iniciativas com fins voltados para o estudo dessa região

sejam contempladas para uma melhor compreensão desse bioma e para a regularidade ambiental da região.

2.4. Índice de Área Foliar e Radiação Fotossinteticamente Ativa

A luz é um fator essencial para muitos processos ecofisiológicos, determinando a criação e o desenvolvimento de várias espécies de plantas. (MESSIER & PUTTONEN, 1995; MONTGOMERY & CHAZDON, 2001).

A Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) representa o número de fótons incidente entre 0,4 a 0,7 μ m por metro quadrado por segundo. Os fótons dessa radiação podem ser usados nos tecidos verdes das plantas para o processo de fotossíntese, portanto a medida da PAR é um fator essencial para ser usado para verificar as interações da radiação com o ecossistema.

A relação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR), da absorção de CO₂ pelo ambiente pode ser avaliada por meio de um índice, o índice de área foliar (IAF).

Esse índice é calculado dividindo-se a área da superfície foliar pela área de projeção da copa sobre a superfície do solo. O IAF varia com o estágio de desenvolvimento da planta e a espécie vegetal. A medida que a planta cresce e aumenta suas folhas, aumentando seu índice de área foliar, aumenta a captação de gás carbônico, aumentando a evapotranspiração e a sintetização de matéria seca. O índice de área foliar (IAF) é uma medida adimensional da cobertura de folhas que corresponde a quantidade de camadas de folhas em m², por área de solo também em m² (LARCHER, 2006).

O índice de área foliar (IAF) está fortemente relacionado com a produtividade da floresta (INNES et al., 2005) e determina as condições de radiação abaixo do dossel (KUCHARIK et al., 1999). A produtividade é de grande interesse para a gestão do ecossistema florestal, sendo ligado ao sequestro de carbono pelas florestas e com a capacidade do ecossistema para suportar determinados níveis de diversidade.

A área foliar pode ser determinada por métodos diretos ou indiretos, destrutivos ou não. Os métodos diretos estão relacionados às medidas tomadas

diretamente na planta, sendo muito importantes para estimativa adequada e amostragem representativa, que variará em função do tamanho e do tipo da cultura. Os métodos diretos apresentam maior precisão quando bem aplicados, mas aumentam progressivamente o tempo de dedicação da análise na medida em que aumentam a complexidade do dossel e a conformação do plantio (COELHO FILHO et al., 2012). Dificuldades podem ocorrer na determinação da área foliar em espécies arbóreas, principalmente em função do porte e do número de folhas de árvores adultas. Dificuldades adicionais podem ser observadas nos trabalhos realizados em condições de sistemas agroflorestais ou florestas (MACFARLANE et al., 2000; WELLES & COHEN, 1996), quando a cobertura é heterogênea, dificultando a amostragem.

A radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela planta representa apenas 10% do valor da radiação incidente sobre o dossel. Esse fato, juntamente com a disponibilidade de radiômetros que medem essa banda, e a predominância sob céus claros de radiação fotossinteticamente ativa chegando diretamente do Sol, faz a medida direta ser um método apropriado para medições de índice de área foliar (WELLES & COHEN 1996).

Entre os vários fatores ambientais que determinam o crescimento da planta, a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) interceptada em um dossel da cultura é o principal fator que determina a produção de matéria seca, sendo a principal fonte de energia para o processo de fotossíntese (MARISCAL et al., 2000). Por conseguinte, o fornecimento de radiação define um limite para a produção potencial. Esta quantidade é determinada pelas condições de radiação incidente, bem como pelas propriedades ópticas e arquitetônicas do dossel indicando acoplamento entre a resposta fotossintética das folhas e a distribuição das radiações sobre estes elementos.

Compreender a distribuição espacial da PAR é importante para a previsão de padrões do funcionamento do ecossistema dentro de uma floresta (VIERLING & WESSMAN, 2000).

As plantas utilizam a energia da PAR para produção ecológica bruta, sendo alvo de numerosos estudos (GOULDEN et al., 1997; GU et al., 1999; MONTEITH, 1972; OLIPHANT et al., 2002; SCHMID et al., 2000).

Uma vez que a sazonalidade desempenha um papel crítico na variabilidade temporal do funcionamento do ecossistema, também é importante seu papel na variabilidade espacial da radiação, devido à mudança de relações geométricas, transmissividade óptica e condições da cobertura de nuvens (OLIPHANT et al., 2006).

2.5. Transmitância e refletância

Medições de transmitância e refletância de superfícies vegetadas são importantes para estudos ambientais, como processos biológicos, como evapotranspiração, fotossíntese, respiração autotrófica e heterotrófica, desflorestamento, mudanças na temperatura de superfície, todos influenciados pela ação antrópica na natureza (IZIOMON & MAYER, 2002).

Pesquisas já demonstraram que a radiação refletida pelo solo afeta a refletância observada por satélite, (CHEN & CIHLAR, 1996; ERIKSSON et al., 2006).

Para avaliar e melhorar a qualidade das consultas de satélite, intercomparações com medições *in situ* de albedo da superfície são de extrema importância (CESCATTI et al., 2012).

A transmitância está relacionada com a fração de abertura do dossel e é influenciada pelo ângulo zenital e quantidade de radiação difusa (GOWER et al., 1999).

A transmitância é a fração de energia radiante que entra em uma camada de faces paralelas de um meio e consegue atravessá-la (VILLANI et al., 2007), também pode ser definida como a razão entre a radiação incidente abaixo do dossel e a radiação incidente fora do dossel, conforme equação 6.

$$\textit{transmitância} = \frac{\textit{radiação incidida abaixo}}{\textit{radiação incidida exterior}} \quad (6)$$

A refletância é um parâmetro importante no estudo da interação da radiação solar com a Terra, e trata-se da relação entre o fluxo luminoso refletido por uma superfície e o que incide sobre ela, ou seja, é a razão entre a radiação refletida por

uma superfície pela radiação incidente no solo abaixo do dossel, conforme equação 7.

$$\text{refletância} = \frac{\text{radiação refletida}}{\text{radiação incidida abaixo}} \quad (7)$$

O albedo de uma superfície quantifica a fração da radiação solar incidente que é refletida de volta para a atmosfera. O Albedo é um parâmetro crítico na definição do orçamento de energia de uma determinada paisagem e da superfície como um todo. A variabilidade no albedo pode fazer variar os fluxos de energia não radiante, como calor sensível e latente, e na produção primária bruta de um ecossistema (COAKLEY, 2002; CHEN et al., 2004).

Para a superfície terrestre o albedo é em média 0,30 indicando que 30% da energia incidente é refletida de volta para o espaço. Esses estão divididos de acordo com o meio ou superfície em: 20% da radiação solar é refletida por nuvens, 6% pela atmosfera e 4% pela superfície da Terra (FORINASH, 2010), sendo um dos principais fatores que afetam o balanço de radiação da superfície.

A intensidade da radiação emitida a partir do Sol varia com comprimento de onda, cuja variação do espectro de emissão varia conforme a Lei de Planck, que exprime a radiância espectral em função do comprimento de onda e da temperatura do corpo negro (Figura 1).

Assim, o poder emissivo é zero em um comprimento de onda 0m, crescendo até determinado valor e decaindo com comprimentos de onda mais elevados. À medida que a radiação solar passa pela atmosfera, é atenuada em certas faixas de comprimento de onda de vários constituintes da atmosfera, no entanto, mantém as suas características gerais de distribuição de Planck. Dessa forma a maior incidência de radiação se dá no espectro visível (de 0,4 μ m a 0,7 μ m). Assim, as superfícies com um alto albedo tipicamente têm uma elevada refletividade para a luz visível, tendo cores claras.

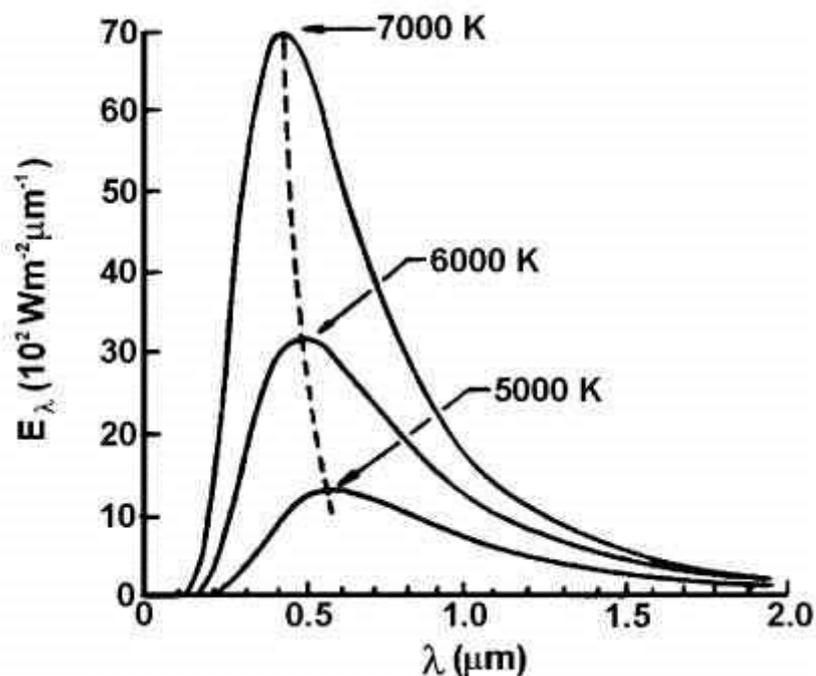


Figura 1 - Irradiância para corpo negro para várias temperaturas.

Uma vez que mais de 99% do teor de energia da radiação solar é de comprimento de onda na faixa de $0,2\mu\text{m}$ a $2,5\mu\text{m}$, a aplicação prática da definição de albedo normalmente limita-se a análise a essa gama (SAILOR et al., 2006).

2.6. Ângulo Zenital

O zênite local é o ponto de intersecção entre a vertical local e a esfera celeste. O ângulo zenital (Z) consiste na medida de posição de um astro no sistema horizontal local de coordenadas, ou seja, é um ângulo contado a partir da vertical local até a linha de visada do astro, sendo 0° quando o astro está no Zênite e 90° no horizonte. O ângulo zenital solar é formado pelo raio vetor que liga o centro da Terra ao Sol e a vertical local para cada hora e cada dia (MOURA et al., 1999). No entanto, quando a declinação solar for igual à latitude local teremos o Sol culminando, ao meio dia, sobre aquela região (QUERINO et al., 2006). Os valores de Z podem ser calculados utilizando a expressão Duffie & Beckman (1980).

$$\cos(Z) = \sin(\phi) \sin(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \cos(h) \quad (8)$$

Em que:

ϕ - é a latitude do local (dada em graus);

δ - a declinação solar (dada em graus);

h - o ângulo horário (dado em graus).

A declinação solar (δ) consiste no ângulo contado a partir do Equador celeste até o paralelo celeste que contém o astro, ou seja, é a latitude (celeste) em que se encontra o Sol, e que varia de $-23^{\circ}27'$ a $23^{\circ}27'$ ao longo do ano, sendo positiva no Norte e negativa no Sul. Teve seu cálculo feito pela equação de Cooper (1969):

O ângulo horário (h) consiste no ângulo contado sobre o Equador celeste, de Leste para Oeste, a partir do meridiano local até o círculo horário do astro, ou seja, é uma medida da posição de um astro no sistema equatorial horário de coordenadas e assume valores entre -180° e 180° , sendo os valores negativos atribuídos para antes e os positivos após o meio dia solar que obrigatoriamente será igual a zero neste horário (QUERINO et al., 2006), teve seus valores calculados pela seguinte fórmula:

$$\delta = 23,45 * \text{sen} [(360/365) (dj + 284)] \quad (9)$$

Em que, dj é o dia do ano pelo calendário Juliano.

O ângulo horário (h) pode ser calculado como:

$$h = \text{arc cos} (-\text{tg} (\phi) \text{tg} (\delta)) \quad (10)$$

2.7. Serrapilheira

Dá-se o nome de serrapilheira a todo material da biota que se precipita à superfície do solo, como folhas, galhos, frutos, flores, que senescem e abscindem da copa das plantas, incluindo-se também as raízes que morrem e entram em processo de decomposição no próprio solo, além dos resíduos de origem animal (MASON, 1980; DIAS & OLIVEIRA FILHO, 1997).

Florestas constituem-se grandes fornecedores de vapor de água (calor latente) para a atmosfera e, por outro lado, atuam como importante sumidouro de CO₂ atmosférico. Visto a grande variabilidade de ecossistemas compreendidos pelo bioma, é importante considerar que a fixação de CO₂ encontrada em um local possa ser contrabalanceada por emissões em outros locais num mesmo bioma, necessitando assim de um maior número de medições para serem considerados representativos (FEARNSIDE & BARBOSA, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área e pontos experimentais

A área experimental está situada na Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC – Pantanal e configura uma floresta de vegetação monodominante *Vochysia divergens* Phol, conhecida localmente por Cambarazal ou Cambará. A área em estudo está entre as latitudes 16°20'S e 16°30'S e longitudes 56°25'25"O e 56°25'39"O, onde foram delimitados e georeferenciados (Tabela 1) cinco transectos com 50 m de comprimento e 80 m de distância entre si, contendo 11 pontos cada um, totalizando 55 demarcações (Figura 1).

Tabela 1 – Posição geográfica em UTM dos 55 pontos nos 5 transectos em floresta alagada no Pantanal mato-grossense, 2012.

Ponto	A		B		C		D		E	
	Latitude	Longitude								
1	561506	8177185	561451	8177236	561377	8177282	561312	8177341	561247	8177374
2	561501	8177186	561445	8177235	561370	8177281	561308	8177339	561240	8177374
3	561499	8177185	561436	8177238	561365	8177282	561304	8177338	561235	8177373
4	561494	8177186	561425	8177234	561363	8177284	561297	8177336	561229	8177372
5	561489	8177185	561418	8177233	561356	8177283	561292	8177335	561224	8177373
6	561485	8177185	561413	8177232	561351	8177283	561288	8177334	561218	8177372
7	561480	8177186	561409	8177230	561346	8177284	561284	8177333	561215	8177372
8	561475	8177184	561403	8177231	561343	8177284	561280	8177334	561208	8177372
9	561471	8177183	561401	8177227	561339	8177283	561275	8177333	561203	8177372
10	561468	8177183	561397	8177226	561337	8177284	561270	8177333	561198	8177372
11	561462	8177182	561392	8177224	561333	8177280	561265	8177331	561193	8177371

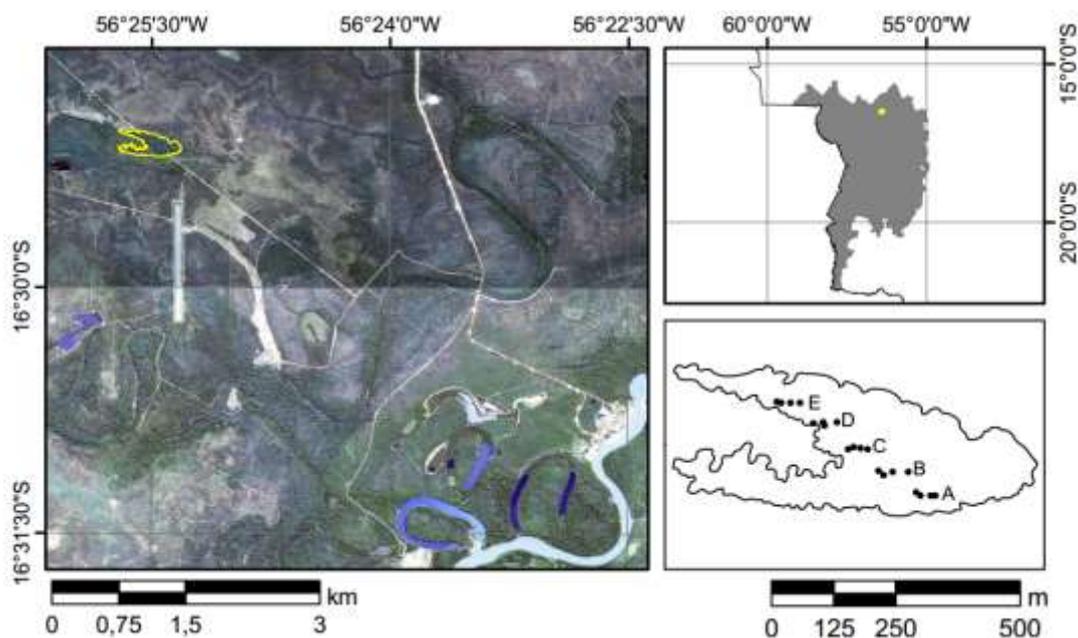


Figura 2 - Localização da área de estudo e dos transectos, A, B, C, D e E no Pantanal mato-grossense.

No canto superior direito destaca-se a região do Pantanal, nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Na imagem de satélite a esquerda em amarelo está a floresta estudada neste trabalho. Na parte inferior a direita, destaca-se a área de estudo com o posicionamento dos 55 pontos dos 5 transectos estudados.

3.2. Descrição da área experimental

O clima regional é do tipo Aw, segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado por ser quente e úmido com chuvas no verão e estiagem no inverno. A precipitação pluviométrica oscila entre 800 e 1400mm/ano (FANTIM-CRUZ et al., 2010). A média anual de temperatura do ar oscila entre um máximo de 29 a 32°C e um mínimo de 17 a 20°C (BRASIL, 1997).

Com base na precipitação e umidade do solo da região e em pesquisas realizadas no Pantanal Norte Mato-Grossense que trabalharam com sazonalidade (MESSIAS, 2011; BRANDÃO, 2012; CARVALHO, 2013), dividiu-se o ano de 2012 em 4 períodos.

- Cheia: de Janeiro a Março de 2012;
- Vazante: de Abril a Junho de 2012;

- Seca: de Julho a Setembro de 2012;
- Enchente: de Outubro a Dezembro de 2012.

Os solos na área em estudo são de origem sedimentar, ocorrendo em fases argilosa e arenosa, Figura 3, de forma alternada e descontínua, com a dominância de solos hidromórficos compondo 92,5% do total (AMARAL FILHO, 1984).

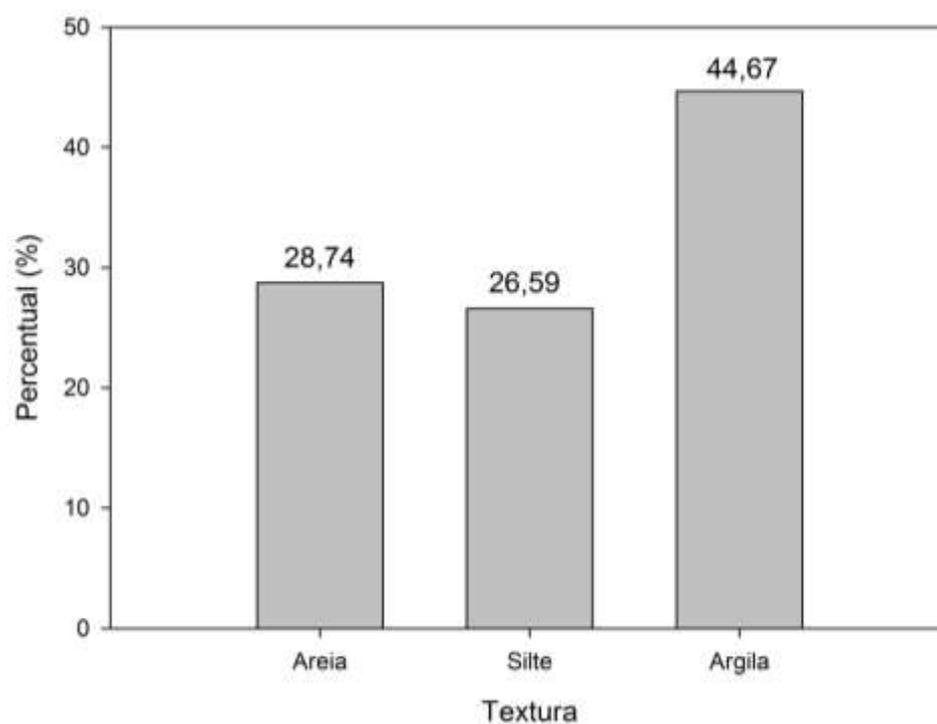


Figura 3 - Textura do solo de floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

De modo geral, a área de estudo apresenta uma superfície inclinada no sentido SE/NO, onde a menor cota topográfica medida foi 116,52m (transecto A) e a maior de 116,78m (transecto C), encontrando-se uma variação topográfica de 26cm (Tabela 2). A topografia da planície de inundação é praticamente plana, levando a inundações durante o período chuvoso.



Figura 4 - Perfil do solo da floresta alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 2 – Média das cotas topográficas (m) nos 5 transectos em floresta sazonalmente inundada no Pantanal Mato-Grossense, 2012.

Transecto	Cota Topográfica (m)
A	116,63
B	116,53
C	116,78
D	116,62
E	116,52

O entorno da área de estudo é formado por pastagens e no interior dos transectos foram encontradas 14 espécies, distribuídas em 13 famílias (Tabela 3). A espécie com maior abundância foi *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), seguida por *Licania parvifolia* e *Mouriri elliptica*.

Tabela 3 – Nome popular, família, abundância absoluta e relativa (%) das espécies em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, 2012.

Espécie	Nome Popular	Família	Abundância	
			Absoluta	Relativa (%)
<i>Vochysia divergens</i> Pohl	Cambará	Vochysiaceae	73	33,18
<i>Licania parvifolia</i> Huber	Pimenteira	Chrysobalanaceae	39	17,73
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	Coroa de frade	Melastomataceae	34	15,45
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	Uva-brava	Euphorbiaceae	28	12,73
<i>Ocotea suaveolens</i> (Meisn.) Benth. & Hook. f. ex Hieron.	Canela-preta	Lauraceae	20	9,09
<i>Coccoloba ochreolata</i> Wedd.	Canjiquinha	Polygonaceae	10	4,55
<i>Duroia longiflora</i> Ducke	Marmelada de pacu	Rubiaceae	5	2,27
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	-	Moraceae	3	1,36
<i>Licania minutiflora</i> (Sagot) Fritsch	Cedro d'água	Crysobalanaceae	2	0,91
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Araçá	Myrtaceae	2	0,91
<i>Banara arguta</i> Briq.	Sardinheira	Flacourtiaceae	1	0,45
<i>Erythroxylum</i> <i>anguifugum</i> Mart.	Pimenteirinha	Erythroxylaceae	1	0,45
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Pau d'arco	Bignoniaceae	1	0,45
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Pombeiro	Meliaceae	1	0,45

O diâmetro médio das árvores medidas a altura do peito foi 28,36cm, a densidade média de 839,98 indivíduos/ha, e a área basal média de 66,16m²/ha. A vegetação no transecto C apresenta maior diâmetro médio, o transecto D a maior densidade média, e o transecto E a maior área basal média e o maior índice de diversidade.

3.3. Medição das variáveis hidromicrometeorológicas no exterior e abaixo do dossel

3.3.1. Medições abaixo do dossel

A instalação do experimento foi feita no final do ano de 2011, a partir de Novembro, com a demarcação georreferenciada de 5 transectos, A, B, C, D e E, com 11 pontos cada (Tabela 1).

Três estações micrometeorológicas (WatchDog 2000, Spectrum Technologies, USA) foram fixadas nos transectos A, C e E, de modo a fazer a melhor amostragem possível das variáveis de temperatura, umidade relativa, umidade do solo, conforme descrição da faixa de medição e acurácia na Tabela 4. Os dados são medidos a cada 30 segundos e armazenadas médias a cada 15 minutos.

Tabela 4 – Faixa de medição e acurácia dos sensores instalados nos transectos A, C e E.

Sensor	Faixa de Medição	Acurácia
Temperatura	-20 à 70° C	± 0,6° C
Umidade relativa	20% à 100%	± 3%
Radiação global	1 à 1250W/m ²	± 5%
Umidade do solo	0 à 68%	± 0,1%

A Tabela 4 mostra os instrumentos utilizados nas estações do interior da floresta, com suas respectivas faixas de medições e acurácia das medidas.

Neste trabalho foram utilizados 11 meses de dados das 3 estações, de Fevereiro a Dezembro de 2012, sendo descartado Janeiro de 2012, devido as falhas nos dados corresponderem a mais que 50% dos dados. Os dias que apresentaram falhas nos meses restantes foram retirados, não sendo feito preenchimento de falhas.

A estação micrometeorológica tem aproximadamente 2m de altura, estando os sensores de temperatura do ar, umidade relativa e radiação global nesta mesma posição, nos 3 transectos, A, C e E.



Figura 5. Estação micrometeorológica (WatchDog 2000, Spectrum Technologies, USA).

Para a radiação global incidente que atravessou o dossel e para a refletida do solo foram utilizados dois piranômetros, um instalado no topo da torre, virado com a face para cima, a 2m de altura e para a radiação global refletida foi instalado em um suporte adjacente a torre, a 2m de altura, também um piranômetro com a face voltada para baixo, conforme Figura 6.



Figura 6 - Piranômetro instalado no suporte virado para baixo para medição de radiação refletida pelo solo.

Durante o período de inundação, a altura da lâmina d'água foi medida por uma trena graduada nos 55 pontos de amostragem, Figura 7, durante os meses de Janeiro a Junho de 2012 e em Dezembro de 2012.

A umidade do solo, em cada um dos 55 pontos, foi feita pelo TDR (Hidrosense TM,. Campbell Scientific, Austrália), calibrado pelo método gravimétrico, Equação 11.

Para o método de gravimetria as amostras foram coletadas a 5 cm de profundidade do solo, mensalmente, próximas aos 55 pontos nos transectos, e devidamente acondicionadas em cápsulas de alumínio, levadas ao laboratório pesadas e colocadas em estufa não ventilada a 105°C, deixando nessa condição durante 24 horas, até atingir peso constante, sendo novamente pesadas para obtenção do teor de água na amostra.



Figura 7 - Medida de inundação feita com trena.

A umidade do solo (UG) foi obtida da diferença entre a massa úmida (m_u) e a massa seca (m_s), dividida pela massa seca (m_s), para se obter a proporção de massa de água (m_a) 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, conforme Equação 11.

$$UG = \frac{m_u - m_s}{m_s} \cdot 100 \quad (11)$$

Além das estações micrometeorológicas instaladas nos transectos A, C e E, foi instalada no transecto B, a partir de Setembro de 2012, outra estação micrometeorológica, com termohigrômetro (HMP155 Vaisala, Finland) Figura 8, conectados a um sistema de coleta e armazenamento de dados (CR1000, Campbell Scientific, Logan, Utah, USA), alimentados por placa solar.



Figura 8 - Termohigrômetro (HMP155, Vaisala, Finland).

Os instrumentos da estação do transecto B foram calibrados em fábrica e possuem acurácia maior nas medidas das variáveis meteorológicas em relação às três estações dos transectos A, C e E, servindo de referência para validação dos dados das 3 estações.

3.3.2. Exterior do dossel

A 2km ao sul da área de estudo foi instalada outra estação micrometeorológica, tendo um sensor meteorológico (WXT520, Vaisala Inc., Helsinki, Finland), Figura 9, a aproximadamente 2m de altura do solo, medindo temperatura do ar, umidade relativa e um pluviômetro para precipitação acumulada média diária.

Foi utilizado um sistema de coleta e armazenamento de dados (CR1000, Campbell Scientific, Logan, Utah, USA) sendo armazenados em intervalos de 30 minutos, conectado a uma bateria de 12V com uma placa solar (45W), durante Janeiro de 2012 a Dezembro de 2012.



Figura 9 - Termohigrômetro (WXT520, Vaisala Inc., Helsinki, Finland).

3.4. Medição da radiação fotossinteticamente ativa, transmitida e refletida no solo e índice de área foliar

A radiação fotossinteticamente ativa e o índice de área foliar foram medidos utilizando 2 ceptômetros (LP-80 PAR/LAI, AccuPAR Decagon Devices Inc. USA), Figura 10.

O ceptômetro é utilizado para medir interceptação luminosa na copa da planta e para calcular o índice de área foliar (IAF). A sonda contém 80 sensores independentes, espaçados em um centímetro. Os fotossensores medem a radiação

fotossinteticamente ativa na banda de frequências 0,4 a 0,7 μm em unidades de micromols por metro quadrado por segundo ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$), com resolução de $1\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e mínima resolução espacial de 1cm, fazendo medição portátil ou autônoma.



Figura 10 - Ceptômetro (LP-80 PAR/LAI, AccuPAR Decagon Devices Inc. USA).

A calibração periódica dos ceptômetros foi feita ao acoplá-los com um sensor de PAR de referência calibrado de fábrica (ambos sensores foram calibrados com o mesmo sensor de referência).

As medidas de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente, no exterior do dossel, foram realizadas deixando o ceptômetro a aproximadamente 1 m do solo, fazendo médias contínuas da PAR a cada minuto.

Abaixo do dossel foi utilizado o outro ceptômetro, fazendo medidas da PAR transmitida pelo dossel, e refletida pelo solo. Ambos ceptômetros foram acionados ao mesmo tempo, fazendo medidas simultâneas.

Foram feitas 5 medidas de PAR incidente e refletida para cada ponto dos transectos (55 pontos), sendo feita depois a médias das medidas para a representar a medida em cada um dos 55 pontos.

As leituras sempre se iniciaram no ponto A1, e terminando no ponto E11. O ceptômetro foi posicionado de frente para o fim de cada transecto durante as medidas.

As medições de IAF com o uso do ceptômetro foram feitas com o auxílio de uma extensão, de aproximadamente 10m, com um sensor de PAR de referência acoplado no ceptômetro. O sensor de PAR ficou exposto a radiação solar direta, enquanto as medidas com ceptômetro foram feitas no interior da área de estudo.

A limitação do comprimento da extensão e a enchente impossibilitou fazer a medida do IAF em todos os meses da pesquisa, ficando restrita a Julho, Setembro e Outubro de 2012.

Os horários das medições foram entre dez horas e meio dia, momento de maior radiação solar. As medidas só foram feitas quando o céu estava com ausência de nuvens, pressupondo que a radiação que chega era a máxima possível para aquele momento. A orientação geral sugere que as medidas de albedo devem ser tomadas quando o ângulo zenital solar for tão grande quanto possível (SAILOR et al., 2006).

As medidas de PAR com o ceptômetro foram mensais, iniciando-se em Dezembro de 2011, indo até Novembro de 2012. Devido à dificuldade de acesso e segurança da equipe e dos sensores, principalmente nas épocas de cheia pantaneira, as medidas PAR_{inc} e PAR_{ref} e IAF feitas com o ceptômetro não foram feitas em todos os meses, não sendo feitas nos meses de Março, Abril, Setembro e Dezembro de 2012.

3.5. Medição da serrapilheira

As coletas da serrapilheira acumulada sobre o solo foram realizadas por meio de um molde vazado (25 x 25cm) colocado sobre o solo no qual todo material vegetal contido dentro do molde foi retirado como amostra.

As amostras de serrapilheira acumulada sobre o solo coletadas no campo mensalmente foram acondicionadas em sacolas plásticas devidamente identificadas. Posteriormente as amostras foram levadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal – FAMEV e ao Laboratório de Análise Físico-Química de Água e Resíduos (LAFQAR) – FAET, ambos na Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

No laboratório as amostras de serrapilheira acumulada sobre o solo foram transferidas para sacos de papel identificados e colocados em estufa de circulação forçada (Orion 520, FANEM, São Paulo, Brasil) a uma temperatura de 70°C durante 72h ou até apresentarem peso constante. Cada uma das amostras de produção de serrapilheira e serrapilheira acumulada sobre o solo foi separada em frações de folhas, galhos, estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes) e miscelânea.

As frações de serrapilheira acumulada sobre o solo foram pesadas separadamente em balança analítica (AD 500, Marte, Santa Rita do Sapucaí, Brasil).

3.5. Análise Estatística

3.5.1. Kolmogorov-Smirnov

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado como decisão de qual tipo de estatística seria usada no trabalho, se paramétrica ou não-paramétrica.

Este teste observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados, no caso a Normal, e a função de distribuição empírica dos dados. Como critério, compara-se essa diferença com um valor crítico, para um dado nível de significância.

Grande parte dos problemas que encontram-se em estatística são tratados com a hipótese que os dados são retirados de uma população com uma distribuição de probabilidade específica. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar as hipóteses:

H_0 = os dados seguem uma distribuição normal

H_1 = os dados não seguem uma distribuição normal

3.5.2. Variância e Desvio padrão

Utilizou-se variância e desvio padrão como medida da dispersão dos dados no trabalho.

A amplitude total de uma série de dados é instável, deixando-se influenciar pelos valores extremos, que são em sua maioria devido ao acaso. Assim a variância e o desvio padrão são medidas que diferem desse caso por levarem em consideração a totalidade dos dados.

A variância pode ser calculada por:

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (12)$$

Em que:

n = número de observações;

x_i = variável;

\bar{x} = média da variável

s^2 = variância

Devido a variância ser calculada a partir do quadrado dos desvios, em relação a variável ela é uma unidade quadrada, tornando pouco prática sua aplicação na estatística descritiva (SOKAL & ROHLF, 1997).

Assim neste trabalho utilizou-se o desvio padrão, definido como a raiz quadrada da variância, tendo a mesma unidade dos dados originais (BARBIN, 2003).

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (13)$$

A análise do desvio padrão dos resultados foi empregado na análise das médias das variáveis micrometeorológicas utilizadas.

3.5.3. Kruskal-Wallis

Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para comparação das medidas dos transectos entre si.

O teste de Kruskal-Wallis (K-W) é uma extensão do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney. É um teste não paramétrico utilizado para comparar três ou mais amostras. Ele é usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes (KRUSKAL & WALLIS, 1952).

3.5.4. Correlação de Spearman

A correlação de Spearman foi utilizada para comparar variáveis diferentes, calculando o grau de correlação que há entre cada variável.

O coeficiente ρ de Spearman é um teste não-paramétrico que mede a intensidade da relação entre variáveis ordinais. Usa, em vez do valor observado,

apenas a ordem das observações. Deste modo, este coeficiente não é sensível a assimetrias na distribuição, nem à presença de outliers, não exigindo portanto que os dados provenham de duas populações normais, pressuposto para testes paramétricos. Aplica-se como alternativa ao R de Pearson, quando neste último se viola a normalidade (SPEARMAN, 1904).

O coeficiente de correlação é adimensional e situa-se no intervalo $-1 \leq \rho \leq 1$.

Dancey e Reidy (2006) apontam uma classificação para os valores de ρ : $0,1 < \rho < 0,4$ (correlação fraca), $0,4 < \rho < 0,7$ (correlação moderada); $0,7 < \rho < 1$ (correlação forte).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização hidromicrometeorológica da área de estudo

Este capítulo aborda a caracterização micrometeorológica da área de estudo, considerando o exterior e interior da floresta alagada, por meio das variáveis precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, umidade do solo e altura da lâmina d'água.

Dividiram-se os dados em períodos de cheia, de Janeiro a Março de 2012, vazante, de Abril a Junho de 2012, seca, de Julho a Setembro de 2012 e enchente, de Outubro a Dezembro de 2012, conforme descrito no capítulo anterior.

4.1.1. Exterior da floresta alagada

Conforme Figura 11, observa-se sazonalidade na precipitação acumulada mensal e umidade do solo mensal média abaixo do dossel no decorrer do ano de 2012.

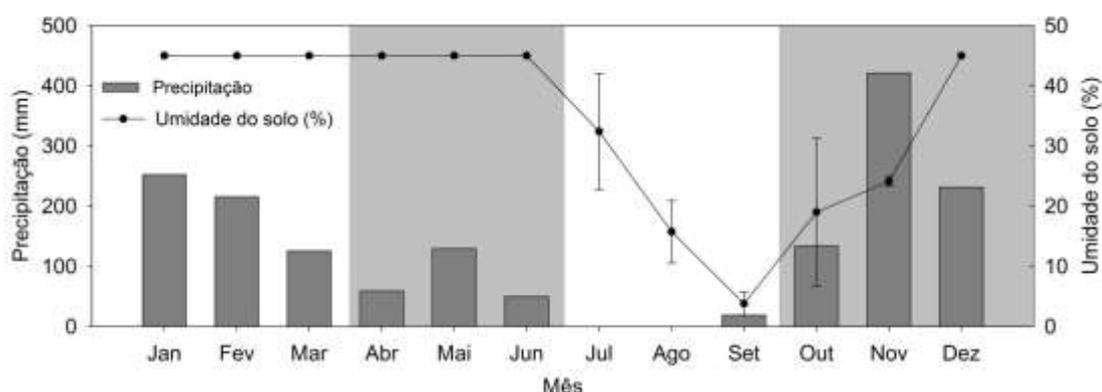


Figura 11 – Precipitação acumulada mensal (mm), umidade do solo mensal média (%) com desvio padrão em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

A precipitação acumulada anual foi 1638mm, sendo que 48% da precipitação ocorreu no período de enchente, e apenas 1% ocorreu no período de

seca, conforme Tabela 5. A média da precipitação pluviométrica em 2012 foi 136,49mm.

Tabela 5 – Precipitação acumulada mensal (Ppt mensal), precipitação acumulada por período (Ppt período) e percentual em relação a precipitação total anual (Ppt anual), em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense em 2012.

Período	Mês	Ppt mensal (mm)	Ppt período (mm)	Ppt anual (%)
Cheia	Janeiro	253	595	36%
	Fevereiro	216		
	Março	126		
Vazante	Abril	59	239	15%
	Maio	130		
	Junho	50		
Seca	Julho	0,00	19	1%
	Agosto	0,00		
	Setembro	19		
Enchente	Outubro	134	786	48%
	Novembro	421		
	Dezembro	231		
Total		1639	1639	100%

A precipitação teve o seu máximo em Novembro de 2012, com aproximadamente 421mm, contrastando com Julho e Agosto, em que não choveu.

Sanches et al. (2011) encontraram 1414mm de precipitação acumulada e 117mm de média mensal, para o ano de 2007 no Pantanal Mato-Grossense, tendo os meses de Novembro e Dezembro as maiores precipitações, 50% do total anual. Para Fantim-Cruz et al. (2010) 80% da precipitação ocorreu entre Novembro e Março. Este total de precipitação está de acordo com a media de longo prazo da região, 1420 mm (MACHADO et al., 2004; VOURLITIS & DA ROCHA, 2011). Para Cuiabá-MT a média anual, com base em registro de 103 anos, de 1901 a 2003, é 1383mm (FANTIM-CRUZ et al., 2011).

O TDR marca como saturação do solo a umidade de 45%, assim os meses em sequência de Janeiro a Junho apresentaram saturação do solo. No final do ano de 2012, após a grande quantidade de chuva em Novembro e Dezembro, o solo voltou a apresentar saturação, Tabela 6.

Tabela 6 – Umidade do solo mensal média e desvio padrão (D.P.) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Período	Mês	Umidade do solo (%) e D.P.
Cheia	Janeiro	45 ± 0
	Fevereiro	45 ± 0
	Março	45 ± 0
Vazante	Abril	45 ± 0
	Maio	45 ± 0
	Junho	45 ± 0
Seca	Julho	32,4 ± 9,65
	Agosto	15,75 ± 5,17
	Setembro	3,81 ± 1,95
Enchente	Outubro	19,01 ± 12,26
	Novembro	24,12 ± 0,8
	Dezembro	45 ± 0

A partir do mês Junho, com a diminuição da precipitação, ocorreu queda na umidade do solo, atingindo seu mínimo em Setembro, 3,81%.

Em Julho e Outubro houve os maiores desvios padrão na umidade do solo, 9,65 e 12,26 respectivamente. Em Julho, o solo saturado de água começou a secar, assim houve grande variação na umidade do solo nesse mês, uma vez que no início do mês estava úmido, e no fim seco, justificando o grande desvio padrão. Em Outubro ocorre o contrário, o solo estava muito seco em Setembro e início de Outubro e com o início das chuvas, essa umidade do solo variou consideravelmente, passando de uma média de aproximadamente 4% em Setembro para 19% em Outubro, causando o grande desvio padrão observado.

Para o exterior do dossel foram calculadas médias mensais e desvio padrão, da umidade relativa do ar, temperatura do ar e temperatura do solo.

A U.R. teve seu maior valor 85,07% em Janeiro, seguido de Fevereiro e Março. A menor média mensal de U.R. foi 63,13% em Setembro, seguidos de Agosto e Julho, Tabela 7.

A U.R. diminui a cada mês, com máximo valor em Janeiro e o mínimo em Setembro, aumentando em Outubro com o início das chuvas na região, Tabela 5.

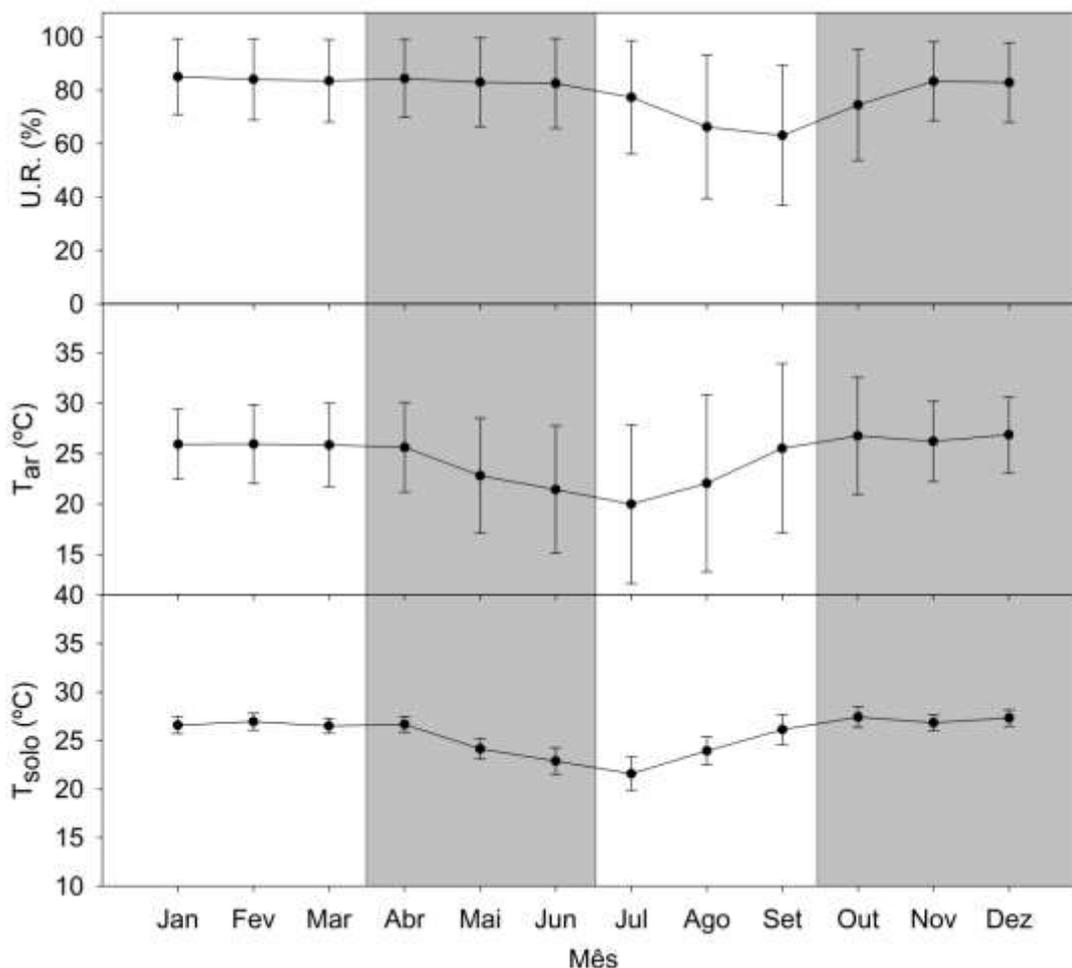


Figura 12 – Médias mensais e desvio padrão da U.R. (%), T_{ar} (°C) e T_{solo} (°C) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

Os maiores desvios padrão da U.R. ocorreram no período de seca, uma vez que a ausência de chuva e umidade do solo, fez com que decaísse a umidade relativa, gerando uma maior variação no período.

As maiores médias mensais de T_{ar} foram no período de enchente, com maior valor 26,88°C em Dezembro. Em Dezembro, tem-se a maior incidência de radiação global, período que ocorre o solstício de verão, acarretando uma maior T_{ar} máxima, devido a maior disponibilidade de energia. Da mesma maneira, em Junho e Julho ocorreram as menores T_{ar} médias do ano (21,44°C e 19,99°C, respectivamente), uma vez que essa época do ano há uma menor incidência de radiação e menor duração de brilho solar (SANCHES et al., 2010; DA ROCHA et al., 2009).

Tabela 7 – Média mensal e desvio padrão (D.P.) da U.R., T_{ar} , T_{solo} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Período	Mês	U.R.(%) e D.P.	T_{ar} (°C) e D.P.	T_{solo} (°C) e D.P.
Cheia	Janeiro	85,07 ± 14,23	25,93 ± 3,47	26,58 ± 0,86
	Fevereiro	84,11 ± 15,18	25,95 ± 3,92	26,95 ± 0,87
	Março	83,52 ± 15,38	25,86 ± 4,13	26,51 ± 0,75
Vazante	Abril	84,41 ± 14,59	25,63 ± 4,45	26,66 ± 0,81
	Maio	83,04 ± 16,67	22,82 ± 5,71	24,15 ± 1,06
	Junho	82,6 ± 16,81	21,44 ± 6,33	22,89 ± 1,36
Seca	Julho	77,39 ± 21,2	19,99 ± 7,9	21,58 ± 1,71
	Agosto	66,32 ± 26,85	22,06 ± 8,79	23,94 ± 1,47
	Setembro	63,13 ± 26,25	25,53 ± 8,4	26,13 ± 1,54
Enchente	Outubro	74,57 ± 20,76	26,76 ± 5,8	27,42 ± 1,05
	Novembro	83,4 ± 14,76	26,22 ± 3,99	26,83 ± 0,82
	Dezembro	82,92 ± 14,91	26,88 ± 3,76	27,32 ± 0,85

As T_{ar} e U.R. foram consistentes com a climatologia da região (SANCHES et al., 2011; BIUDES et al., 2012).

O maior desvio padrão entre os períodos ocorreu no período seco, uma vez que com a diminuição da disponibilidade de água na atmosfera, observada pela diminuição da U.R. e a ausência de precipitação, aumenta-se a amplitude das variações de T_{ar} e U.R.. O alto calor específico da água inibe variações bruscas de temperatura, sendo necessária mais energia para elevar a temperatura (NOVAIS et al., 2013), justificando assim os maiores desvio padrão observados. Em compensação no período de cheia o solo esteve saturado de água, contribuindo para uma maior umidade do ar e uma estabilidade maior nas médias de temperatura do ar.

A maior T_{solo} (27,42°C) ocorreu em Outubro no período chuvoso e a menor T_{solo} (21,58°C) em Julho no período seco.

A saturação de umidade do solo impede maiores gradientes de temperatura, fazendo com que o desvio padrão seja pequeno na maior parte do ano. Quando o solo seca, observa-se maiores valores de desvio padrão, como em Julho, Agosto e Setembro, no período seco.

4.1.2. Interior da floresta alagada

Foram feitas médias diárias da T_{ar} e U.R. de Fevereiro a Dezembro de 2012 nos três transectos que tinham estações meteorológicas, A, C e E e medições da altura da lâmina d'água dos 55 pontos distribuídos pelos 5 transectos.

Aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliação de normalidade dos dados de T_{ar} e U.R., não encontrando normalidade. Assim optou-se pela estatística não-paramétrica, teste de Kruskal-Wallis, para a avaliação das diferenças entre os 3 transectos, encontrando diferença significativa ao nível de significância de 5%. (Temperatura do ar: K-W $\chi^2= 17,476$, P-valor=0,000), (Umidade relativa do ar: K-W $\chi^2= 17,476$, P-valor=0,000).

Não foram encontradas diferenças significativas a um nível de significância de 5% entre a T_{ar} e U.R. dos transectos A, C e E com o transecto B, Tabela 8.

Tabela 8 – Teste Kruskal-Wallis, significância de 5%, para comparação dos valores de T_{ar} e U.R. dos transectos A, C e E com as medidas do transecto B em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Variáveis	Transectos Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
Umidade relativa do ar	A – B	3,80	108675,03	Não
	C – B	10,78	108675,03	Não
	E – B	6,54	108675,03	Não
Temperatura do ar	A – B	25,64	108675,03	Não
	C – B	16,52	108675,03	Não
	E – B	6,06	108675,03	Não

*(K-W, $\chi^2=0,88$, P-valor 0,83)

Esta similaridade pode ter sido causada pela cota topográfica, uma vez que o transecto B é o mais alto de todos, e apresenta vegetação com pouca variabilidade, Tabela 24.

As maiores médias de T_{ar} nos três transectos ocorreram no período de enchente. Da mesma maneira que a T_{ar} exterior ao dossel, abaixo do dossel as maiores T_{ar} coincidiram com o período de maior incidência de radiação (Figura 13).

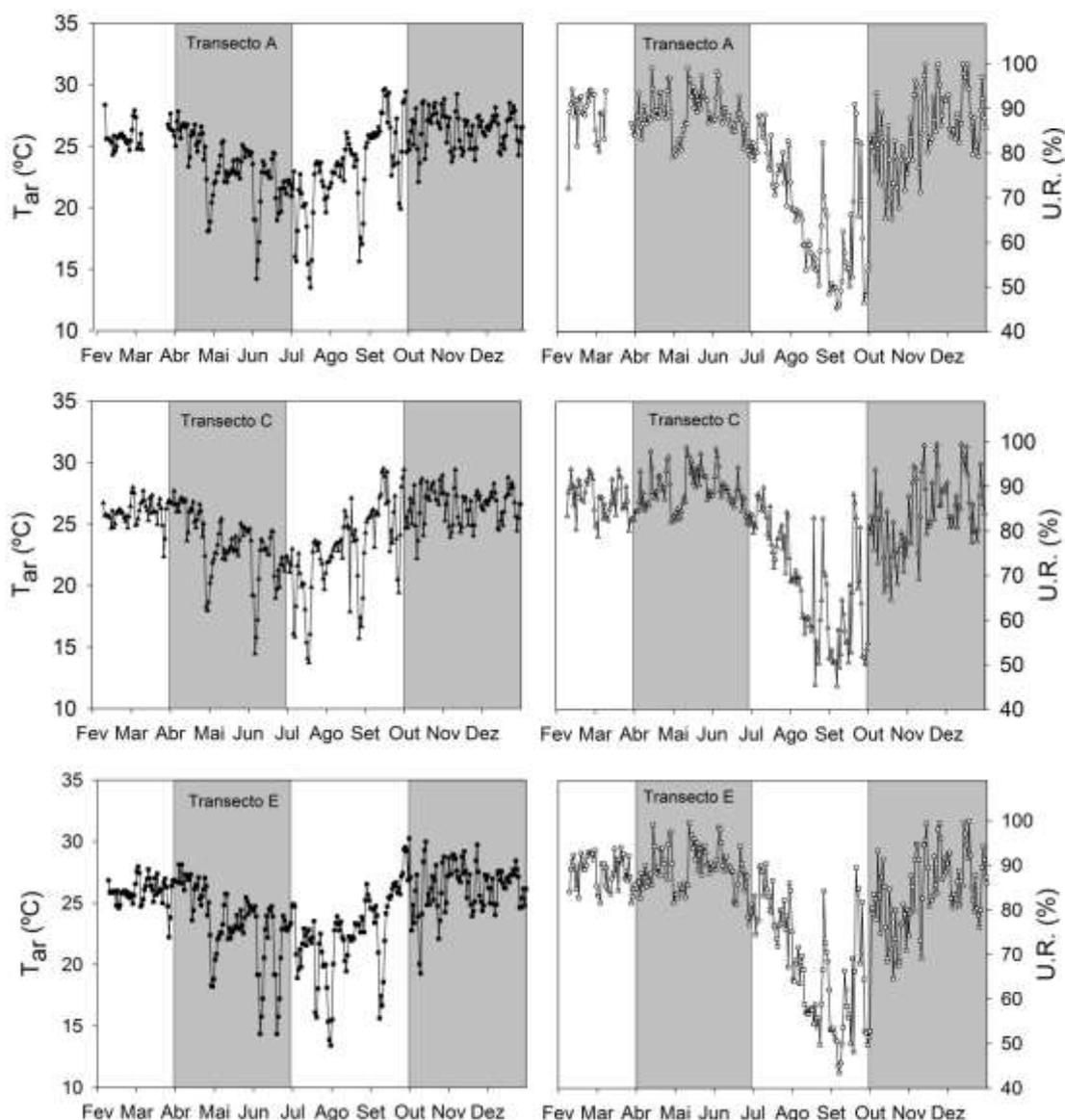


Figura 13 - T_{ar} diária média (°C) e U.R. diária média (%) abaixo do dossel, nos transectos A, C e E, em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

As menores médias de T_{ar} , 20,29°C no transecto A, 20,27°C no transecto C e 20,33°C no transecto E, ocorreram em Julho, período seco, Tabela 9. Neste mês a mínima T_{ar} abaixo do dossel foi cerca de 0,3°C menor que a T_{ar} média do ar exterior ao dossel. O fato de ser uma floresta fechada contribuiu para uma menor amplitude térmica, por atrapalhar a convecção do ar do local.

Tabela 9 – Média mensal e desvio padrão (D.P.) da T_{ar} nos transectos A, C e E, em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Período	Mês	T_{ar} (°C)		
		Transecto A	Transecto C	Transecto E
Cheia	Fevereiro	25,49 ± 1,92	25,63 ± 1,95	25,67 ± 2,12
	Março	26,18 ± 2,46	26,34 ± 2,44	26,31 ± 2,59
Vazante	Abril	25,36 ± 2,69	25,35 ± 3,01	25,77 ± 2,92
	Maio	22,92 ± 3,36	23,04 ± 3,22	23,04 ± 3,56
	Junho	21,53 ± 4,16	21,54 ± 4,06	21,77 ± 4,41
Seca	Julho	20,29 ± 5,62	20,27 ± 5,43	20,33 ± 5,89
	Agosto	22,55 ± 6,75	22,63 ± 6,62	22,55 ± 7,06
	Setembro	26,01 ± 6,72	25,74 ± 6,66	26,03 ± 6,91
Enchente	Outubro	26,67 ± 4,51	26,67 ± 4,52	26,85 ± 4,7
	Novembro	25,99 ± 2,91	26,08 ± 2,91	26,23 ± 3,14
	Dezembro	26,46 ± 2,44	26,65 ± 2,52	26,84 ± 2,65

Os desvios padrão da T_{ar} tiveram seus maiores valores no período de seca, igualmente a temperatura do ar exterior, porém a T_{ar} abaixo do dossel teve menor variação que a T_{ar} exterior, uma vez que para o período seco o desvio padrão mínimo é 5,43 e máximo 7,06, já no exterior do dossel foi observado que o desvio padrão mínimo foi de 7,9 e máximo 8,79.

Tabela 10 – U.R. e desvio padrão (D.P.) nos transectos A, C e E, em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Período	Mês	U. R. (%)		
		Transecto A	Transecto C	Transecto E
Cheia	Fevereiro	90,41 ± 9,86	89,06 ± 10,14	89,90 ± 11,15
	Março	85,94 ± 11,28	84,09 ± 11,13	86,40 ± 12,07
Vazante	Abril	90,23 ± 9,79	88,77 ± 10,21	89,68 ± 11,06
	Maio	88,59 ± 12,35	89,61 ± 11,59	89,42 ± 13,15
	Junho	87,74 ± 11,45	88,57 ± 11,52	88,19 ± 13,97
Seca	Julho	79,33 ± 17,06	80,70 ± 17,11	80,62 ± 19,12
	Agosto	62,21 ± 24,34	63,28 ± 24,40	63,13 ± 26,68
	Setembro	58,39 ± 26,25	60,47 ± 25,52	59,50 ± 26,75
Enchente	Outubro	77,02 ± 19,54	76,99 ± 19,26	76,86 ± 20,08
	Novembro	88,61 ± 13,26	87,60 ± 13,25	87,90 ± 14,17
	Dezembro	88,64 ± 12,20	86,65 ± 12,78	87,00 ± 13,70

Foi observado para os menores valores de desvio padrão da T_{ar} abaixo do dossel, no período de cheia, em Fevereiro, desvio padrão mínimo oscilando entre 1,92 e 2,12, enquanto que no exterior do dossel o desvio padrão para o mesmo mês foi 3,92.

As menores médias de U.R. abaixo e exterior do dossel foram encontradas em Setembro, sendo que abaixo, no transecto A, a U.R. chegou a 58,39%, enquanto que fora a média ficou em 63,13%. Em Fevereiro ocorreu a maior U.R., tendo a maior média no transecto A, com 90,41%, Tabela 10.

Durante o ano foi medida a altura da lâmina d'água ($L_{água}$) superficial com uma trena, ao todo de 55 pontos, 11 pontos por transecto distantes 5 metros entre si medidos uma vez por mês.

Tabela 11 – Médias mensais da $L_{água}$ (cm) nos 5 transectos em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Transecto	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Dezembro	Média por Transecto
A	1,2	0,0	4,3	2,7	1,5	0,0	0,0	1,4
B	1,7	0,0	7,9	7,7	3,5	0,5	0,5	3,1
C	1,4	0,0	6,4	5,9	2,7	0,0	0,0	2,4
D	3,0	0,5	6,0	6,7	3,2	0,4	0,0	2,8
E	6,3	2,2	14,5	11,9	7,0	1,0	0,2	6,2
Média Mensal	2,7	0,5	7,8	7,0	3,6	0,4	0,1	

As maiores médias de $L_{água}$ por transecto foi 6,2cm no transecto E, e a menor média foi 1,4cm no transecto A, ocorrendo maior $L_{água}$ no transecto E e menos no transecto A em todos os meses. Essa diferença pode sugerir um acúmulo de água no transecto E, que conforme a cota topográfica, Tabela 2, possui a menor altitude entre os transectos, 116,52m, com a água vindo do transecto A, 116,63m, região mais alta dos transectos.

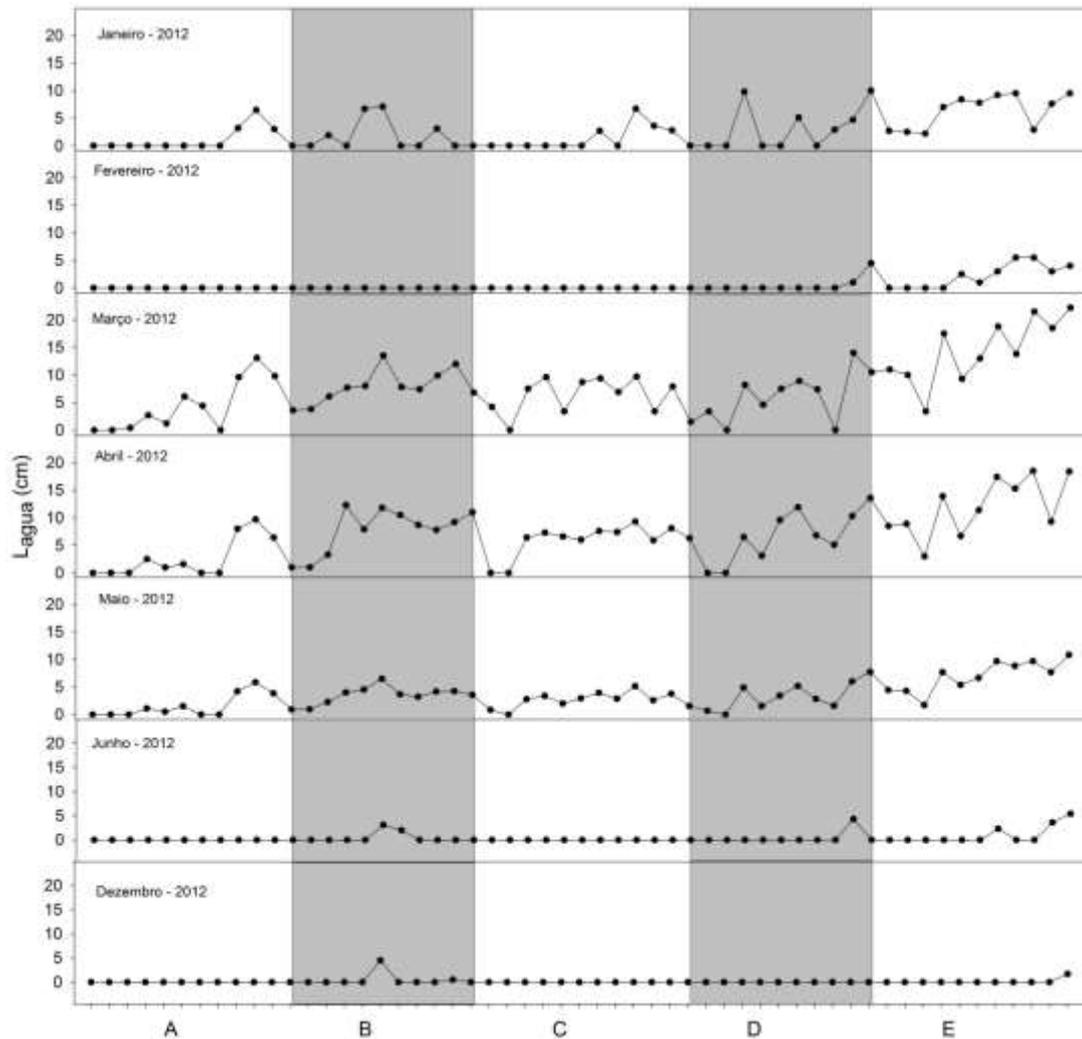


Figura 14 - L_{agua} por pontos nos 5 transectos em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Em Março ocorreram as maiores L_{agua} , em média 7,8cm, sendo as medidas do transecto E as maiores, 22cm.

O período de inundação do Pantanal é tipicamente de Janeiro a Abril, mas pode variar com a intensidade da precipitação (BIUDES et al., 2009).

4.1.3. Comparação entre temperatura do ar e umidade relativa do ar abaixo e no exterior do dossel

Comparou-se T_{ar} e U.R. abaixo do dossel e exterior a floresta. Verificou-se que com exceção do período de cheia, a T_{ar} exterior do dossel foi maior no exterior da floresta, possivelmente regulados pela umidade do local.

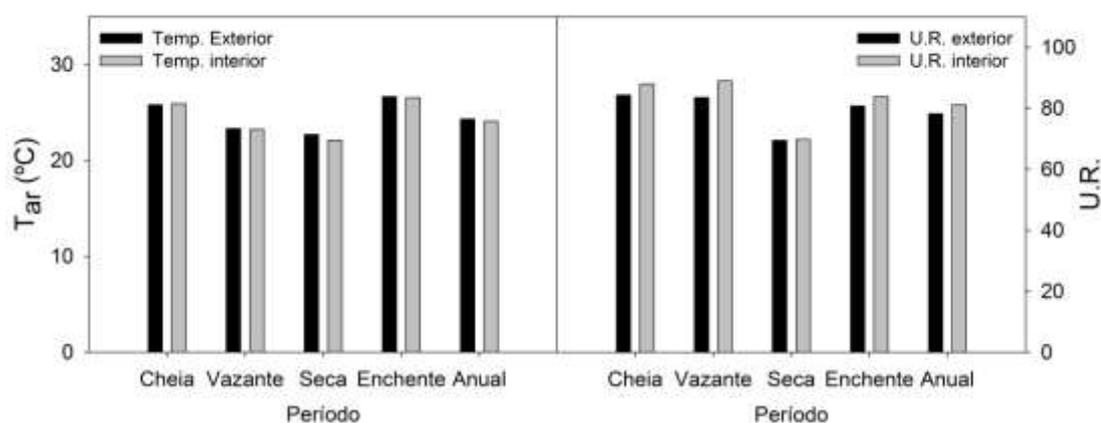


Figura 15 - Comparação entre médias sazonais T_{ar} e U.R. abaixo do dossel e exterior da floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Tabela 12 - Médias sazonais de T_{ar} e U.R. abaixo do dossel e exterior da floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Período	Exterior		Abaixo do dossel	
	T_{ar} (°C)	U. R. (%)	T_{ar} (°C)	U. R. (%)
Cheia	25,78	84,3	25,92	87,91
Vazante	23,3	83,53	23,24	88,96
Seca	22,69	69,46	22,1	69,76
Enchente	26,63	80,73	26,52	83,78
Média Anual	24,3	78,23	24,07	81,12

Contrariamente a T_{ar} , a U.R. foi maior em todos os períodos abaixo do dossel, sendo na média anual cerca de 3% maior. A lâmina d'água presente abaixo do dossel e a dificuldade maior em ocorrer vento abaixo do dossel acarretam uma maior conservação da umidade, justificando as maiores médias.

4.2. Variação anual da refletância do solo, radiação incidente e refletida abaixo do dossel nos transectos A, C e E

Foi analisada a radiação global incidente ($R_{g_{inc}}$) que atravessou o dossel e a radiação refletida pelo solo ($R_{g_{ref}}$) e refletância (R_{Rg}), para os meses de Fevereiro a Dezembro de 2012. Foram feitas médias mensais e desvio padrão para a $R_{g_{inc}}$, $R_{g_{ref}}$ e R_{Rg} , encontrada pela razão da energia refletida pela incidente abaixo do dossel.

Aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliação de normalidade dos dados de $R_{g_{inc}}$ (K-W $\chi^2= 190,409$, P-valor=0,000), $R_{g_{ref}}$ (K-W $\chi^2= 586,483$, P-valor=0,000), e R_{Rg} (K-W $\chi^2= 2062,095$, P-valor=0,000), não encontrando normalidade. Assim optou-se pela estatística não-paramétrica, teste de Kruskal-Wallis, para a avaliação das diferenças entre os 3 transectos, encontrando diferença significativa ao nível de 5%.

Tabela 13 – Média mensal de $R_{g_{inc}}$ e desvio padrão em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Período	Mês	$R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2})		
		Transecto A	Transecto C	Transecto E
Cheia	Fevereiro	15,70 ± 25,73	15,96 ± 28,10	26,05 ± 48,03
	Março	16,07 ± 25,58	16,30 ± 28,53	26,13 ± 51,86
Vazante	Abril	12,72 ± 29,49	12,17 ± 23,34	22,97 ± 58,44
	Maió	9,98 ± 15,90	11,73 ± 27,22	19,24 ± 51,69
	Junho	9,94 ± 15,91	11,54 ± 24,40	14,48 ± 27,08
Seca	Julho	12,21 ± 19,42	14,24 ± 34,35	15,19 ± 27,06
	Agosto	23,74 ± 44,51	17,23 ± 30,51	24,07 ± 49,33
	Setembro	24,97 ± 43,70	23,69 ± 38,46	27,85 ± 46,14
Enchente	Outubro	21,59 ± 37,48	21,89 ± 37,48	35,41 ± 74,53
	Novembro	16,64 ± 29,96	16,75 ± 28,36	35,75 ± 68,67
	Dezembro	18,66 ± 32,88	18,09 ± 28,61	54,30 ± 138,99

As maiores médias de $R_{g_{inc}}$ foram $24,97Wm^{-2}$ e $23,69Wm^{-2}$ para o transecto A e C em Setembro. No transecto E a maior média de $R_{g_{inc}}$ foi $54,3Wm^{-2}$ em Dezembro de 2012, mais de quatro vezes maior que os meses anteriores.

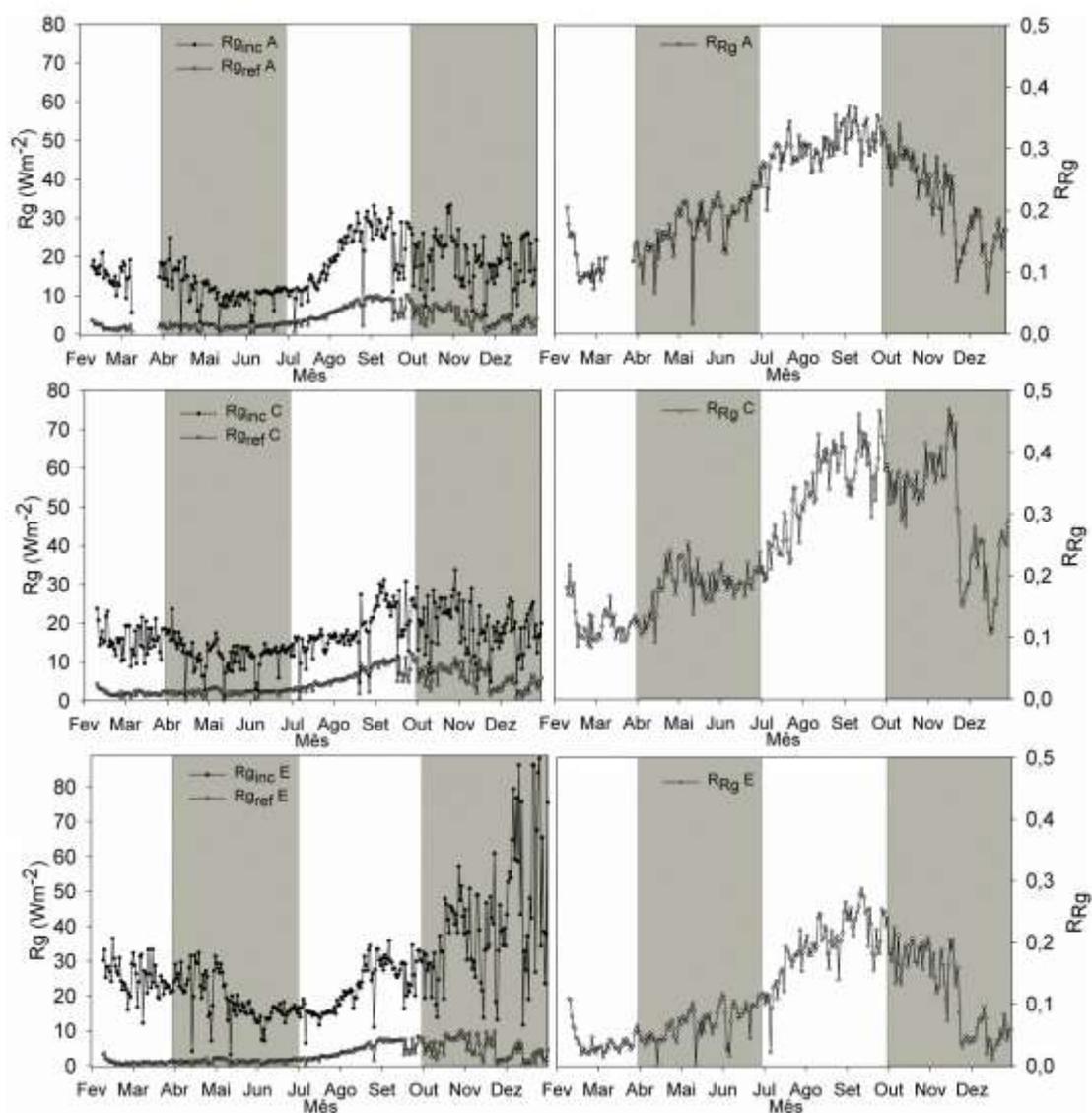


Figura 16 – Médias diárias de $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}) e R_{Rg} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

A $R_{g_{inc}}$ é suscetível a uma grande variação dos dados, vide desvio padrão dos transectos, uma vez que haviam pequenas clareiras, variáveis durante o ano pela perda de folhas e queda de galhos, fazendo em alguns momentos do dia a radiação incidir diretamente sobre o sensor, e em alguns momentos chegando apenas a radiação difusa. Outro fator são os diferentes tipos de vegetação presentes em cada transecto, com diferentes estruturas e índices de área foliar, também influenciando nas medidas de radiação. Assim, o transecto E apresentou durante o ano de 2012 as maiores médias de $R_{g_{inc}}$ e os maiores desvios padrão.

O maior desvio padrão apresentado também é devido a variação de radiação solar no período do dia, sendo mínima ao nascer e por do sol e máxima por volta do meio-dia.

As menores médias de $R_{g_{inc}}$ foram $9,94Wm^{-2}$ para transecto A, $11,54Wm^{-2}$ no C e $14,48Wm^{-2}$ no E, todas em Junho, período da vazante.

As maiores médias de $R_{g_{ref}}$ nos transectos A e C foram $8,12Wm^{-2}$ e $9,15Wm^{-2}$ em Setembro, período de seca, e $6,57Wm^{-2}$ para o transecto E, em Outubro, período de enchente. As maiores médias de $R_{g_{ref}}$ para o transecto A e C coincidiram com os meses de maior incidência de radiação, estando de acordo com o pressuposto de que quanto maior a incidência de radiação sobre uma superfície, mais a superfície irá refletir essa radiação incidida.

Tabela 14 – Média mensal de $R_{g_{ref}}$ e desvio padrão (D.P.) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Período	Mês	$R_{g_{ref}} (Wm^{-2})$		
		Transecto A	Transecto C	Transecto E
Cheia	Fevereiro	1,89 ± 3,26	2,11 ± 3,35	1,11 ± 2,63
	Março	1,77 ± 3,11	1,84 ± 2,78	0,81 ± 1,75
	Abril	1,82 ± 3,10	1,91 ± 3,06	1,11 ± 2,40
Vazante	Maio	1,93 ± 3,09	2,30 ± 3,66	1,43 ± 2,80
	Junho	2,09 ± 3,37	2,21 ± 3,41	1,30 ± 2,43
	Julho	3,51 ± 5,43	3,61 ± 5,48	2,26 ± 4,02
Seca	Agosto	7,11 ± 10,67	6,44 ± 9,37	4,96 ± 8,57
	Setembro	8,12 ± 12,60	9,15 ± 13,24	6,51 ± 10,58
	Outubro	6,06 ± 9,52	7,51 ± 10,95	6,57 ± 11,22
Enchente	Novembro	3,62 ± 6,47	5,91 ± 9,76	4,80 ± 10,11
	Dezembro	3,00 ± 5,09	3,98 ± 6,11	2,94 ± 7,01

As menores médias de $R_{g_{ref}}$ foram $1,77Wm^{-2}$, $1,84Wm^{-2}$ e $0,81Wm^{-2}$ nos três transectos, no mês Março, período de cheia.

As menores R_{Rg} foram 0,044 no transecto A, 0,052 para o transecto C e 0,012 no transecto E, todas ocorrendo em Março, período de cheia e de maior L_{agua} , Tabela 11. Neste mês o solo estava saturado de água, água escura devido ao barro, refletindo menos radiação.

Os valores de R_{Rg} para superfícies alagadas estão de acordo com os resultados de Bastiaanssen (2000), Silva et al., (2005), que encontraram valores menores que 10% para superfícies d'água, como lagos e açudes.

Tabela 15 – Média mensal R_{Rg} e desvio padrão (D.P.) em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Período	Mês	R_{Rg}		
		Transecto A	Transecto C	Transecto E
Cheia	Fevereiro	0,05 ± 3,26	0,06 ± 3,35	0,02 ± 2,63
	Março	0,04 ± 3,11	0,05 ± 2,78	0,01 ± 1,75
Vazante	Abril	0,06 ± 3,10	0,07 ± 3,06	0,02 ± 2,40
	Maio	0,07 ± 3,09	0,09 ± 3,66	0,03 ± 2,80
	Junho	0,08 ± 3,37	0,09 ± 3,41	0,03 ± 2,43
Seca	Julho	0,12 ± 5,43	0,14 ± 5,48	0,05 ± 4,02
	Agosto	0,15 ± 10,67	0,19 ± 9,37	0,09 ± 8,57
	Setembro	0,15 ± 12,60	0,20 ± 13,24	0,10 ± 10,58
Enchente	Outubro	0,13 ± 9,52	0,18 ± 10,95	0,08 ± 11,22
	Novembro	0,09 ± 6,47	0,17 ± 9,76	0,05 ± 10,11
	Dezembro	0,07 ± 5,09	0,10 ± 6,11	0,02 ± 7,01

As maiores R_{Rg} ocorreram em Setembro, período de seca, que teve 0,154 para o transecto A, 0,200 para o transecto C, e 0,098 para o transecto E.

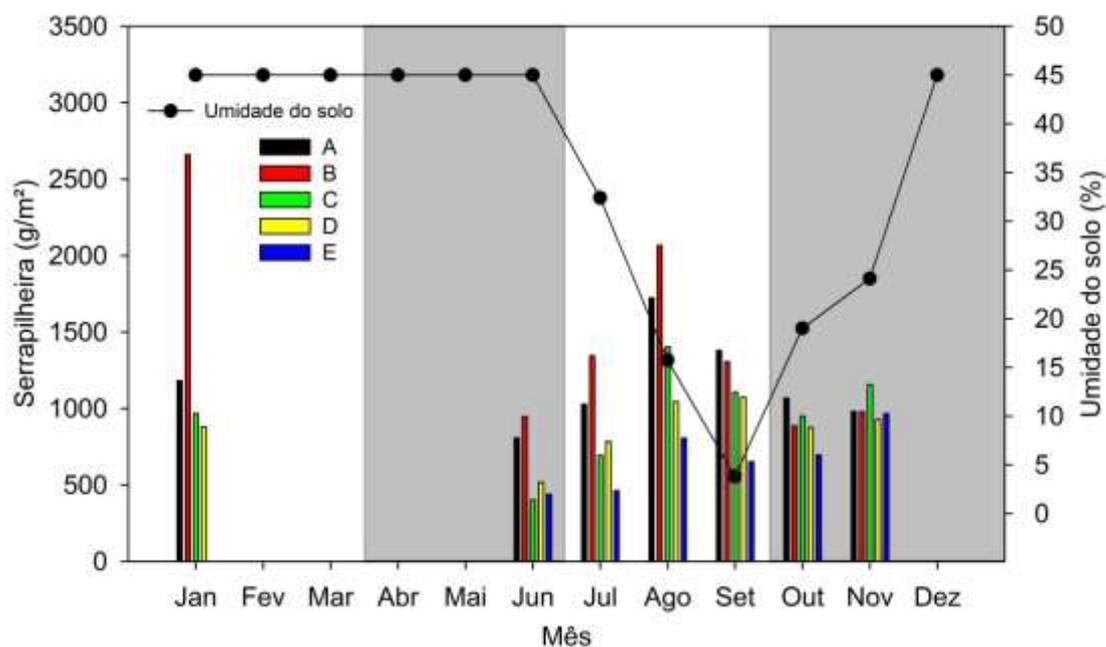


Figura 17 - Serrapilheira acumulada sobre o solo mensal e média mensal de umidade do solo abaixo do dossel em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente respectivamente, em 2012.

Nos meses em que houve presença de lâmina d'água não houve coleta de serrapilheira.

Tabela 16 – Serrapilheira acumulada sobre o solo mensal em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

		Serrapilheira (g/m ²)					
	Mês	A	B	C	D	E	Total
Cheia	Janeiro	1181,25	2660,23	967,23	880,58	0,00	1137,86
	Fevereiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Março	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vazante	Abril	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Maio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Junho	807,36	946,50	401,84	517,76	439,35	622,56
Seca	Julho	1028,38	1345,53	694,15	784,61	462,80	863,10
	Agosto	1723,26	2066,40	1402,19	1045,73	806,17	1408,75
	Setembro	1379,88	1305,90	1106,68	1074,72	652,29	1103,89
Enchente	Outubro	1068,46	886,41	949,74	874,64	696,16	895,08
	Novembro	980,40	977,81	1155,43	929,16	966,88	1001,93
	Dezembro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		680,75	849,06	556,44	508,93	335,30	586,10

Os maiores valores de serrapilheira ocorreram nos meses de Agosto, com média de 1408,75g/m². Em Agosto houve uma acentuada senescência foliar, cobrindo o chão totalmente com uma grossa camada de folhas secas, que possuem coloração mais clara que o solo nu e o solo encharcado, mudando a refletância da superfície, aumentando assim a refletância da superfície.

A decomposição das folhas causam variação de todos os pigmentos. A estrutura interna da folha entrará em colapso, principalmente a celulose, ficando em diferentes estágios de decomposição, mudando de cor de amarelo ao marrom, cinza ao preto (VAN LEEUWEN & HUETE, 1996).

A variação do conteúdo de água no solo influencia diretamente na fisiologia vegetal, onde estudos realizados (SILVA et al., 2006, SANCHES et al., 2008) tem demonstrado sazonalidade na produção de serrapilheira, podendo ser atribuído a característica de espécies vegetais de áreas tropicais que perdem suas folhas na época seca de modo a perder menos água nas trocas gasosas.

A serrapilheira começa a se formar com maior intensidade no final de Setembro e início de Outubro, tendo os meses de Outubro e Novembro como os meses de maior produção de serrapilheira. Porém é também em Outubro que se iniciam as chuvas, aumentando gradativamente a umidade do solo e mudando novamente a R_{Rg} .

Analisou-se a relação da $R_{g_{inc}}$ e $R_{g_{ref}}$ com o ângulo zenital e fez-se a correlação entre as variáveis.

Tabela 17 – Correlação de Spearman para: $R_{g_{inc}}$ nos transectos A, C e E e ângulo zenital em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

	$R_{g_{inc}}$ A	$R_{g_{inc}}$ C	$R_{g_{inc}}$ E
Ângulo Zenital	-0,461 ¹	-0,428 ¹	-0,730 ¹
	0,00 ²	0,00 ²	0,00 ²
	303 ³	303 ³	303 ³
$R_{g_{inc}}$ A	-	0,868 ¹	0,758 ¹
	-	0,00 ²	0,00 ²
	-	303 ³	303 ³
$R_{g_{inc}}$ C	-	-	0,698 ¹
	-	-	0,00 ²
	-	-	303 ³
$R_{g_{inc}}$ E	-	-	-

¹Coefficiente de correlação, ²P valor, ³Número de amostras

Os valores mais baixos de Rg_{inc} ocorrem nos ângulos zenitais mais elevados, quando o caminho feito pela radiação no interior da cobertura é maior, aumentando a chance de absorção por folhas e galhos (SENNA & COSTA, 2005).

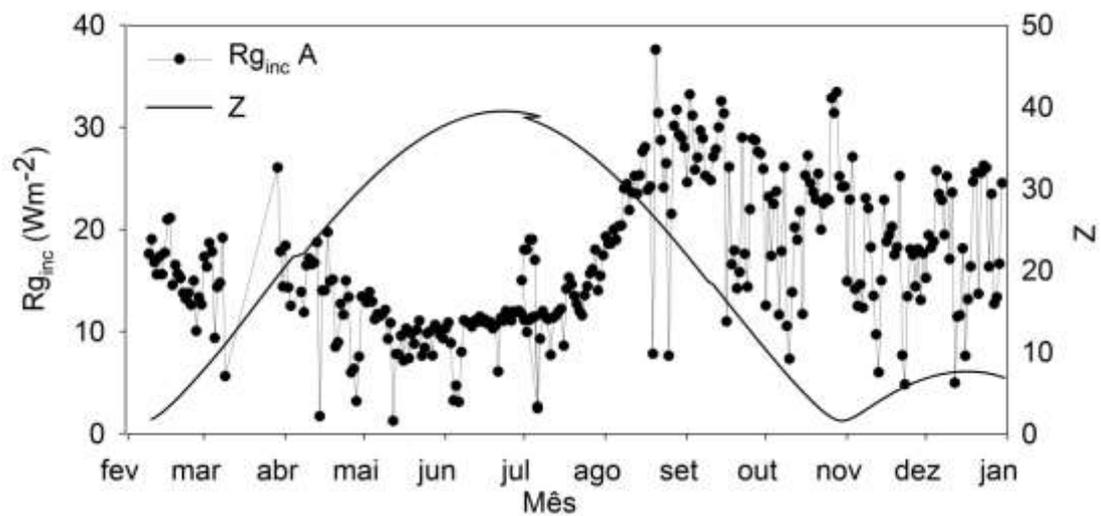


Figura 18 – Média diária de Rg_{inc} e ângulo zenital (Z) no transecto A em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

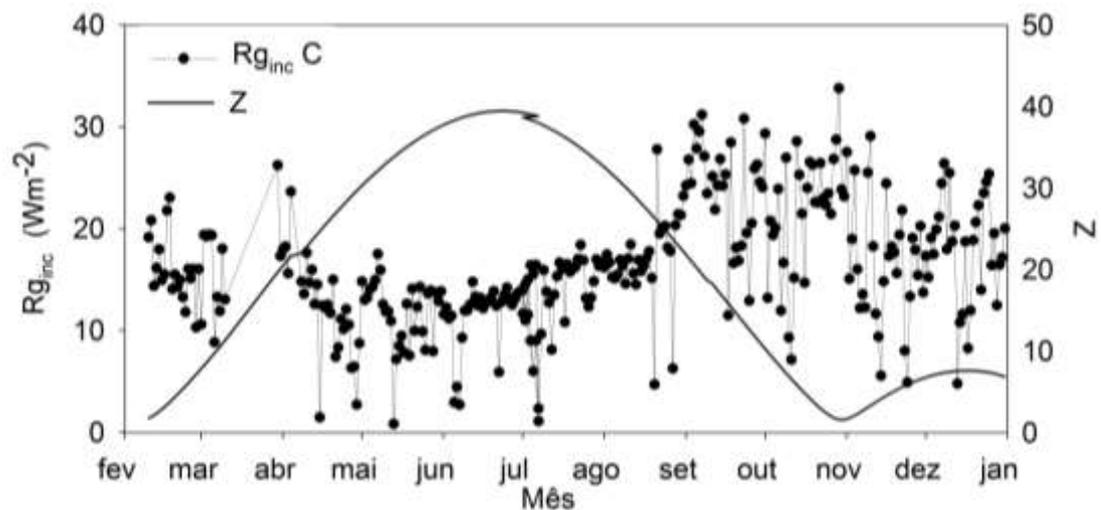


Figura 19 - Média diária de Rg_{inc} e ângulo zenital (Z) no transecto C em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

A Rg_{inc} mostrou correlação moderada e negativa para os transectos A e C e correlação alta e negativa com o transecto E, maior correlação (-0,730). Ou seja, quanto maior o ângulo zenital, menos Rg_{inc} chega abaixo do dossel. Quanto maior o

ângulo zenital, maior o caminho que a luz atravessará dentro do dossel, justificando as correlações negativas.

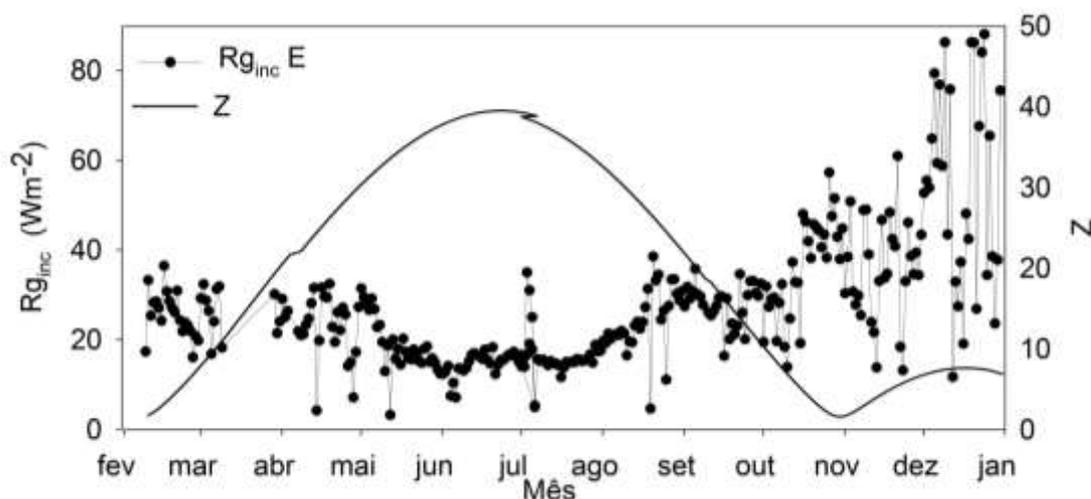


Figura 20 - Média diária de $R_{g_{inc}}$ e ângulo zenital (Z) no transecto E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

A maior correlação foi entre os transectos A e C, demonstrando que a vegetação, Tabela 24, influencia na distribuição de radiação nos transectos.

Correlacionou-se as variáveis de $R_{g_{inc}}$, $R_{g_{ref}}$ e R_{Rg} com a lâmina d'água em Março, mês que ocorreram os maiores valores de $L_{água}$, Figura 14.

Tabela 18 – Correlação de Spearman para: $L_{água}$, $R_{g_{inc}}$, $R_{g_{ref}}$ e R_{Rg} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em Março de 2012.

	$R_{g_{inc}}$	$R_{g_{ref}}$	R_{Rg}
$L_{água}$	-0,00 ¹	-0,45 ¹	-0,40 ¹
	0,987 ²	0,00 ²	0,00 ²
	55 ³	55 ³	55 ³
	-	0,12 ¹	-0,462 ¹
$R_{g_{inc}}$	-	0,37 ²	0,00 ²
	-	55 ³	55 ³
	-	-	0,77 ¹
$R_{g_{ref}}$	-	-	0,00 ²
	-	-	55 ³
R_{Rg}	-	-	-

¹Coefficiente de correlação, ²P valor, ³Número de amostras

A $L_{água}$ correlacionou-se negativamente com as variáveis de $R_{g_{ref}}$ e R_{Rg} , porém não correlacionou-se com a $R_{g_{inc}}$.

Uma correlação negativa indica que uma maior $L_{\text{água}}$ faz com que menos radiação seja refletida e diminuindo a R_{Rg} da superfície, mostrando que a presença de $L_{\text{água}}$ é determinante na R_{Rg} no período de cheia.

4.3. Médias horárias mensais e sazonais da refletância do solo, radiação incidente e radiação refletida abaixo do dossel

Utilizando as medições horárias calculou-se um dia médio para cada mês e transecto em 2012.

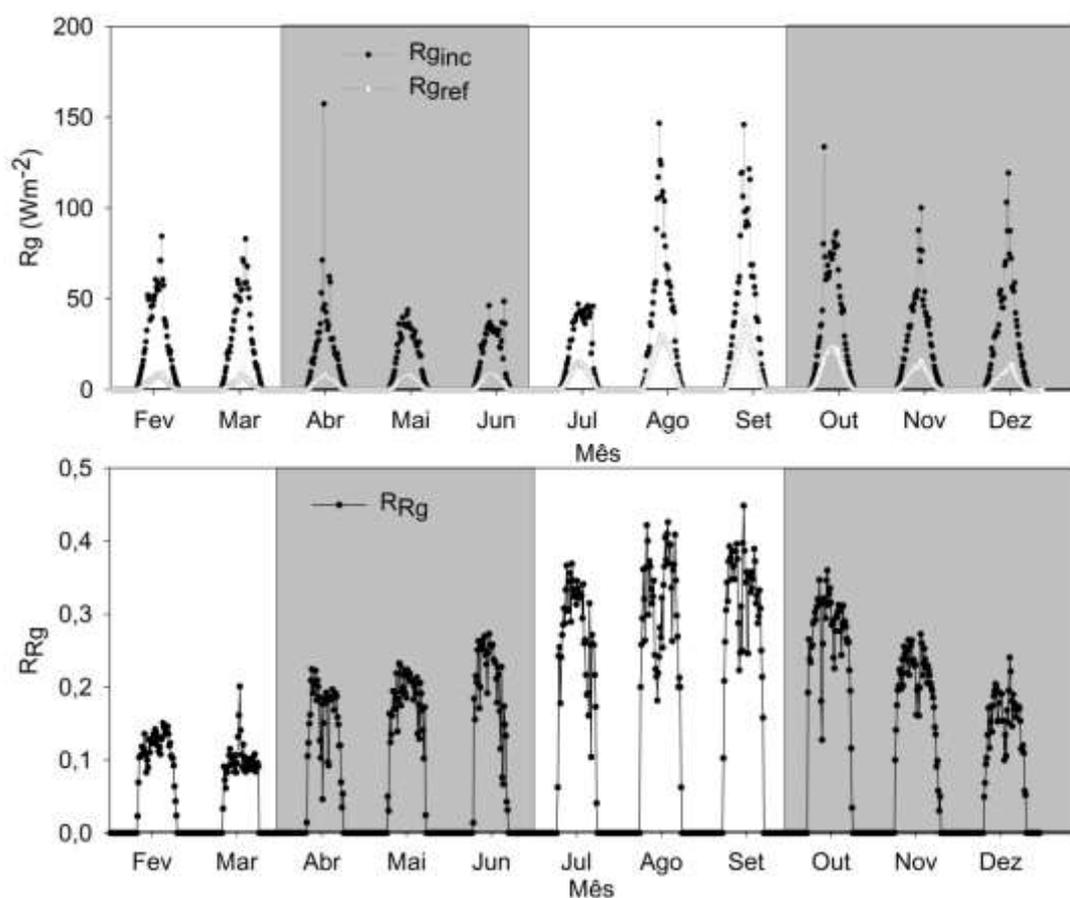


Figura 21 - Média horária da R_{ginc} (Wm^{-2}), R_{gref} (Wm^{-2}), e RRg , no transecto A em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Os dados micrometeorológicos foram armazenados em intervalos de 15 em 15 minutos, assim considerando as médias horárias, foram calculadas as médias de todos os horários de medição, gerando medidas representativas de um dia característico para cada mês. Fazendo-se dessa forma para as variáveis $R_{g_{inc}}$, $R_{g_{ref}}$ e R_{Rg} .

Observa-se pela Figura 21 que, para o transecto A, as maiores $R_{g_{inc}}$ ocorreram no período de seca em Agosto e Setembro, assim como a R_{Rg} . Em Maio e Junho ocorreram os menores valores de $R_{g_{inc}}$, porém em Março que ocorreu o menor valor de R_{Rg} .

A média diária do albedo da água é menor do que a da maioria das outras superfícies naturais (BRUTSAERT, 1982) e, portanto, o contraste entre as características reflexivas de uma zona úmida e seca deve ser substancial. A superfície livre de água não reflete apenas difusamente, há também reflexão espectral. Assim, o máximo de reflexão depende do ângulo de reflexão (e portanto do ângulo de incidência), porém nesse trabalho os piranômetros sempre ficaram perpendiculares a superfície, não mudando o ângulo de incidência de radiação sobre o sensor.

Os padrões dos fluxos radiativos no transecto C, Figura 22, acompanharam as variações do transecto A, tendo o maior pico em Setembro e o menor em Abril. A R_{Rg} apresentou maiores valores em Agosto e Setembro e menores em Março.

Incertezas associadas às medidas de radiação podem ser notadas. A radiação pode ser superestimada se a radiação atravessou a copa é focado diretamente sobre o sensor instalado por baixo da copa. Alternativamente, a radiação pode ser subestimada se houver um impedimento físico (PINTO JUNIOR et al., 2010).

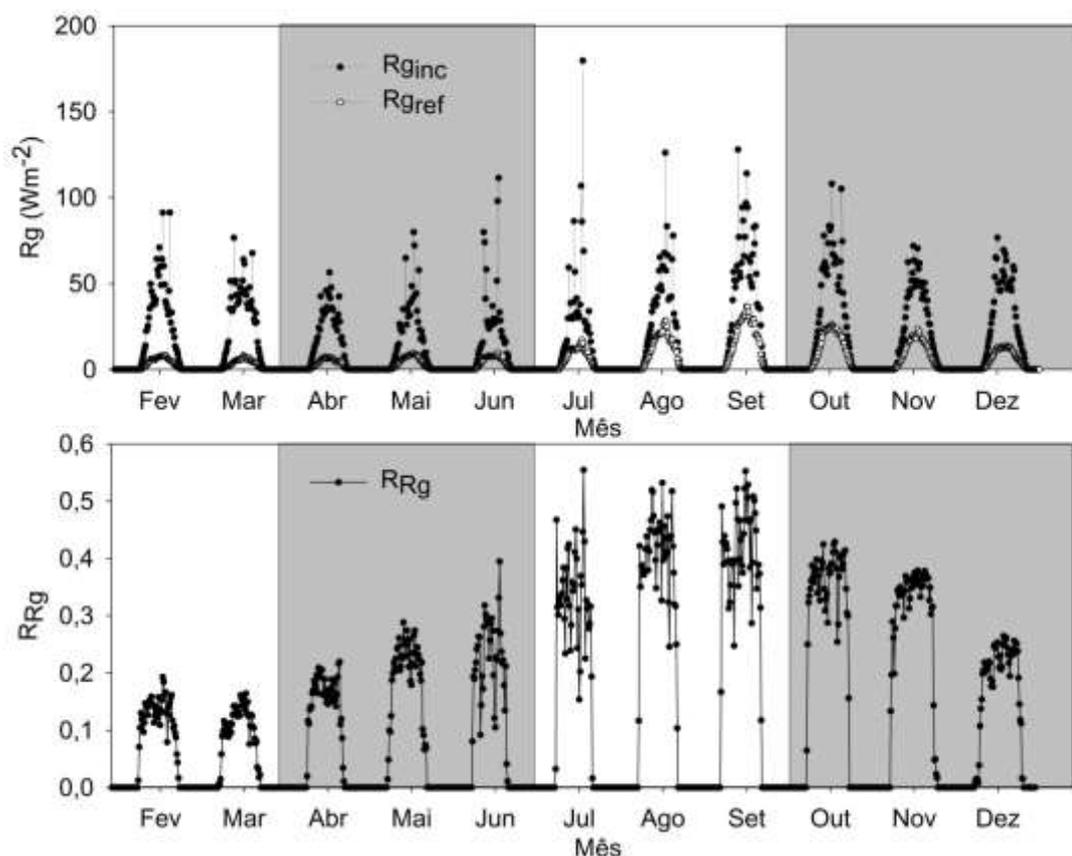


Figura 22 – Média horária da R_{ginc} (Wm^{-2}), R_{gref} (Wm^{-2}), e RR_g , no transecto C em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

Observa-se no transecto E, Figura 23, maiores valores R_{ginc} e RR_g para Agosto, Setembro e Outubro, observando um pico atípico em Julho. Tal valor pode ter acontecido por uma brecha na vegetação que possibilitou apenas em um momento do ano incidir mais radiação sobre o sensor, gerando tal valor tão diferente do restante da média do mês.

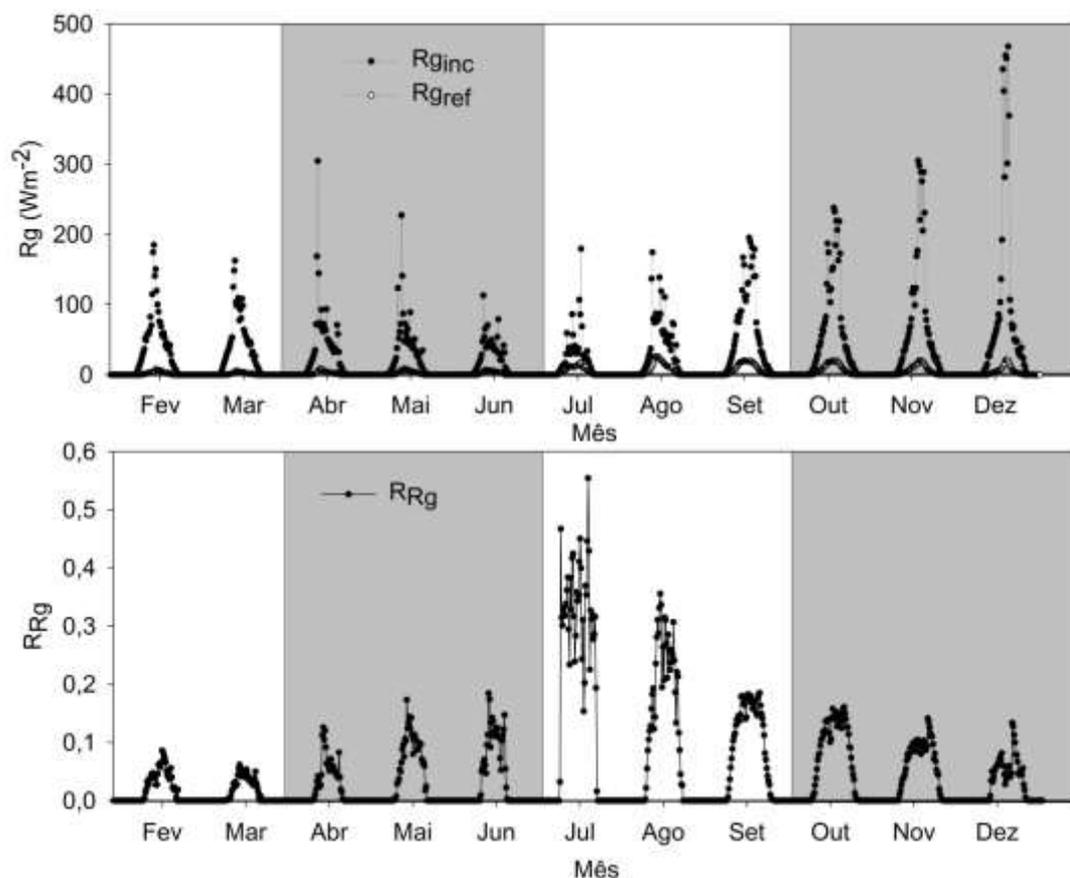


Figura 23 - Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , no transecto E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente, em 2012.

A menor R_{Rg} ocorreu em Março e aumenta mês a mês até atingir seus maiores valores em Julho, voltando a diminuir em Outubro quando iniciam-se as chuvas e o alagamento da região.

Fez-se médias horárias sazonais, nos períodos de cheia, vazante, seca e enchente. De Fevereiro a Março foi o período de cheia, Figura 24. A radiação começou a incidir em média às 07:00 horas e se pôs as 19:15 horas em média. No transecto A e C a maior $R_{g_{inc}}$ ocorreu por volta das 14:00 horas, porém no transecto E a máxima incidência horária média ocorreu as 12:00 horas. A maior $R_{g_{ref}}$ ocorreu por volta das 12:45 horas. As maiores médias de $R_{g_{ref}}$ ocorreram entre as 13:30 e 15:00 horas.

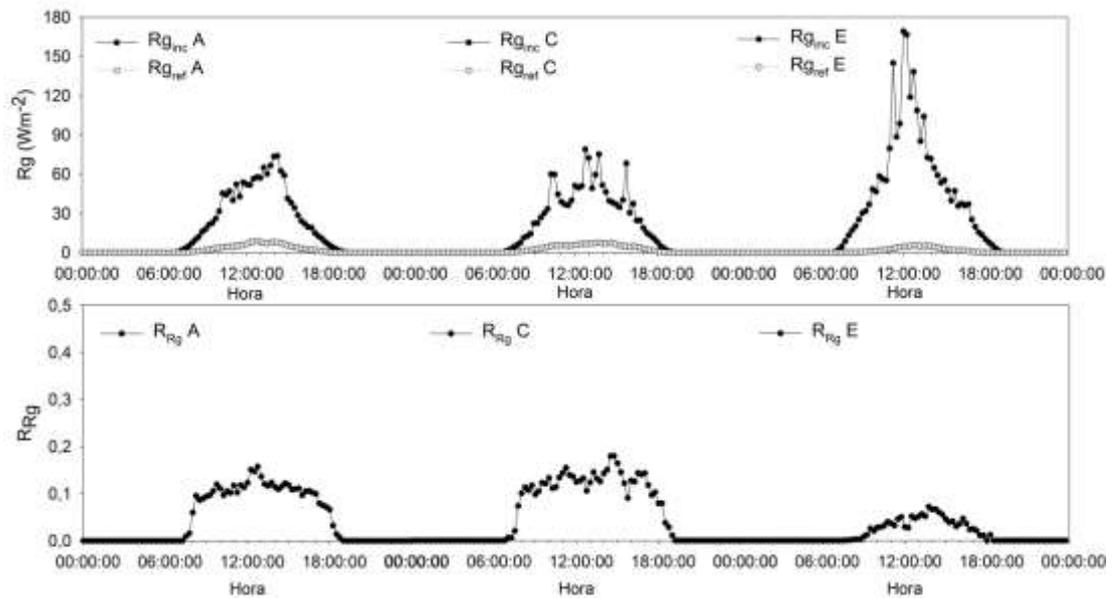


Figura 24 – Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de cheia, em 2012.

A maior R_{Rg} horária média no transecto A foi 0,16, ocorrendo as 12:45, no transecto C a maior R_{Rg} horária média foi 0,18, ocorrendo as 14:45 e 0,07 para o transecto E as 13:45.

No período de vazante, Figura 25, observa-se $R_{g_{inc}}$ maior para o transecto E. Porém a razão reflexão do solo por incidência no solo não acompanha os maiores valores de incidência, assim a refletância no transecto E também foi menor para o período de vazante.

A maior R_{Rg} para o transecto A no período de vazante é 0,23 as 10:15 horas. No transecto C foi de 0,27 ocorrendo as 14:45, e aproximadamente 0,14 no transecto E as 11:15 horas.

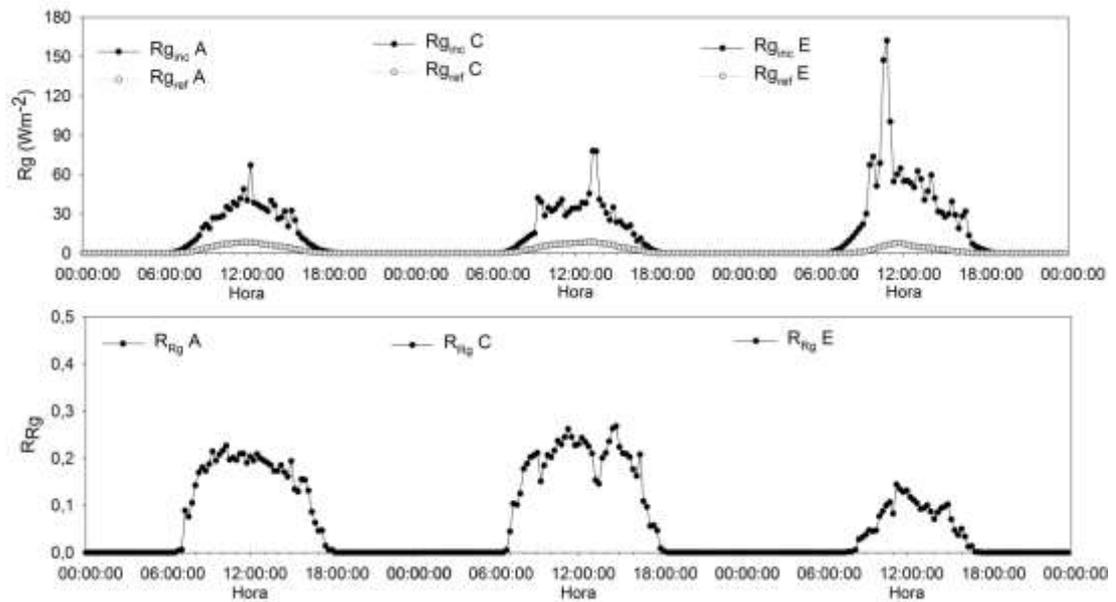


Figura 25 - Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de vazante, em 2012.

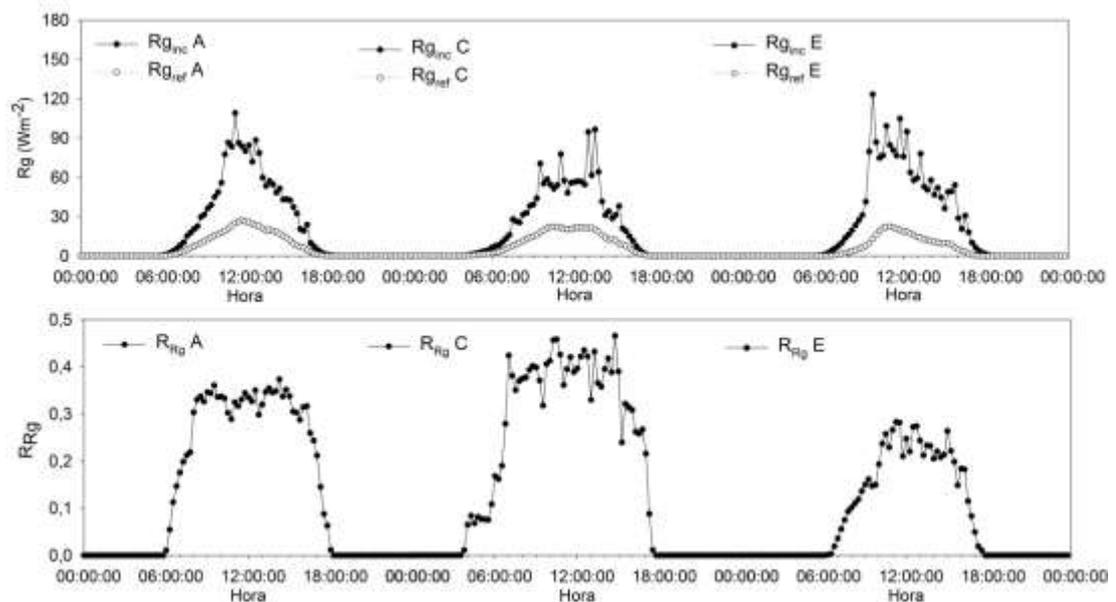


Figura 26 Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de seca, em 2012.

No período da seca, Figura 26, ocorreram as maiores médias de R_{Rg} do ano, uma vez que os maiores valores de $R_{g_{ref}}$ também ocorrem neste período.

O maior valor de R_{Rg} para o transecto A foi 0,37 às 14:15 horas. No transecto C ocorreu a maior média horária do ano inteiro, 0,47 às 14:45 horas. A maior média de R_{Rg} para o transecto E também ocorreu no período seco, 0,28 às 11:15 horas.

No período de enchente, Figura 27, houve a maior discrepância entre os transectos A e C com o transecto E. As maiores médias horárias dos transectos A e C são $86,4 \text{ Wm}^{-2}$ e $75,5 \text{ Wm}^{-2}$, respectivamente, e para o E foi 235 Wm^{-2} às 13:15 horas.

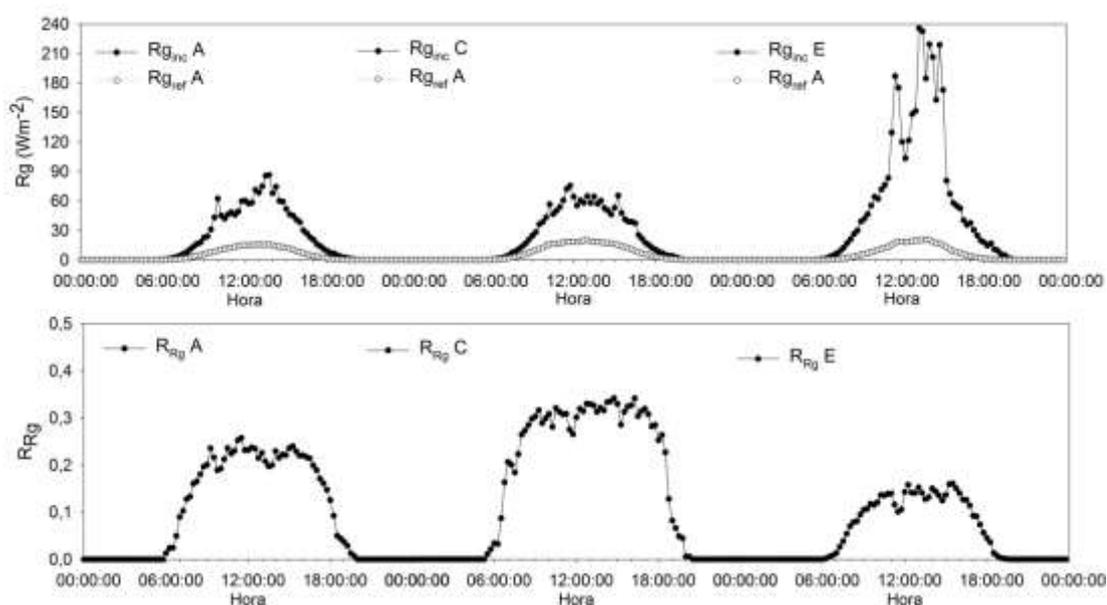


Figura 27 - Média horária da $R_{g_{inc}}$ (Wm^{-2}), $R_{g_{ref}}$ (Wm^{-2}), e R_{Rg} , nos transectos A, C e E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, no período de enchente, em 2012.

No transecto C ocorreram os maiores valores de R_{Rg} sendo o maior valor 0,34 ocorrendo às 16:15. No transecto A o maior valor foi 0,25 às 11:15 e para o transecto E 0,16 às 15:30.

4.4. Variação espaço-temporal da refletância do solo abaixo do dossel e transmitância do dossel da PAR

Para o cálculo da transmitância do dossel (T_{PAR}) e refletância do solo abaixo do dossel (R_{PAR}) para radiação fotossinteticamente ativa utilizaram-se dois ceptômetros, um no interior e o outro no exterior, fazendo medidas de PAR nos 55 pontos de medição distribuídos nos 5 transectos. As medições foram realizadas entre dez horas e meio dia, momento de maior radiação solar.

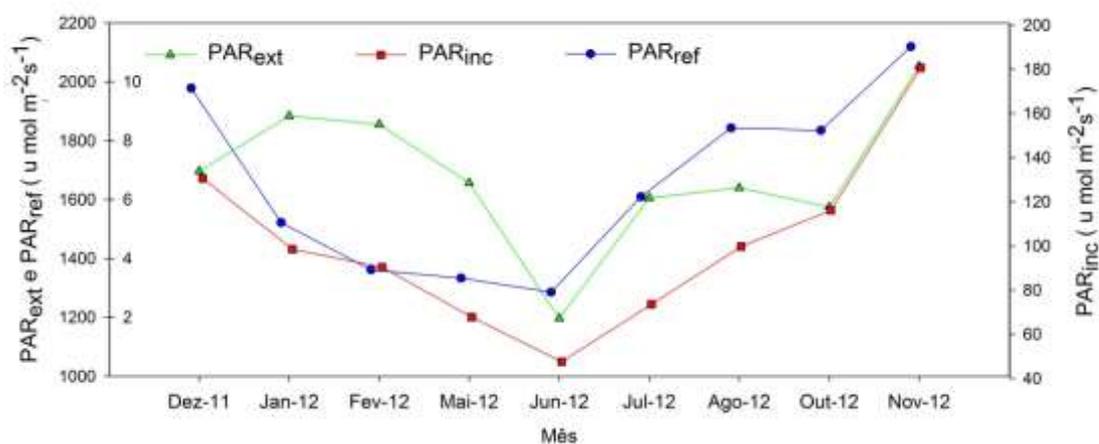


Figura 28 – Média mensal da PAR_{ext}, PAR_{inc}, e PAR_{ref} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

A maior PAR_{ext}, Tabela 19, foi 2053,8 µmol m⁻² s⁻¹ em Novembro, e a menor foi 1197,1 µmol m⁻² s⁻¹ em Junho de 2012, acompanhando o padrão da radiação global do Hemisfério Sul.

Também nos mesmos meses, Novembro e Junho, ocorreram os maiores e menores valores de PAR_{inc} e PAR_{ref}, com os valores máximos de 180,7 e 11,2 µmol m⁻² s⁻¹, e mínimos 47,6 e 2,9 µmol m⁻² s⁻¹ respectivamente. Dessa forma, a PAR foi similar ao padrão de radiação global incidente encontrado na Tabela 14 e Figura 12.

Tabela 19 – Média e desvio padrão (D.P.) da PAR_{ext}, PAR_{inc} e PAR_{ref} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Mês	PAR _{ext} e D.P. ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	PAR _{inc} e D.P. ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	PAR _{ref} e D.P. ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
Dez-11	1696,9 ± 248,4	130,6 ± 245,4	9,8 ± 12,1
Jan-12	1884,7 ± 650,7	98,5 ± 207,0	5,2 ± 8,0
Fev-12	1855,3 ± 96,7	90,4 ± 196,3	3,6 ± 4,7
Mai-12	1656,9 ± 510,5	67,8 ± 93,2	3,3 ± 2,5
Jun-12	1197,1 ± 199,5	47,6 ± 58,0	2,9 ± 2,9
Jul-12	1605,3 ± 44,3	73,6 ± 208,9	6,1 ± 10,0
Ago-12	1640,3 ± 47,0	99,8 ± 117,6	8,4 ± 7,5
Out-12	1574,8 ± 128,8	116,2 ± 152,9	8,3 ± 7,7
Nov-12	2053,8 ± 462,5	180,7 ± 372,2	11,2 ± 15,5

Fez-se teste de correlação de Spearman para comparações entre o índice de área foliar, PAR incidente no exterior do dossel, PAR incidente abaixo do dossel e PAR refletida pelo solo abaixo do dossel, Tabela 20.

Tabela 20 – Correlação de Spearman para: Índice de área foliar (IAF), PAR_{ext}, PAR_{inc} e PAR_{ref} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em Outubro de 2012.

	PAR _{ext}	PAR _{inc}	PAR _{ref}
IAF	-0,03 ¹	-0,50 ¹	-0,52 ¹
	0,81 ²	0,00 ²	0,00 ²
	55 ³	55 ³	55 ³
PAR _{ext}	-	0,23 ¹	0,26 ¹
	-	0,090 ²	0,06 ²
	-	55 ³	55 ³
PAR _{inc}	-	-	0,89 ¹
	-	-	0,00 ²
	-	-	55 ³
PAR _{ref}	-	-	-

¹Coefficiente de correlação, ²P valor, ³Número de amostras .

Encontrou-se coeficiente de correlação negativa entre a PAR_{inc} e PAR_{ref} e o IAF, ou seja, para pares com coeficientes de correlação negativos e P valor abaixo de 0,05, uma variável tende a diminuir, enquanto a outra aumenta, assim maior IAF, menos radiação chega ao solo e é refletida por ele.

A senescência dos componentes da planta ocorrem durante ou após a maturação da planta e podem ser causadas por fatores de estresse, como a falta de água e de nutrientes ou temperaturas extremas (VAN LEEUWEN & HUETE, 1996).

Os sucessivos crescimentos da vegetação e fases de senescência são responsáveis por modificações fisiológicas que resultam em alterações da assinatura espectral e brilho da superfície terrestre, afetando o albedo de superfície, ou seja, a quantidade de radiação solar refletida (GOVAERTS & LATTANZIO, 2008).

Houve forte correlação ($\rho=0,89$) entre a PAR_{inc} e a PAR_{ref} , mostrando que PAR_{ref} depende fortemente da PAR_{inc} na superfície. Vilani et al. (2007) encontraram correlação significativa entre a radiação que ultrapassa o dossel e a transmitância em floresta de transição Amazônia-Cerrado.

Por outro lado não houve correlação entre a PAR_{ext} e as PAR_{ref} e PAR_{inc} , concluindo que o dossel exerce influência na PAR inferior a ele, uma vez que o dossel é um fator limitante a passagem de radiação.

Fez-se correlação de Spearman para IAF, T_{PAR} e R_{PAR} , Tabela 21, encontrando-se correlação negativa ($\rho=-0,50$) entre T_{PAR} e IAF, porém não houve relação entre IAF e R_{PAR} . Dessa forma a estrutura do dossel influencia diretamente na transmissão de radiação para seu interior, não chegando, porém, a influenciar a R_{PAR} .

Tabela 21 – Correlação de Spearman para: IAF, T_{PAR} e R_{PAR} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense em Outubro de 2012.

	T_{PAR}	R_{PAR}
IAF	-0,50 ¹	0,20 ¹
	0,00 ²	0,14 ²
	55 ³	55 ³
T_{PAR}	-	-0,59 ¹
	-	0,00 ²
	-	55 ³
R_{PAR}	-	-

¹Coefficiente de correlação, ²P valor, ³Número de amostras .

Os menores valores da T_{PAR} ocorrem geralmente nos maiores valores do ângulo solar zenital, porque quanto maior o ângulo zenital maior será o caminho

percorrido pela radiação dentro do dossel, aumentando a chance de ocorrer uma absorção por folhas e galhos (SENNA et al., 2005).

A T_{PAR} foi calculada pelo quociente da PAR transmitida pelo dossel pela PAR incidente fora do dossel. Os resultados das médias e desvio padrão da T_{PAR} encontram-se na Tabela 17 e Figura 24.

As maiores médias de T_{PAR} ocorreram no transecto E, sendo maior em todos os meses, com exceção de Fevereiro, podendo-se destacar Novembro de 2012 com 16% da PAR_{inc} .

É bem conhecido que, devido às características estruturais do dossel típicos de copas altas, esses interceptam mais a radiação recebida, reduzindo assim o albedo da floresta (CESCATTI, 1998; DAVIDSON & WANG, 2004), reduzindo a transmitância. Dessa forma, as menores médias e desvios padrão de transmitância da PAR ocorreram no transecto B, transecto que possui dominância de Cambará, que pode chegar até 25 m de altura, (LORENZI, 2008).

Tabela 22 – Média mensal e desvio padrão (D.P.) da T_{PAR} dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Mês	T_{PAR}				
	A	B	C	D	E
Dez-11	0,06 ± 0,07	0,02 ± 0,01	0,07 ± 0,05	0,09 ± 0,20	0,13 ± 0,20
Jan-12	0,04 ± 0,04	0,01 ± 0,01	0,06 ± 0,09	0,02 ± 0,01	0,12 ± 0,18
Fev-12	0,03 ± 0,06	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,05	0,07 ± 0,18	0,06 ± 0,06
Mai-12	0,06 ± 0,06	0,03 ± 0,05	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,07
Jun-12	0,04 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,02
Jul-12	0,03 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,04
Ago-12	0,04 ± 0,05	0,06 ± 0,05	0,09 ± 0,11	0,02 ± 0,01	0,07 ± 0,06
Out-12	0,06 ± 0,03	0,03 ± 0,02	0,05 ± 0,03	0,07 ± 0,08	0,10 ± 0,10
Nov-12	0,05 ± 0,04	0,04 ± 0,04	0,06 ± 0,04	0,05 ± 0,09	0,16 ± 0,23

A partir de Agosto de 2012 ocorreu aumento de T_{PAR} nos 5 transectos, coincidindo com o período de perda de folhas pela vegetação, observado pela variação do índice de área foliar na Tabela 18 e produção de serrapilheira, Figura 15.

Januário et al. (1992), encontraram, em uma Floresta Tropical Úmida na Amazônia, transmitância da radiação de 4,7%. Já estudos realizados por Leitão (1994) e Senna & Costa (2004) apresentaram valor de T_{PAR} de 1,3 % e 3%,

respectivamente. Esse comportamento diferenciado é explicado, pela ocorrência ou não, de clareiras, que modificam significativamente o regime da PAR no interior da floresta (SANSEVERO et al., 2006).

Um dos fatores que contribuem para o menor valor da T_{PAR} é o ângulo de declinação solar, que na estação seca se apresenta com valores mais elevados (SPOLADOR et al., 2006).

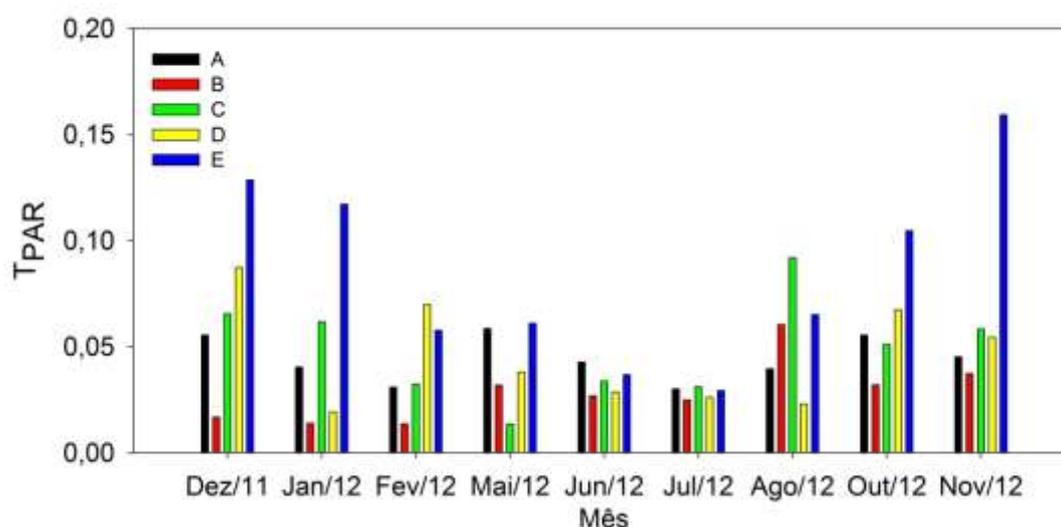


Figura 29 – Média mensal da T_{PAR} dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

O IAF foi medido em Julho, Setembro e Outubro. Observa-se queda no valor de IAF de Julho a Outubro.

Os menores valores de índice área foliar ocorreram em Setembro, seguindo os padrões fenológicos de *Vochysia divergens*, que tendem a perder as folhas mais antigas no período de seca (DALMAGRO et al., 2013).

Os maiores valores de IAF $5,6\text{m}^2\text{m}^{-2}$ e $5\text{m}^2\text{m}^{-2}$ ocorreram nos transectos B e C, para os meses de Julho, Setembro e Outubro de 2012, transectos que apresentaram dominância de *Vochysia Divergens*, Tabela 24. Fraga (2009) encontrou IAF para o Cambarazal da região entre 4 e $4,9\text{m}^2\text{m}^{-2}$ e Biudes et al. (2013), para o ano de 2008, $4,8\text{m}^2\text{m}^{-2}$ no período chuvoso.

Tabela 23 – Média mensal do índice de área foliar (IAF) nos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense em 2012.

Transectos	IAF (m ² m ⁻²) e	IAF (m ² m ⁻²) e	IAF (m ² m ⁻²) e
	D.P. Julho	D.P. Setembro	D.P. Outubro
A	5,2 ± 2,2	3,7 ± 0,6	3,1 ± 0,7
B	6,9 ± 0,7	4,3 ± 0,2	5,6 ± 0,3
C	5,7 ± 0,6	4,2 ± 0,8	5,0 ± 0,2
D	6,6 ± 0,7	3,0 ± 1,1	4,5 ± 0,9
E	5,8 ± 0,8	2,7 ± 0,9	4,5 ± 0,2

Tabela 24 – Índice de dominância por espécie nos 5 transectos em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense, em 2012.

Espécies	Índice de Dominância (%)				
	A	B	C	D	E
<i>A. discolor</i>	3		0,5	69,3	28,2
<i>B. arguta</i>					0,2
<i>B. lactescens</i>				0,03	0,7
<i>C. ochreolata</i>		10,5	0,3	0,1	
<i>D. ducke</i>	0,07	0,08	0,03	0,2	
<i>E. anguifugum</i>			0,03		
<i>L. minutiflora</i>					1,6
<i>L. parvifolia</i>	2,1	2,9	29,3	9	50
<i>M. elliptica</i>	28,4	37,2	0,7	2,1	1,1
<i>O. suaveolens</i>		0,1	21,2	2,4	4,5
<i>P. guineense</i>					0,5
<i>T. serratifolia</i>				0,02	
<i>T. catigua</i>	0,12				
<i>V. divergens</i>	66,2	49,1	47,9	16,6	13

Foram encontradas 14 espécies no local de estudo, sendo calculado o índice de dominância de cada espécie por transecto. Observa-se dominância de *Vochysia divergens* nos transectos A, B e C, *Alchornea discolor* teve a maior dominância no transecto D e *Licania parvifolia* no transecto E.

Foram feitas médias e desvio padrão da R_{PAR}. As maiores R_{PAR} ocorreram nos meses de Julho e Agosto de 2012.

Tabela 25 – Média mensal de R_{PAR} e desvio padrão dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

	A	B	C	D	E
Meses	Média e D.P.				
Dez-11	0,11 ± 0,05	0,14 ± 0,05	0,12 ± 0,07	0,14 ± 0,06	0,15 ± 0,08
Jan-12	0,08 ± 0,05	0,11 ± 0,03	0,07 ± 0,03	0,09 ± 0,05	0,06 ± 0,03
Fev-12	0,13 ± 0,08	0,08 ± 0,05	0,08 ± 0,05	0,10 ± 0,06	0,07 ± 0,05
Mai-12	0,09 ± 0,09	0,10 ± 0,07	0,09 ± 0,02	0,08 ± 0,03	0,05 ± 0,03
Jun-12	0,08 ± 0,07	0,09 ± 0,04	0,07 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,06 ± 0,02
Jul-12	0,14 ± 0,06	0,18 ± 0,08	0,09 ± 0,03	0,17 ± 0,12	0,13 ± 0,06
Ago-12	0,24 ± 0,15	0,15 ± 0,09	0,12 ± 0,08	0,14 ± 0,06	0,08 ± 0,04
Out-12	0,09 ± 0,03	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,09 ± 0,04	0,08 ± 0,04
Nov-12	0,13 ± 0,07	0,11 ± 0,06	0,10 ± 0,05	0,11 ± 0,05	0,13 ± 0,10

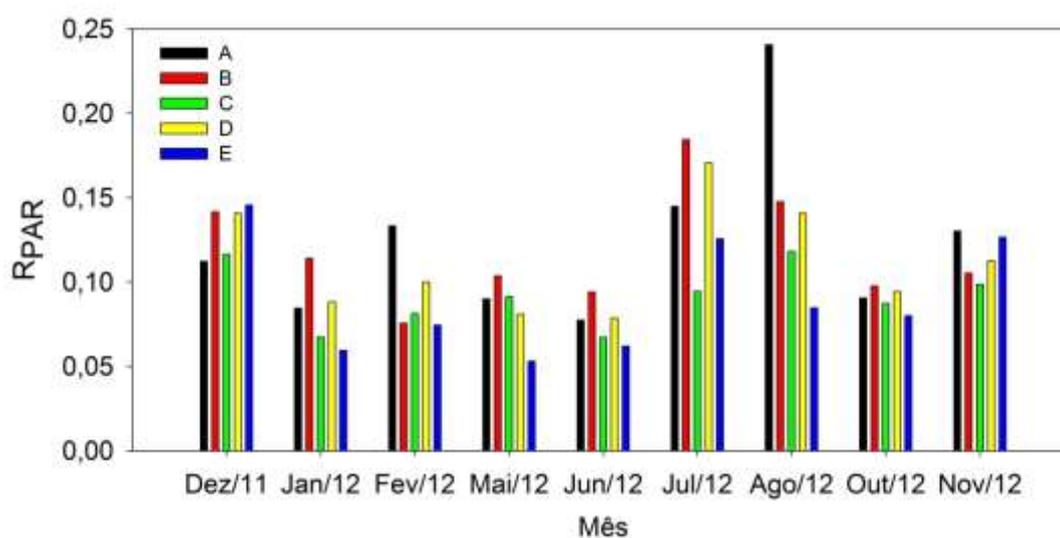


Figura 30 – Média mensal de R_{PAR} dos transectos de A a E em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

As menores médias de R_{PAR} ocorreram nos meses de Janeiro a Junho de 2012, meses do período de cheia e vazante.

Na análise por transecto, as maiores médias anuais ocorreram nos transectos A e B, com médias de refletância de 0,12 cada. Os valores de R_{PAR} são normalmente pequenos quando comparados a outros espectros de radiação. (GOWER et al., 1999).

Correlacionou-se a serrapilheira os fluxos radiativos de PAR, T_{PAR} e R_{PAR} nos meses de menor e maior serrapilheira, Junho e Agosto.

Tabela 26 - Correlação de Spearman para: Serrapilheira, PAR_{ext} , PAR_{inc} , PAR_{ref} , T_{PAR} e R_{PAR} em floresta sazonalmente alagada no Pantanal Mato-Grossense.

Mês	PAR_{ext}	PAR_{inc}	PAR_{ref}	T_{PAR}	R_{PAR}
Junho Serrapilheira	0,368 ¹	-0,617 ¹	-0,565 ¹	-0,752 ¹	0,319 ¹
	0,108 ²	0,004 ²	0,009 ²	0,000 ²	0,167 ²
	20 ³	20 ³	20 ³	20 ³	20 ³
Agosto Serrapilheira	0,436 ¹	-0,051 ¹	0,283 ¹	-0,057 ¹	0,218 ¹
	0,053 ²	0,826 ²	0,223 ²	0,807 ²	0,350 ²
	20 ³	20 ³	20 ³	20 ³	20 ³

¹Coefficiente de correlação, ²P valor, ³Número de amostras

Encontrou-se correlações significativas e negativas para PAR_{inc} , PAR_{ref} e T_{PAR} no mês de Junho.

A correlação entre serrapilheira e R_{PAR} não foi significativa, mas apresentou correlação positiva, ao contrário da correlação com a PAR_{ref} .

O mês de Junho faz parte do período da vazante, estando o solo ainda saturado, Tabela 6, ocorrendo L_{agua} em alguns pontos, Tabela 11, dessa forma, a coloração de superfície permanecia escura, justificando as correlações negativas deste mês.

No mês de Agosto nenhuma correlação foi significativa, porém destaca-se a correlação de 0,436 entre serrapilheira e PAR_{ext} , sugerindo que a radiação seja um dos gatilhos para queda foliar no período.

As correlações entre serrapilheira e R_{PAR} e PAR_{ref} foram positivas, porém não significativas, indicando que as folhas no solo podem influenciar na R_{PAR} , porém não dependendo somente do fator serrapilheira para reflexão e refletância.

5. CONCLUSÃO

A análise da variação espaço-temporal dos fluxos radiativos abaixo do dossel em floresta sazonalmente alagada no Pantanal mato-grossense, permitindo inferir que a refletância do solo para a radiação global e PAR é influenciada negativamente pela lâmina d'água, no período de cheia, e positivamente pela serrapilheira, no período de seca, apresentando sazonalidade.

A estrutura do dossel, IAF, influenciou diretamente na transmissão de radiação para seu interior, não chegando, porém, a influenciar a refletância do solo, sendo esta influenciada pela cobertura do solo.

Na análise do ângulo de incidência encontrou-se influência negativa na radiação incidente abaixo do dossel.

Quanto a comparação do interior e exterior da floresta, mediu-se que as médias de temperatura do ar foram maiores no exterior da floresta, já a umidade relativa do ar foi maior no interior do dossel.

Utilizando o teste de Kruskal-Wallis encontrou-se diferença significativa para temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação global entre os transectos A, C e E, mostrando que a vegetação e altitude, diferentes em cada transecto, influenciam no microclima.

Os resultados desse trabalho contribuem para o conhecimento do Pantanal Mato-Grossense, da inundação e de sua vegetação, uma vez que são dados coletados *in loco* em um local de difícil acesso. Por meio das correlações encontradas, obteve-se a noção da influência da sazonalidade da inundação nas variáveis hidromicrometeorológicas.

6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

É de importância a continuação de experimentos que avaliam o microclima de um local de forma espacial e temporal. Precisa ser levado em consideração um estudo similar para entender o que acontece na parte de cima do dossel, como complemento ao que acontece na parte inferior.

A utilização dos parâmetros encontrados no trabalho também pode ser utilizada para modelagem do sistema, tanto para descrição quanto para previsão.

Assim, pode-se realizar um estudo de forma mais completa, ao se fazer a junção de dados coletados no local, sensoriamento remoto e modelagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, S. M.; BRASIL A. E.; PINHEIRO R.; KUX H. J. H. Estudo Geomorfológico aplicado à Bacia do alto Rio Paraguai e Pantanaís Matogrossenses. Boletim Técnico Projeto RADAM/BRASIL. Série Geomorfologia, Salvador 187: 89–183, 1984.

AMARAL FILHO, Z.P. Solos do Pantanal Mato-Grossense. In Anais do 1º Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal. EMBRAPACPAP - UFMS, 265p. (EMBRAPA-CPAP, Documentos, 5). 1984

ARIEIRA J, NUNES DA CUNHA C. Fitossociologia de uma floresta inundável monodominante de *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), no Pantanal Norte, MT, Brasil. Acta Bot. Bras. 20:569-580, 2006.

BARBIN, D. Planejamento e Análise Estatística de Experimentos Agronômicos. Editora Midas, 2003.

BASTIAANSEN, W. G. M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. Journal of Hydrology, v.229, n.1, p.87-100, 2000.

BIUDES M. S., CAMPELO JÚNIOR J. H., NOGUEIRA J. S., SANCHES L. Estimativa do balanço de energia em cambarazal e pastagem no norte do Pantanal pelo método da razão de Bowen. Revista Brasileira de Meteorologia 24(2):135-143, 2009.

BIUDES, M. S., NOGUEIRA, J. S., DALMAGRO, H. J., MACHADO, N. G., DANELICHEN, V. H. M., SOUZA, M. C. Mudança no microclima provocada pela conversão de uma floresta de cambará em pastagem no norte do Pantanal. Revista de Ciências Agro-Ambientais 10 (1): 61-68, 2012.

BORGES, P.F. Crescimento, desenvolvimento e balanço de radiação do algodoeiro herbáceo BRS-201 em condições irrigadas. Campina Grande, Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Departamento de Ciência Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, 2002.

BRANDÃO, A.B. Dinâmica temporal do efluxo de CO₂ do solo em área de cerrado no Pantanal Mato-grossense. 59p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP): diagnóstico dos meios físico e biótico. Brasília, 433p. 1997.

BRUTSAERT, W. Evaporation into the atmosphere - Theory, history, and applications. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1982.

CARVALHO, P. V. Estudo do fluxo de CO₂ e do estoque de carbono do solo em área de interflúvio no pantanal município de Poconé, MATO GROSSO. Dissertação de mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental 68 f. – 2013.

CESCATTI, A. Effects of needle clumping in shoots and crowns on the radiative regime of a Norway spruce canopy. *Annals of Forest Science*, 55, 89–102, 1998.

CESCATTI, A. MARCOLLA, B., VANNAN, S. K. S., PAN, J. Y., ROMAN, M. O., YANG, X., CIAIS, P. COOK, R. B., LAW, B., MATTEUCCI, G., MIGLIAVACCA, M., MOORS, E. RICHARDSON, A. D., SEUFERT, G., SCHAAF, C. B. Intercomparison of MODIS albedo retrievals and in situ measurements across the global FLUXNET network. *Remote Sensing of Environment*, 323-334, 121, 2012.

CHEN, J.M., & CIHLAR, J. Retrieving leaf area index of boreal conifer forests using Landsat TM images. *Remote Sensing of Environment*, 55, 153–162, 1996.

CHEN J, KT PU, USTIN SL, SUCHANEK TH, BOND BJ, BROSOFSKE KD, FALK M. Net ecosystem exchanges of carbon, water, and energy in young and old-growth Douglas-Fir forests. *Ecosystems* 7:534-544, 2004.

COAKLEY J. A. Reflectance and albedo, surface. In: Holton JR, Curry JA, Pyle JA (eds) *Encyclopedia of the atmospheric sciences*. Academic Press, pp 1914-1923. 2002.

COELHO FILHO, M. A., VILLA-NOVA, N. A., ANGELOCCI, L. R., MARIN, F. R., RIGUI C. A. Método para estimativa do IAF de árvores isoladas ou de plantações com dossel fechado. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*. V.16, n.5, p.529–538, 2012.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. & CLARKE, R.T. Further evidence of changes in the hydrological regime of the river Paraguay: part of a wider phenomenon of climate change. *Journal of Hydrology* 245: 218-238, 2001.

COOPER, P.I. The absorption of solar radiation in solar stills. *Sol. Energy*, v.1, p.333 – 346, 1969.

DA ROCHA, H.R., MANZI, A.O., CABRAL, O.M., MILLER, S.D., GOULDEN, M.L., SALESKA, S.R., COUPE, N.R., WOFYSY, S.C., BORMA, L.S., ARTAXO, P., VOURLITIS, G., NOGUEIRA, J.S., CARDOSO, F.L., NOBRE, A.D., KRUIJT, B., FREITAS, H.C., VON RANDOW, C., AGUIAR, R.G., & MAIA, J.F. Patterns of water and heat flux across a biome gradient from tropical forest to savanna in Brazil. *Journal of Geophysical Research* 114(G00B12): 1-8, 2009.

DA SILVA, C. J. Ecological basis for the management of the Pantanal-Upper Paraguay River basin. In Smits, A. J. M., P. H. Nienhuis & R. S. E. W. Leuven (eds), *New Approaches to River Management*. Bachuys Publishers, Leiden: 97–117, 2000.

DA SILVA, C. J.; GIRARD P. New challenges in the management of the Brazilian Pantanal and catchment area. *Wetlands Ecology and Management* 12: 553–561, 2004.

DALMAGRO H. J., LOBO F. A., VOURLITIS G. L., DALMOLIN Â. C., ANTUNES M. Z. JR, ORTÍZ C. E. R., NOGUEIRA J. S. Photosynthetic parameters of two invasive tree species of the Brazilian Pantanal in response to seasonal flooding. *Photosynthetica* 51(2):281-294, 2013.

DALMOLIN, A. C. DALMAGRO, H. J., LOBO, F. A., ANTUNES, M. Z. J., ORTIZ, C. E. R., VOURLITIS, G. L. Effects of flooding and shading on growth and gas exchange of *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae) of invasive species in the Brazilian Pantanal. *Brazilian Society Of Plant Physiology*, 24(2): 75-84, 2012.

DANCEY, C. REIDY, J. *Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. Porto Alegre, Artmed. 2006.

DAVIDSON, A., & WANG, S. S. The effects of sampling resolution on the surface albedos of dominant land cover types in the North American boreal region. *Remote Sensing of Environment*, 93, 211–224, doi:10.1016/j.rse.2004.07.005, 2004.

DIAS, H. C. T. OLIVEIRA FILHO, A. T. Variação temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua Montana em Lavras - MG. *Revista Árvore*, v.21, 11-26, 1997.

DUFFIE, J.A., BECKMAN, W.A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 762pp. 1980.

ERIKSSON, H. M., EKLUNDH, L., KUUSK, A., NILSON, T. Impact of understory vegetation on forest canopy reflectance and remotely sensed LAI estimates. *Remote Sensing of Environment*, 103, 408–418, 2006.

FANTIN–CRUZ, I.; LOVERDE–OLIVEIRA, S.; GIRARD, P. Caracterização morfométrica e suas implicações na limnologia de lagoas do Pantanal Norte. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, v. 30, n. 2, p. 133-140, 2008.

FANTIN-CRUZ, I.; GIRARD, P.; ZEILHOFER, P.; COLLISCHONN, W., NUNES DA CUNHA, C. Unidades fitofisionômicas em mesoescala no Pantanal Norte e suas relações com a geomorfologia. *Biota Neotropica* 10 (2): 31-38, 2010.

FANTIM-CRUZ, I., PEDROLLO, O., CASTRO, N. M. R., GIRARD, P., Zeilhofer, P., HAMILTON, S. K. Historical reconstruction of floodplain inundation in the Pantanal (Brazil) using neural networks. *Journal of Hydrology*, 2011.

FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I. Avoided deforestation in amazonian as a global warming mitigation measure: the case of Mato Grosso. *World Resource Review*, v.15, p. 352-361, 2003.

FORINASH, K. *Foundations of Environmental Physics. Understanding Energy Use and Human Impacts*, Editor Island Press, 2010.

FRAGA, C. I. M. Evapotranspiração e fator de desacoplamento em área de Cambarazal no Pantanal. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, 2009.

GOULDEN, M. L., DAUBE, B. C., FAN, S. -M., SUTTON, D. J., BAZZAZ, A., MUNGER, J. W. Physiological responses of a black spruce forest to weather. *Journal of Geophysical Research*, 102, 28,987–28,996, 1997.

GOVAERTS, Y. LATTANZIO, A. Estimation of surface albedo increase during the eighties Sahel drought from Meteosat observations. *Global and Planetary Change*, 139-145, vol. 64, 2008.

GOWER, S. T., KUCHARIK, C. J., NORMAN, J. M. Direct and Indirect Estimation of Leaf Area Index, Fapar, and Net Primary Production of Terrestrial Ecosystems. *Remote Sens. Environ.* v 70, p.29–51, 1999.

GU, L., FUENTES, J. D., SHUGART, H. H. Responses of net ecosystem exchanges of carbon dioxide to changes in cloudiness: Results from two North American deciduous forests. *Journal of Geophysical Research*, 104, 31421–31434, 1999.

HAMILTON, S.K., SIPPEL, S.J., MELACK, J.M. Comparison of inundation patterns among major South American floodplains. *Journal Geophysical Research*. 107 (D20), 8038, 2002.

INNES, J. C., DUCEY, M. J., GOVE, J. H., LEAK, W. B., BARRETT, J. P. Size & density metrics, leaf area, and productivity in eastern white pine. *Can. J. For. Res.* 35, 2469–2478, 2005.

IRIONDO, M. Large wetlands of South America: a model for quaternary humid environments. *Quat. Int.* 114, 3–9, 2004.

IZIOMON, M. G., MAYER, M. G. On the variability and modelling of surface albedo and long-wave radiation components. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2002.

JANUARIO, M.; VISWANADHAM, Y.; SENNA, R.C. Radiação solar total dentro e fora de floresta tropical húmica de terra firme (Tucuruí, Pará). *Acta Amazônica*, v.22, p.335-340, 1992.

JUNK, W.J., CUNHA, C. N. DA. PANTANAL: A large South American wetland at a crossroads. *Ecol. Eng.* 24:391–401. doi:10.1016/j. ecoleng.2004.11.012, 2005.

JUNK, W. J., C. N. CUNHA, K. M. WANTZEN, P. PETERMANN, C. STRÜSSMANN, M. I. MARQUES, J. ADIS. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences* 68: 278-309, 2006.

KUCHARIK, C. J., NORMAN, J. M., GOWER, S. T. Characterization of the radiation regime in nonrandom forest canopies: theory, measurements, and a simplified modeling approach. *Tree Physiology* 19, 695-706, 1999.

KRUSKAL, W.H., WALLIS, W.A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47 (260). pp. 583–621 (online). Available at: <http://www.jstor.org/stable/2280779>, 1952.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Editora Rima, 550 p. 2006.

LEADY, B. S.; GOTTGENS, J. S. Mercury accumulation in sediment cores and long food chains in two regions of the Brazilian Pantanal. *Wetlands Ecology and Management*, v. 9, n. 4, 349-361, 2001.

LEITÃO, M. M. V. B. R. Balanço de radiação em três ecossistemas da floresta amazônica: campina, campinarana e mata densa. São José dos Campos, SP: INPE, 1994. 135p. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1994.

LORENZI, H. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Editora Plantarum, Nova Odessa, BR, 1998.

MACFARLANE, C.; COOTE, M.; WHITE, D. A.; ADAMS, M. A. Pothograph exposure affects indirect estimation of leaf area in plantations of *Eucalyptus globulus* Labill. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.100, p.155-168, 2000.

MACHADO, L. A. T., LAURENT, H., DESSAY, N., MIRANDA I., Seasonal and diurnal variability of convection over the Amazonia: a comparison of different vegetation types and large scale forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 78, no. 1–3, pp. 61–77, 2004.

MARISCAL, M.J., ORGAZ, F., VILLALOBO, F.J. Modelling and measurement of radiation interception by olive canopies, *Agricultural and Forest Meteorology*, 183–197, 2000.

MASON, C. F. Decomposição. Coleção de temas de biologia, São Paulo: E.P.U., v.18, 63p., 1980.

MESSIAS, I.A.M. Monitoramento contínuo do potencial redox e de variáveis complementares em ambiente hipersazonal no Pantanal de Barão de Melgaço. 57p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

MESSIER, C., PUTTONEN, P. Spatial and temporal variation in the light environment of developing Scots pine stands; the basis for a quick and efficient method of characterizing light. *Can. J. For. Res.* 25, 343–354, 1995.

MONTGOMERY, R.A., CHAZDON, R.L. Forest structure, canopy architecture and light transmittance in tropical wet forests. *Ecol. Eng.* 82, 2707–2718, 2001.

MONTEITH, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 9, 747–766, 1972.

MOURA, M.A.L.; LYRA, R.F.F.; BENINCASA, M.; SOUSA, J.L.; NASCIMENTO FILHO, M.F. Variação do albedo em áreas de florestas e pastagem na Amazônia. *Rev. Bras. Agrometeorologia*, v.7, n.2, p 163 - 168, 1999.

NOVAIS, J. W. Z., RODRIGUES, T. R., CURADO, L. F. A., OLIVEIRA, A. G., PAULO, S. R. NOGUEIRA, J. S., OLIVEIRA, R. G. Geothermal Dynamics in *Vochysia Divergens* Forest in a Brazilian Wetland. *Air Soil and Water Research*, 2013:6 47–52, 2013.

NUNES DA CUNHA, C; JUNK, W.J.; FALESSA, O.; COSTA, C.P. & ALMEIDA, L. Influences of dry and flooding periods on phenology and the dynamic of seedlings and saplings of *Vochysia divergens* Pohl, in the Pantanal of Poconé. Pp. 871-874. In: German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems - Achievements and Prospects of Cooperative Research. Hamburg, 2000.

NUNES DA CUNHA, C.1 & JUNK, W.J, Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. *Applied Vegetation Science* 7: 103-110, 2004.

OLIPHANT, A. J., GRIMMOND, C. S. B., SCHMID, H. P., SU, H. -B., SCOTT, S. L., & VOGEL, C. The role of cloud cover in net ecosystem exchange of CO₂ over two mid-western mixed hardwood forests. *Proceedings of 25th Conference on Agricultural and Forest Meteorology*, Norfolk, VA, 2002.

OLIPHANT A., SUSAN C., GRIMMOND B., SCHMID, H. P., WAYSON C. Local-scale heterogeneity of photosynthetically active radiation (PAR), absorbed PAR and net radiation as a function of topography, sky conditions and leaf area index. *Remote Sensing and Environment*, 324–337, 2006.

PINTO JUNIOR, O. B., SANCHES, L., LOBO, F. A., BRANDÃO, A. A., NOGUEIRA, J. S. Leaf área index of a tropical semi-deciduos forest of the Southern Amazon Basin, 2010.

POTT, A.; POTT, V.J. *Plantas do Pantanal*. Brasília: Embrapa, 320, 1994.

QUERINO, C. A. S., MOURA, M. A. L., LYRA, R. F. F., MARIANO, G. L. Avaliação e comparação de radiação solar global e albedo com ângulo zenital na região amazônica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, n.3a, 42-49, 2006.

SAILOR, D. J., RESH K., SEGURA D. FIELD. Measurement of albedo for limited extent test surfaces. *Solar energy*, 589-599, 2006.

SALESKA, S.R., MILLER, S.D., MATROSS, D.M., GOULDEN, M.L., WOFSEY, S.C., ROCHA, H.R. DA, CAMARGO, P.B. DE, CRILL, P., DAUBE, B.C., FREITAS, H.C. DE, HUTYRA, L., KELLER, M., KIRCHHOFF, V., MENTON, M., MUNGER, J.W., PYLE, E.H., RICE, A.H., SILVA H. Carbon in Amazon forests: unexpected seasonal fluxes and disturbance-induced losses. *Science*. 302 p. 1557, 2003.

SANCHES, L.; SULI, G. S., PRIANTE FILHO, N., VOURLITIS, G. L., NOGUEIRA, J. S. Índice de área foliar em floresta de transição Amazônia Cerrado. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 1, p. 37-46, 2008.

SANCHES, L., ALVES, M.C., CAMPELO JÚNIOR, J.H., NOGUEIRA, J.S. & DALMAGRO, H.J. Estimativa do coeficiente Priestley-Taylor em floresta monodominante Cambarazal no Pantanal. *Revista Brasileira de Meteorologia* 25 (4): 448-454, 2010.

SANCHES, L., VOURLITIS, G. L., ALVES, M. C., PINTO-JUNIOR, O. B., NOGUEIRA, J. S. Seasonal Patterns of Evapotranspiration for a *Vochysia divergens* Forest in the Brazilian Pantanal. *Wetlands*, 31:1215-1225, 2011.

SANSEVERO, J. B. B., PIRES, J. P. A., PEZZOPANE, J. E. M. Caracterização ambiental e enriquecimento da vegetação de áreas em diferentes estágios sucessionais (pasto, borda, clareira e floresta). *Revista científica eletrônica de engenharia florestal*, 2006.

SCHMID, H. P., GRIMMOND, C. S. B., CROPLEY, F., OFFERLE, B., & SU, H. - B. Measurements of CO₂ and energy fluxes over a mixed hardwood forest in the mid-western United States. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103, 357–374, 2000.

SENNA, M. C. A., COSTA, M. H., SHIMABUKURO, Y.E. Fraction of photosynthetically active radiation absorbed by Amazon tropical forest: A comparison of field measurements, modeling, and remote sensing. *Journal of Geophysical Research*, vol. 110, 2005.

SILVA, M.P.; MAURO, R.; MOURÃO, G. E., COUTINHO, M. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Revista Brasileira de Botânica* 23(2): 143-152, 2000.

SILVA, B. B. DA; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat 5 - TM. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria, v.13, n.2, p.201-211, 2005.

SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. 3rd ed. W.H. Freeman and Co, New York, 1997.

SPEARMAN, C., The proof and measurement of association between two things. *American Journal Psychology* 15, 72–101, 1904.

SPOLADOR, J., SANCHES L., COSTA, M. H. Radiação fotossinteticamente ativa em uma floresta de transição Cerrado-Amazônia. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 2006.

VAN LEEUWEN, W. J. D., HUETE, A. R. Effects of Standing Litter on the Biophysical Interpretation of Plant Canopies with Spectral Indices. *Remote Sensing Environment*, v. 55 123-138, 1996.

VIANELLO R. L. & ALVES A. R. Meteorologia básica e aplicações, Viçosa-MG, Imprensa Universitária, 449p., 1991.

VILANI, M. T. ; SANCHES, L. ; COSTA, M. H. ; GAIO, D. C. ; NOGUEIRA, S. J. Estimativa da absorvância da radiação fotossinteticamente ativa de uma vegetação de transição floresta Amazônica-cerrado por três métodos. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 15, p. 289/298-298, 2007.

VIERLING, L. A., & WESSMAN, C. A. Photosynthetically active radiation heterogeneity within a monodominant Congolese rain forest canopy. Agricultural and Forest Meteorology, 103, 265–278, 2000.

VOURLITIS, G. L., DA ROCHA, H. R. Flux dynamics in the cerrado and cerrado-forest transition of Brazil, in Ecosystem Function in Global Savannas: Measurement and Modeling at Landscape To Global Scales, M. J. Hill and N. P. Hanan, Eds., pp. 97–116, CRC, Boca Raton, Fla, USA, 2011.

VOURLITIS G. L., LOBO F. A., BIUDES M. S., ORTÍZ C. E. R., NOGUEIRA, J. S. Spatial variations in soil chemistry and organic matter content across a *Vochysia divergens* invasion front in the Brazilian Pantanal. Soil Sci. Soc. Am. J. 75:1554-1561, 2011.

WELLES, J. M.; COHEN, S. Canopy structure measurement by gap fraction analysis using commercial instrumentation. Journal of Experimental Botany, v.47, p.1335-1342, 1996.

ZEILHOFER, P. Monitoramento das condições de umidade no Pantanal setentrional através de imagens multitemporais de Landsat Thematic Mapper. Engenharia Sanitária e Ambiental 4, 25–33, 1999.

ZEILHOFER, P., SCHESSL, M. Relationship between vegetation and environmental conditions in the northern Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *J. Biogeogr.* 27, 159 – 168, 2000.

ZEILHOFER, P., MOURA, R. M., Hydrological changes in the northern Pantanal caused by the Manso dam: Impact analysis and suggestions for mitigation. *Ecological Engineering.* 105 – 117, 2009.

7. REFERÊNCIAS CONSULTADAS

OMETTO, J.C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 440p, 1981.

REICHARDT, K., TIMM, L. C. Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri-SP, Manole, 2004.

VAREJÃO, M. A. S. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital. Recife-PE, 2006.