



COBERTURA FLORESTAL DA *Tectona grandis* L. f. BASEADO NOS PRODUTOS MOD44B E 3B43 EM PLÁCIDO DE CASTRO, AC

Regiane Souza Vilanova¹, Maria Sueliane Santos de Andrade², Rafael Coll Delgado³, José Francisco de Oliveira Júnior⁴, Roberto Diego Bezerra dos Santos⁵

1. Estudante de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul/AC – Brasil.
2. Estudante de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul/AC – Brasil.
3. Professor Doutor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Ambientais (DCA), Seropédica/RJ – Brasil (rafaelcolldelgado32@gmail.com).
4. Professor Doutor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Ambientais (DCA), Seropédica/RJ – Brasil
5. Estudante de Mestrado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAF), Seropédica/RJ – Brasil.

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

RESUMO

Foi avaliada a cobertura florestal baseado no produto MOD44B (sensor MODIS acoplado a plataforma do satélite TERRA) na espécie *Tectona grandis* L. f. (Teca) em Plácido de Castro, Acre, seguido da análise da influência do regime da precipitação no crescimento da vegetação por meio do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) referente ao produto 3B43 para o período de 2000 - 2010. A análise foi feita convertendo em formato *raster*, o produto 3B43, e identificando as classes do MOD44B com o software ArcGIS 10.1. Foi realizada leitura dos pixels da densidade de cobertura da vegetação, com intuito de acompanhar o ciclo da espécie Teca baseado no produto MOD44B. Comparando-se com os dados estimados de precipitação do TRMM ao longo do período estudado, os resultados indicaram correlação $r = 0,75$, o r^2 foi de 56,67%, onde o ajuste foi de uma regressão logarítmica, o Erro Padrão de Estimativa foi de 110,21 mm para os dados analisados. A relação direta entre o acumulado anual de precipitação e a cobertura florestal dos pixels para o período estudado não obteve relação alguma. Dentro da área de estudo e ao redor do polígono da Teca, as classes baseadas no produto MOD44B mais evidentes foram categorizadas como Moderadamente Baixo (35%) e Moderadamente Alto (54%) em comparação as demais categorias. A análise do produto MOD44B em 10 anos para a espécie *Tectona grandis* L. f. em Plácido de Castro, foi consistente quanto ao crescimento da cobertura da vegetação na área de estudo.

PALAVRAS- CHAVE: Amazônia, precipitação acumulada, região Norte.

FOREST COVERING OF *Tectona grandis* L. f. BASED ON MOD44B AND 3B43 PRODUCTS IN PLÁCIDO DE CASTRO, AC REGION

ABSTRACT

Forest cover was available based on MOD44B product (MODIS coupled to the platform TERRA satellite) on *Tectona grandis* L. f. (Teca) species in Plácido de Castro, Acre, followed by analysis of precipitation regime influence in vegetation growth by TRMM satellite (Tropical Rainfall Measuring Mission) means for 3B43 product during 2000-2010 period. Analysis was done converting 3B43 product in raster format, and identifying MOD44B classes with ArcGIS 10.1. Was done a pixel density reading on vegetation cover, in order to, follow species cycle based on MOD44B (Teca) product. Comparing with TRMM estimated rainfall data over period, results showed correlation $r = 0.75$, the r^2 was 56.67%, which was a logarithmic regression setting, estimative standard error was 110.21 mm for analyzed data. Direct relationship between accumulated annual rainfall and forest cover of pixels for study period did not any relationship. Within study area and around Teca polygon, classes based on MOD44B product more evident were categorized as Moderately Low (35%) and moderately high (54%) than other categories. Product analysis MOD44B in 10 years for *Tectona grandis* L. f. species in Plácido de Castro, was consistent as vegetation cover growth in study area.

KEYWORDS: Amazon, accumulated rainfall, northeastern region.

INTRODUÇÃO

As modificações ocorridas na paisagem natural na Amazônia Ocidental ao longo de décadas, provocado pelo desenvolvimento econômico impulsionado pelo Governo Federal, que por sua vez gerou a expansão da fronteira agrícola e agropecuária na região e por fim originou sucessivos episódios de queimadas e incêndios florestais. Todos esses eventos citados anteriormente têm gerado grandes discussões e debates no meio acadêmico-científico e na área da gestão pública no que tange os efeitos provocados pelas Mudanças Climáticas.

Segundo CORDEIRO et al. (2008), o desmatamento das florestas em ambiente tropical contribui de forma significativa para o Aquecimento Global. Os autores comentam que a as áreas preservadas de floresta não é parte do problema, mas parte da solução para se manter o clima do planeta estável.

De acordo com o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), o desmatamento em outubro de 2012 detectou 487 km² de desmatamento na Amazônia Legal. Isso representou um aumento de 377% em relação a outubro de 2011 quando o desmatamento somou 102 km² (IMAZON, 2013). A Floresta Amazônica é importante para o planeta porque captura e armazena o carbono da atmosfera e também exerce um papel fundamental no clima da América do Sul (AS) por seu efeito sobre o ciclo hidrológico local e regional (MARENGO et al., 2011). De acordo com MARENGO et al. (2011) a redução do desmatamento poderia minimizar esses impactos, bem como reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera.

O município de Plácido de Castro, estado do Acre (AC), é motivo de grande preocupação nas alterações da cobertura da terra em comparação aos demais municípios. De acordo com os dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática

– SIDRA (SIDRA, 2013), o município de Plácido de Castro teve um crescimento elevado no rebanho de gado de 3.777 em 1977 passando para 140 mil em 2011. Estes números do SIDRA mostram claramente a profunda alteração da paisagem ocorrida no estado acreano nos últimos anos, e influenciando significativamente na variabilidade climática do estado, segundo os trabalhos recentes de FREITAS et al. (2012) e DELGADO et al. (2012).

Uma das alternativas consiste em reflorestar as áreas desmatadas e, portanto, tem sido adotada por muitas empresas privadas no Brasil, que é o plantio de espécies que se adaptam ao clima destas regiões. A Teca (*Tectona grandis* L. f.) é uma espécie nativa da Ásia, sendo encontrada nos seguintes países: Índia, Mianmar, Tailândia e Laos. Segundo dados da Embrapa Acre o reflorestamento com Teca na Amazônia foi inicialmente alavancado com o fim da reposição florestal, em curto prazo, no entanto, a médio e longo prazo podem substituir as madeiras duras nativas (EMBRAPA, 2013).

Segundo TONINI et al., (2010) a Teca é uma árvore pioneira, decídua, de grande porte e de copa circular. Sob as condições favoráveis de crescimento, a Teca desenvolve um tronco retilíneo com altura superior a 25 m. Obtém melhor desempenho em locais com precipitação acumulada entre 1.270 mm e 2.540 mm.

Os plantios de Teca em sítios adequados e com tecnologia podem assumir um papel importante, principalmente em reflorestamentos, variando de grande escala a local. A Teca possui função ambiental, social, econômica e estrutural, reduzindo em longo prazo a pressão sobre os estoques naturais de madeira dura, tornando a indústria madeireira mais competitiva, além de inserir a produção familiar na cadeia produtiva de madeira (EMBRAPA, 2013).

Recentemente, técnicas automáticas de monitoramento de mudanças na cobertura do bioma amazônico por meio de geotecnologias empregadas em imagens de satélites têm sido usadas por muitos pesquisadores como, por exemplo, GUERRA et al., (2010); DELGADO et al., (2012) e FREITAS et al., (2012). Estas geotecnologias aplicadas ao monitoramento ambiental são utilizadas tanto para gerar estimativas de áreas, produtividade e características fenológicas.

São inúmeros produtos oriundos de sensores e plataformas orbitais voltados à pesquisa e monitoramento da superfície terrestre em escala regional e global na região Amazônica como, por exemplo, o mais novo produto o MOD44B denominado de *Vegetation Continuous Field* (VCF). O produto tem a finalidade de estimar o percentual da cobertura florestal com resolução espacial de 250 m a nível global. Os dados do VCF são utilizados para inúmeros estudos, tais como, biogeoquímicos, manejo de ecossistemas, análise ambiental, entre outros (TOWNSHEND et al., 2001).

Outros avanços da área de Sensoriamento Remoto (SR) a nível orbital é o satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), destacando-se no fornecimento da precipitação nas regiões intertropicais do planeta (HUFFMAN et al., 2007). O satélite TRMM é um projeto em parceria entre a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA), e foi lançado em 27 de novembro de 1997 com o objetivo de monitorar e estudar a precipitação nos trópicos e subtropicais (KUMMEROW et al., 1998 e 2000), além de verificar a influência do clima global. Sendo uma boa alternativa no monitoramento da precipitação regional e a nível global, devido à falta de uma rede pluviométrica consistente temporalmente e espacialmente, e sendo esta variável meteorológica uma das principais responsáveis na determinação do crescimento ou contração florestal, e também no estresse fisiológico da vegetação.

Baseado no exposto, este trabalho tem como objetivos principais: analisar espacial e temporalmente as áreas plantadas pela Embrapa Acre da *Tectona grandis* L. f. baseado no produto MOD44B, e comparar o aumento ou redução da cobertura florestal com os dados do satélite TRMM referente ao produto 3B43 para período de 2000 - 2010 em Plácido de Castro, AC.

MATERIAL E METODOS

Situado na região Norte do Brasil, o município de Plácido de Castro, AC, possui uma área superficial de 1.943,245 km² (BRASIL, 2013) (Figura 1). O clima predominante é "Aw", segundo classificação climática de Köppen. O estado acreano é dividido climaticamente em dois principais tipos de clima: tropical úmido (Af) e tropical de monções (Am) (IBGE, 1997; MESQUITA & DUARTE, 2005). Segundo MESQUITA & DUARTE (2005) estes dois tipos de climas possuem comportamento similares à quantidade de precipitação acumulada anual com valores superiores a 2.000 mm.

Foram usados os dados observados da Embrapa Acre da espécie *Tectona grandis* L. f. O plantio da espécie em Plácido de Castro tem 12 anos. O período do plantio foi de novembro de 2000 a março de 2001. As mudas foram do tipo toco, feitas a partir de sementes compradas do estado do Mato Grosso (MT). O espaçamento entre as árvores foi de 3 x 2 m. A área tem aproximadamente 30 hectares (Figura 1).

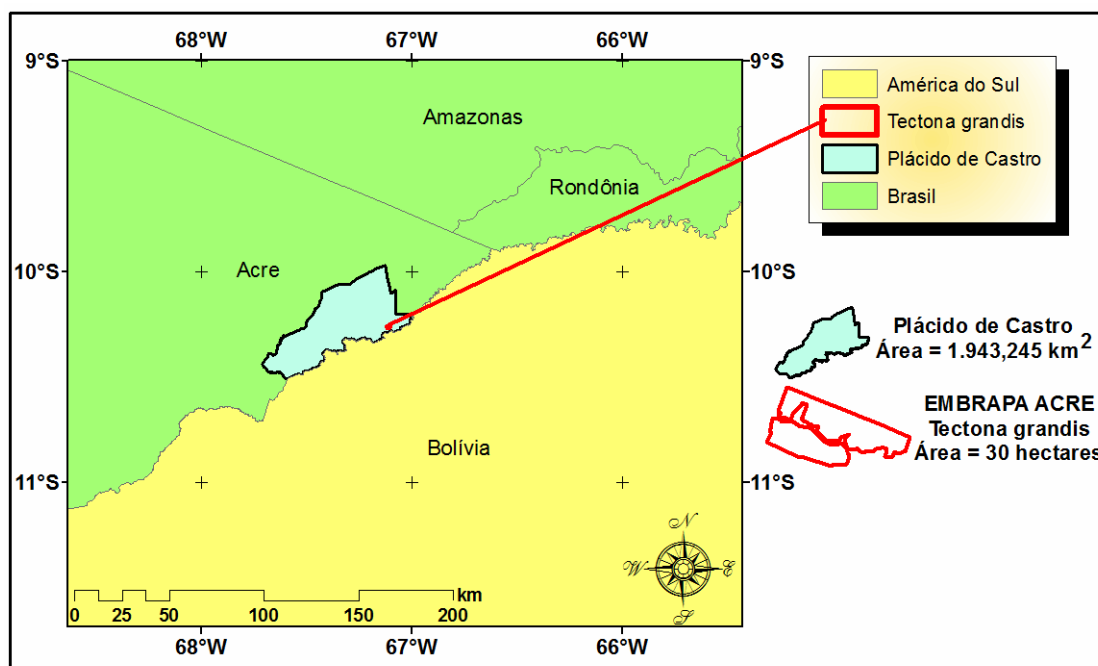


FIGURA 1. Localização geográfica da área de estudo, município de Plácido de Castro no estado do Acre e área plantada de *Tectona grandis* L. f. (30 hectares).

O imageamento orbital dos dados utilizados na determinação da cobertura florestal segue a seguinte categorização: Extremamente Baixo (0% a 5%), Muito Baixo (5% a 17%), Moderadamente Baixo (17% a 35%), Moderadamente Alto (35% a 54%), Muito Alto (54% a 71%) e Extremamente Alto (71% a 89%) resultado das

imagens de 2000 a 2010 do produto MOD44B (https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table/mod44b) com composição anual, resolução espacial de 250 m oriundo do sensor MODIS acoplado a plataforma do satélite TERRA.

O processamento dos dados do MODIS foi realizado através do pré-processado existente no algoritmo MODIS *Reprojection Tool* (MRT) a fim de transformar o dado no formato de *HDF* para *GEOTIFF* e, por fim a conversão do sistema de projeção Sinusoidal para UTM WGS 84. As imagens dos anos de 2000 a 2010 foram adquiridas do *United States Geological Survey* no seguinte endereço: <http://www.glovis.usgs.gov/> (USGS, 2013).

Os dados do satélite TRMM de precipitação do produto 3B43 (<http://mirador.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/mirador/presentNavigation.pl?>), com resolução espacial de aproximadamente 30 km, e resolução temporal mensal foram convertidos para valores anuais de 2000 a 2010, sendo obtidos no seguinte endereço: http://www.mirador.gsfc.nasa.gov/collections/TRMM_3B43_007.shtml (TRMM, 2013).

O produto 3B43 vem no formato .nc (NetCDF), e para isso foi utilizado o programa ArcGIS 10.1 para a conversão e leitura em planilhas. No software ArcGIS 10.1 foi utilizado o ArcToolbox – Multidimension Tools, e as ferramentas de conversão Make NetCDF Raster Layer e Make NetCDF Table View. Ainda no ArcGIS 10.1, por meio da ferramenta Extract by Mask foi elaborado o recorte das imagens do MODIS para o período de estudo, a fim de representar a área total plantada da *Tectona grandis* L. f.

Os dados do satélite TRMM foram correlacionados com dados de precipitação das observações realizadas nas Estações Meteorológicas de Superfícies (EMS) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) no Estado do Acre, para posteriormente ser utilizado no município de Plácido de Castro, AC, onde existe um déficit de observações de superfície nessa região.

O software ArcGIS 10.1 foi utilizado neste trabalho para a análise e organização de banco de dados, seguido da confecção dos mapas em escala espaço-temporal dos dados do produto MOD44B, e os pontos oriundos do produto 3B43. O mesmo software foi utilizado para vetorização do polígono da espécie *Tectona grandis* L. f. da Embrapa Acre.

Na avaliação do produto 3B43 para determinar a precipitação no estado acreano foram utilizados alguns métodos estatísticos baseados em análises comparativas entre as metodologias propostas com base nos valores observados nas EMS do INMET existentes no Acre (Tabela 1). Para validação dos modelos, foram adotados os seguintes métodos estatísticos: Regressão Linear e Correlação Linear (Pearson) (r^2 e r), Ajustamento de Curvas, seguido do Erro Padrão de Estimativa (EPE) proposto por ALLEN et al. (1989), Viés Médio (VM) e o índice de concordância (d) proposto por WILLMOTT et al. (1985). As formulações usadas seguem abaixo:

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{O})^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (1)$$

$$r = \frac{\sum O_i P_i}{\sqrt{\sum O_i^2} \sqrt{\sum P_i^2}} \quad (2)$$

$$EPE = \sqrt{\frac{\sum (O_i - P_i)^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$VM = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)}{N} \quad (4)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - O_i| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right] \quad (5)$$

em que, P_i é o i ésimo valor estimado de precipitação (mm), O_i é o i ésimo valor observado de precipitação (mm), \bar{O} é o valor médio observado de precipitação (mm), N é o número de dados analisados.

TABELA 1. Dados de precipitação acumulada anual (mm) das Estações Meteorológicas de Superfícies existentes no Estado do Acre para as localidades de Cruzeiro do Sul, Rio Branco e Tarauacá, respectivamente.

Ano	Precipitação (mm) Anual		
	Cruzeiro do Sul	Rio Branco	Tarauacá
2000	2.263,50	1.884,30	1.570,50
2001	1.844,40	2.002,60	1.743,00
2002	1.863,60	2.414,30	1.791,60
2003	2.229,80	2.074,20	1.601,10
2004	1.980,60	2.558,00	1.990,40
2005	1.843,20	2.077,20	1.527,60
2006	1.875,30	1.859,80	1.845,10
2007	1.838,00	2.299,60	1.603,50
2008	2.367,00	1.968,00	1.586,40
2009	2.230,70	2.185,30	1.434,90
2010	1.876,90	1.890,70	1.853,40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 observa-se a comparação entre a precipitação acumulada anual obtida das EMS do INMET e as estimativas do produto do satélite TRMM para o estado do Acre. Observa-se que o regime de chuvas nas três localidades do estado do AC são bem distribuídos anualmente com valores médios próximo de 2.000 mm em todo o período analisado, as exceções foram os anos de 2001 (INMET), 2004 (INMET e TRMM) e 2009 (INMET) superiores a 2.000 mm. As menores médias de precipitação encontradas para ambas as localidades estudadas foram para os anos de 2000 (evento de La Niña moderada) a 2010 (evento de El Niño fraco), respectivamente (Figura 2). A variabilidade anual nas três localidades identificadas no estudo se deve em função da atuação de sistemas meteorológicos sinóticos (Zona de Convergência Intertropical do Atlântico – ZCIT, Alta da Bolívia – AB, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCAN e Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS e de mesoescala (Friagens, Cumulonimbus isolados e Linhas de Instabilidade – LI) (REBOITA et al., 2010; ANANIAS et al., 2010), seguido dos modos de variabilidade climática (El Niño - Oscilação Sul - ENOS e Anomalias das Temperaturas da Superfície do Mar – TSM dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico) que influenciam os padrões de chuvas na região.

Na Amazônia, em geral, os anos de El Niño se caracterizam em períodos de estiagem porque a ZCIT situa-se anormalmente mais ao norte do que sua posição climatológica sobre o Atlântico Tropical. A convecção é inibida porque o ramo descendente da Célula de Walker (CW) se desloca para uma área sobre a Amazônia. Além disso, como os ventos alísios de NE estão bem mais fracos, há uma diminuição do fluxo de umidade proveniente dos oceanos (MARENGO, 2008).

Os estudos realizados por SHUKLA & NOBRE (1996) corroboram com a hipótese de que a combinação das circulações atmosféricas anômalas, causadas pelas distribuições espaciais da TSM sobre os oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical, afetam o posicionamento latitudinal da ZCIT. Tal fato influencia diretamente a distribuição da precipitação sobre o norte da América do Sul. Assim, durante os eventos de El Niño e La Niña, observam-se variações na distribuição da precipitação em relação ao padrão da Região Amazônica, produzindo, em geral, anomalias negativas de precipitação em períodos de El Niño e anomalias positivas em períodos de La Niña.

No entanto, a região Amazônica, por ser muito extensa, apresenta resposta diferenciada a atuação destes fenômenos. Por exemplo, em algumas regiões há redução das chuvas em anos de El Niño e aumento em anos La Niña. Apesar disso, em outras regiões a resposta pode ser inversa, ou pouco alterada, podendo, nesses casos, ser mais dependente das condições da TSM do Oceano Atlântico do que do Oceano Pacífico (MARENGO, 2008). Que neste caso pode ser observado na série adotada no estudo (Figura 2).

Valores médios ao longo dos 10 anos estudados no Acre foram encontrados pelo produto 3B43 da ordem de 1.968,62 mm (Figura 2). Após, essa análise do regime médio da precipitação espera-se que o produto MOD44B que é derivado de índices de vegetação apresente algumas variações em consequência da variabilidade da precipitação na região de estudo.

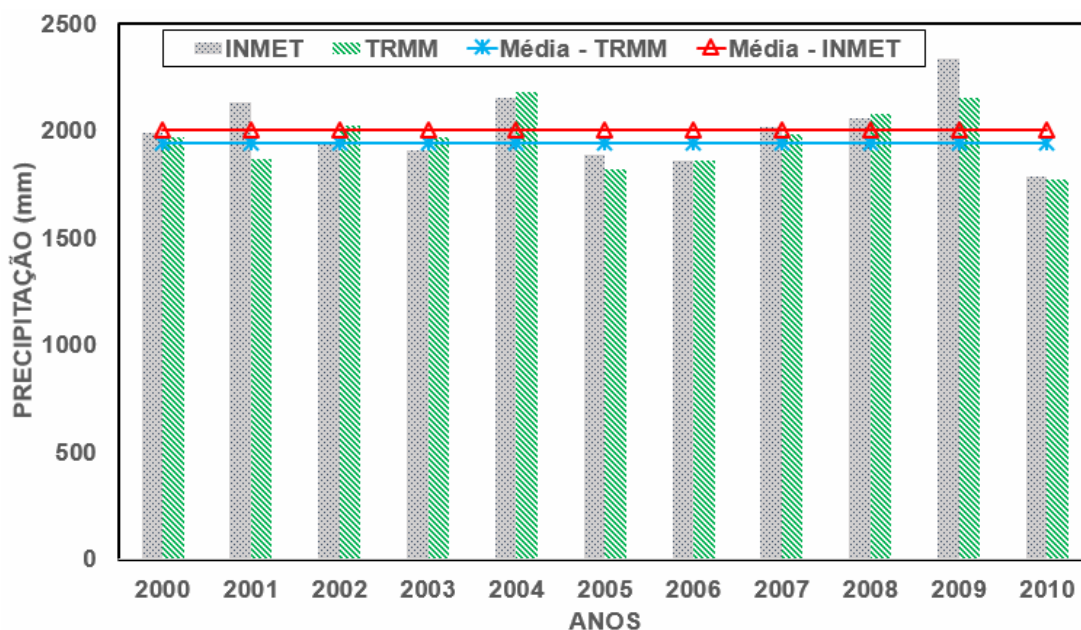


FIGURA 2. Precipitação acumulada (mm) estimada pelo satélite TRMM e observada nas EMS (INMET) no Estado do Acre no período de 2000-2010.

Na Figura 3 foi observada correlação $r = 0,75$ o r^2 foi de 56,67%, onde o ajuste foi de uma regressão logarítmica. O EPE foi de 110,21 mm para os dados analisados (Figura 3).

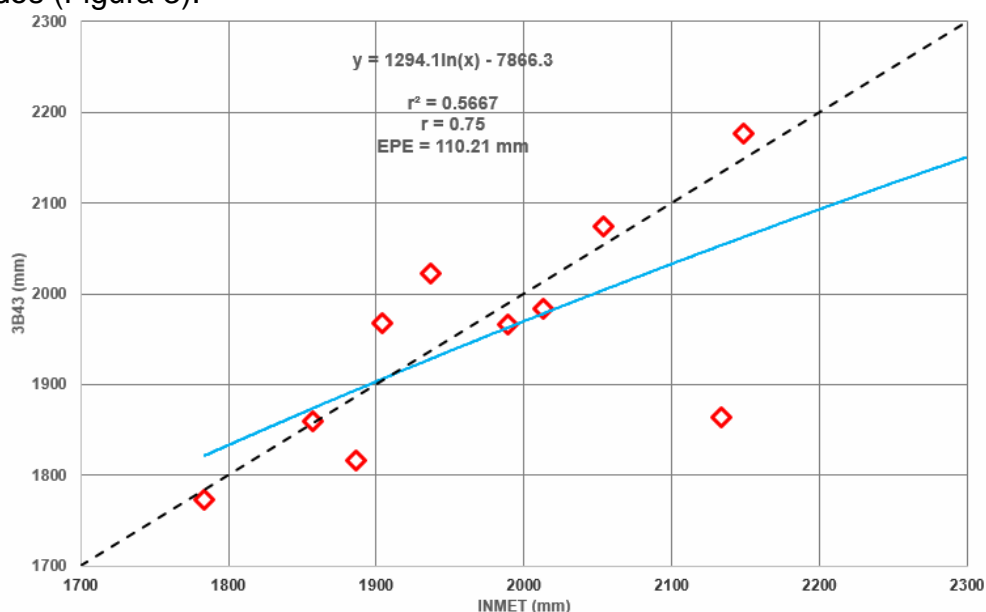


FIGURA 3. Regressão logarítmica (r^2), análise de correlação (r) e Erro Padrão de Estimativa (EPE) para os dados estimados (3B43) e observados (INMET) para o Acre durante o período de 10 anos 2000-2010.

O VM apresentou as maiores subestimativas e superestimativas no conjunto de dados de precipitação, principalmente para os anos de 2001 (-269,86 mm) e 2002 (86,36 mm), anos de ocorrência de evento de La Niña Moderada (CPTEC, 2013), respectivamente (Tabela 2). Os anos de 2001, 2004, 2005, 2006, 2008 e 2010 apresentaram o melhor desempenho, com d médio para os anos

citados anteriormente da ordem de 0,97, mostrando boa confiabilidade nos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM. Desempenho baixo e pouca confiabilidade nos dados estimados ficaram com o restante dos anos avaliados, com valor médio $d = 0,67$.

TABELA 2. Análise estatística da precipitação acumulada (mm) da EMS e os dados de precipitação do satélite TRMM para o estado do Acre no período de 2000-2010.

Anos	VM	d
2000	-23,18	0,66
2001	-269,86	0,99
2002	86,36	0,54
2003	63,93	0,63
2004	27,34	0,99
2005	-70,37	0,90
2006	3,00	0,99
2007	-29,10	0,77
2008	-20,34	0,94
2009	-181,57	0,75
2010	-10,10	0,99

Os resultados encontrados neste trabalho para o regime de precipitação acumulado anual no estado do Acre não concordaram com os trabalhos realizados anteriormente por COLLISCHONN et al., (2007) e NÓBREGA et al., (2010). Enquanto que o trabalho feito por SILVA et al., (2013) comparando dados de EMS e os dados do satélite TRMM para o Vale Médio do Parapanema, em São Paulo (SP), apresentou também baixos valores de r^2 e valores elevados do índice d similar aos resultados obtidos neste estudo. Eles comentaram que as diferenças encontradas podem estar associadas às escalas de cobertura (pontual e espacial), seguido da resolução espacial do sensor do satélite TRMM de $0,25^\circ$.

A Figura 4 mostra a análise espacial e temporal do percentual (%) da área plantada dos pixels da *Tectona grandis* L. f. em Plácido de Castro, AC a partir de dados do produto MOD44B para período estudado. As classes identificadas foram com baixa cobertura florestal em tons de vermelho e laranja (0% a 17%), seguida das classes em tons de verde (54% a 89%) com a maior presença de cobertura florestal, sendo oriundo de uma floresta nativa que está abaixo do experimento da Embrapa Acre. Dentro da área de estudo e ao redor do polígono da *Tectona grandis* L. f. as classes mais evidentes foram nas categorias Moderadamente Baixo e Moderadamente Alto (35% a 54%). A variabilidade de cores nos “pixels” é associada à fisiologia, espaçamento do plantio, solos, e também climático (Figura 4).

Segundo HIGUCHI et al. (2008), estudos sobre a dinâmica de comunidades arbóreas em fragmentos são fundamentais, pois permitem o monitoramento e a previsão dos processos de transformação das populações e das comunidades vegetais.

Outra importante contribuição que pode ser obtida, por meio do sensoriamento remoto, é a identificação e o monitoramento de mudanças que ocorrem com as formações vegetais (LIESENBERG, 2005). O autor destaca ainda que o monitoramento da dinâmica florestal também evidencia as ações antrópicas em intervalos menores, possibilitando aos órgãos ambientais a implantação de medidas para o seu monitoramento e permitindo a sua mitigação de uma maneira mais ágil (LIESENBERG, 2005).

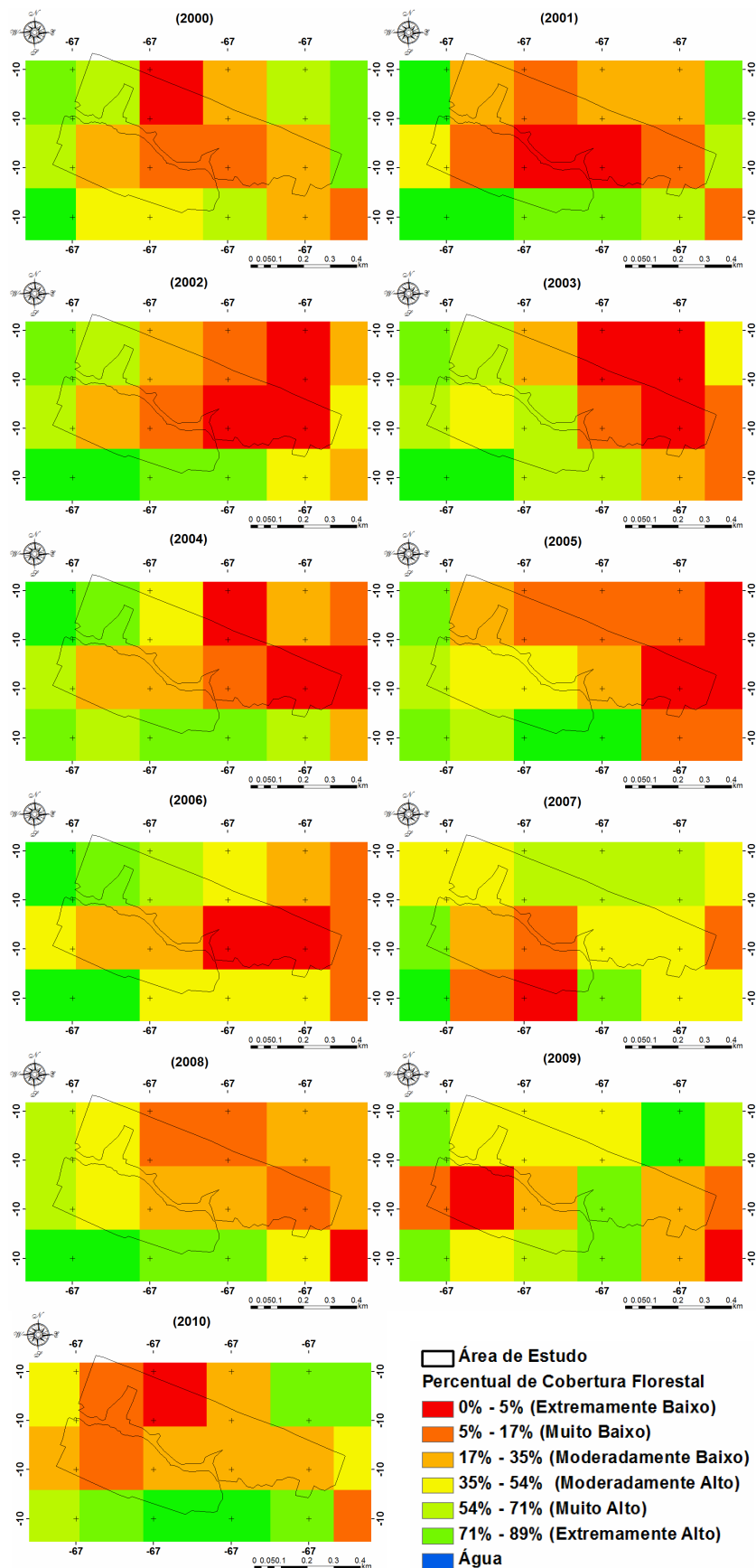


FIGURA 4. Análise espaço-temporal do percentual (%) da área plantada da espécie *Tectona grandis* L. f. em Plácido de Castro, AC no período de 2000-2010.

Na Figura 5 a partir da leitura dos pixels anuais de 2000 a 2010 foram obtidos amostras espectrais da *Tectona grandis* L. f. Verifica-se que o produto MOD44B obtido do sensor MODIS acoplado a plataforma do satélite TERRA foi eficiente na análise do crescimento vegetativo na área de estudo.

O produto MOD44B mostra-se eficiente, e permite identificar um padrão diferenciado entre coberturas vegetais, e torna-se importante em estudos de polígonos desmatados na região (ANDERSON et al., 2005).

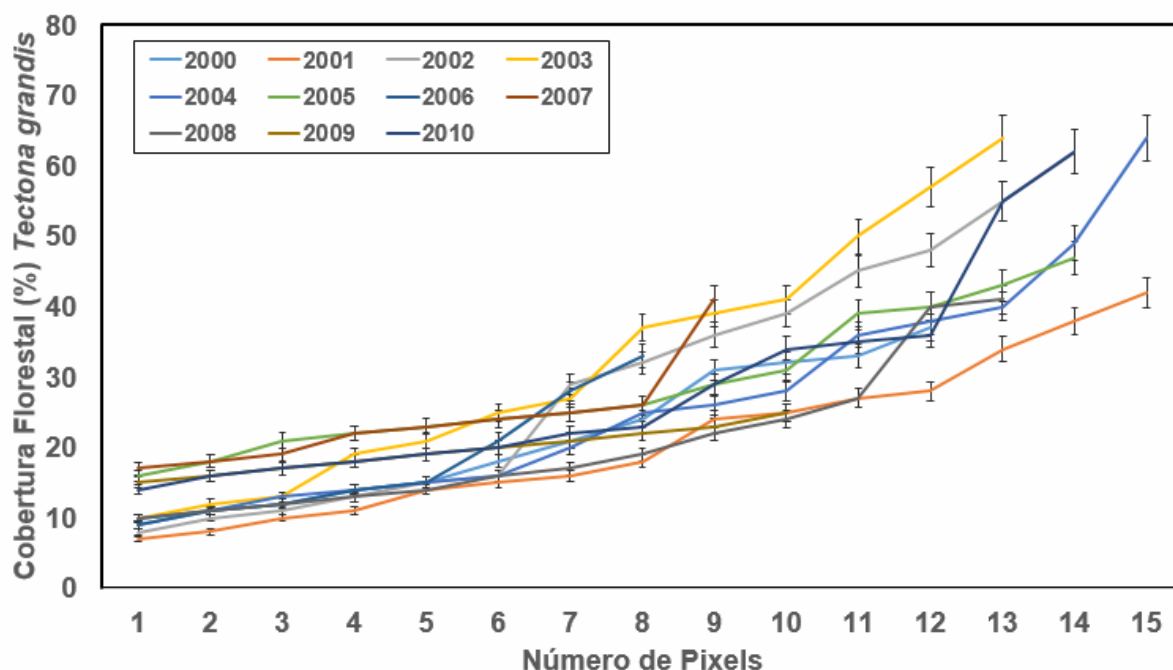


FIGURA 5. Análise do crescimento da espécie *Tectona grandis* L. f. na área de experimento da Embrapa Acre, em Plácido de Castro, baseado no produto MOD44B no período de 2000-2010.

A partir do produto anual MOD44B no polígono da Teca procurou-se estabelecer uma relação direta entre o acumulado de precipitação oriundo do sensor do satélite TRMM para período estudado. Analisando as duas variáveis: precipitação (3B43) e cobertura florestal (MOD44B) não houve correlação nenhuma.

BECERRA et al., (2009) também não obtiveram um bom resultado ao comparar o regime de precipitação com dois índices de vegetação (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI e Enhanced Vegetation Index - EVI) existente na literatura. Os autores em seus resultados ressaltaram que a cobertura florestal não se ajustou ao padrão de precipitação local, onde os índices de vegetação apresentaram comportamento anuais similares, no entanto, não tendo variabilidade, e dificultando também a comparação com os eventos de chuvas.

CONCLUSÕES

As estimativas de precipitação fornecidas pelo satélite TRMM quando transformadas para variações anuais não são bem representativas em comparação com os dados obtidos das estações meteorológicas de superfície do INMET.

Na área do plantio da *Tectona grandis* L. f. em Plácido de Castro, AC a relação

anual entre precipitação acumulada do 3B43 e o produto MOD44B não existe correlação entre as variáveis. Com este resultado de baixa correlação, ressalta-se a análise estatística com outras variáveis meteorológicas, e também o uso de uma temporalidade sazonal.

Dentro da área de estudo da *Tectona grandis* L. f. e ao redor do polígono as classes que foram mais evidenciadas baseadas no produto MOD44B são Moderadamente Baixo e Moderadamente Alto em comparação com as demais categorias.

A análise do produto MOD44B ao longo de 11 anos para a espécie *Tectona grandis* L. f. em Plácido de Castro, AC apresenta consistência quanto ao crescimento da cobertura da vegetação nesta área de estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao pesquisador da Embrapa Acre Sr. Daniel de Almeida Papa por disponibilizar os dados da espécie *Tectona grandis* L. f. A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pelo uso do Laboratório de Meteorologia para o processamento das imagens e desenvolvimento do estudo, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo do aluno de mestrado.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; BORNAN, R. D. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, p.650-662, 1989.

ANANIAS, D. S.; SOUZA, E. B.; SOUZA, P. F. S.; SOUZA, A. M. L.; VITORINO, M. I.; MENDES TEIXEIRA, G.; FERREIRA, D. B. S. Climatologia da Estrutura Vertical da Atmosfera em Novembro para Belém-PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n. 2, p. 218 - 226, 2010.

ANDERSON, L. O.; SHIMABUKURO, Y. E.; LATORRE, M. L.; ESPÍRITO-SANTO F. D. B.; LIMA, A.; DUARTE, V.; ARAI, E.; De FREIS, R. S.; MORTON, D.; HANSEN, M.; JASINSKY, E. Coleta de Dados Para Estudos de Cobertura Arbórea, Mapeamento da Cobertura da Terra, Desmatamento e Avaliação de Unidades de Conservação/Territórios Indígenas: Metodologias de Trabalhos de Campo. **São José dos Campos (INPE-12304-NTC/368)**, p.1-37, 2005.

BECERRA, J. A. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ALVALÁ, R. C. S. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de Cerrado da Amazônia Legal, usando índices espectrais de vegetação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 2, p. 125-134, 2009.

BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

COLLISCHONN, B.; ALLASIA, D.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.59, n.1, p.93-99, 2007.

CORDEIRO, S. A.; SOUZA, C. C.; MENDOZA, Z. M. S. H. Florestas Brasileiras e as Mudanças Climáticas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 11, p.01-20, 2008.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. El Niño e La Niña <enos.cptec.inpe.br>. Acesso em: 13 junho. 2013.

DELGADO, R.C.; SOUZA, L.P.; SILVA, I.W.R.; PESSÔA, C.S.; GOMES, F.A. Influência da mudança da paisagem amazônica no aumento da precipitação em Cruzeiro do Sul, AC. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14; p. 665-674, 2012.

EMBRAPA. **Teca: alternativa de produção florestal na Amazônia**. Disponível em: <<http://catuaba.cpaefac.embrapa.br/chefias/cna/artigos/refloteca.htm>> Acesso em: 16 abril. 2013.

FREITAS, D.M.; DELGADO, R.C.; RODRIGUES, R.A.; SOUZA, L.P. Variabilidade espaço-temporal na mudança da paisagem no município de Acrelândia, AC. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14; p. 935-946, 2012.

GUERRA, J. B.; MURA, J. C.; FREITAS, C. D. C. Discriminação de incrementos de desflorestamento na Amazônia com dados SAR R99B em banda L. **Acta Amazônica**, v.40, n.3, p. 557-566, 2010.

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C. D.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M. D.; PIFANO, D. S. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.417-426, 2008.

HUFFMAN, G. J.; ADLER, R. F.; BOLVIN, D. T.; GU, G.; NELKIN, E. J.; BOWMAN, K. P.; HONG, Y.; STOCKER, E. F.; WOLFF, D. B. The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scale. **Journal of Hydrometeorology**, v. 8, p. 38-55, Feb. 2007.

IBGE. 1997. Diagnóstico Ambiental da Amazônia Legal (CD-ROM) IBGE. Rio de Janeiro.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA – IMAZON. **Boletim Transparência Florestal da Amazônia Legal Março 2013**. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/boletim-do-desmatamento-sad-marco-2013-1>> Acesso em: 05 maio. 2013.

KUMMEROW, C.; WILLIAM, B.; TOSHIKI, K.; JAMES, S.; JOANNE S. The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, v.15, n.3, p.809-817, 1998.

KUMMEROW, C.; SIMPSON, J.; THIELE, O.; BARNES, W.; CHANG, A. T. C.; STOCKER, E.; ADLER, R. F.; HOU, A.; KAKAR, R.; WENTZ, F.; ASHCROFT, P.; KOZU, T. HONG, Y.; OKAMOTO, K.; IGUCHI, T.; KUROIWA, H.; IM, E.; HADDAD, Z.; HUFFMAN, G.; FERRIER, B.; OLSON, W. S.; ZIPSER, E.; SMITH, E. A.; WILHEIT, T. T.; NORTH, G. KRISHNAMURTI, T.; NAKAMURA, K. The Status of the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) after Two Years in Orbit. **Journal of Applied Meteorology**, v. 39, p.1965-1982, 2000.

LIESENBERG, V. Monitoramento global e regional da cobertura vegetal: uma abordagem dos atuais sistemas de observação da Terra. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.7, n.1, p.115-128, 2005.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CHOU, S. C.; TOMASELLA, J.; SAMPAIO, G.; ALVES, L. M.; OBREGÓN, G. O.; SOARES, W. R.; BETTS, R.; KAY, G. **Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil**. Centro de Ciência do Sistema Terrestre, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Met Office Hadley Centre. 56p, 2011.

MARENGO, J.A. Hydro-climatic and ecological behaviour of the drought of Amazonia in 2005. **Phil. Trans. R. Soc. B**, DOI: 10.1098/rstb.2007.0026, 2008.

MESQUITA, R. C., DUARTE, A. F. Diferenças na climatologia das chuvas entre as regiões leste e oeste do estado do Acre. In: Congresso de Estudantes E Bolsistas do Experimento LBA, 2., 2005. **Anais...** Manaus, 2005.

NÓBREGA, R. S.; de SOUZA, Ê. P.; GALVÍNCIO, J. D. Análise da Estimativa de Precipitação do TRMM na Sub-Bacia da Amazônia Ocidental. **Revista de Geografia (Recife)**, v.25, n.1, p.06-20, 2010.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, p.185 - 204, 2010.

Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2013.

SILVA, D. F.; PANTANO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Análise de dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o vale do médio Parapanema – SP. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.21, n.2, março/abril de 2013.

SHUKLA, J., NOBRE, P. Variations of Sea Temperature, Wind Stress, and Rainfall over the Tropical Atlantic and South America. *Journal of Climate*, v. 9, p.2469-2479, 1996.

TONINI, H.; COSTA, M. C. G.; SCWENGBER, L. A. M. Crescimento da teca (*Tectona grandis L.*) em reflorestamento na Amazônia Setentrional. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 59, p. 05, 2010.

TOWNSHEND, J. R. G.; M. CARROLL, C.; DIMICELI, R.; SOHLBERG, M.; HANSEN, R. De F. Vegetation Continuous Fields MOD44B, 2001 Percent Tree Cover, Collection 5, University of Maryland, College Park, Maryland, 2001. <http://www.landcover.org/library/guide/VCF_C5_UserGuide_Dec2011.pdf> Acesso em: 10 fev. 2013.

Tropical Rainfall Mapping Mission (TRMM). <www.mirador.gsfc.nasa.gov/collections/TRMM_3B43_007.shtml>. Acesso em: 10 jan. 2013.

USGS – U. S. Geological Survey <<http://www.usgs.gov/>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS, J.J. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geography Research**, v.90, n.5, p.8995-9005, 1985.