

IMPACTOS DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR NO CICLONE CATARINA

Renato Ramos da Silva¹, Pedro Silva Dias², Adilson Gandu³,
Demerval Soares Moreira⁴

Resumo

Neste trabalho apresentamos simulações do Ciclone Catarina com o modelo BRAMS para identificar o impacto das condições da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico no desenvolvimento do ciclone ocorrido no mês de Março de 2004. Inicialmente uma simulação de controle é feita usando-se dados observados da TSM (média semanal). A simulação de controle é avaliada através da comparação dos resultados do modelo com dados disponíveis de precipitação estimados por satélites. Após a simulação de controle, novas simulações são feitas impondo-se anomalias positivas e negativas aos campos de TSM da ordem de 2°C. A análise dos resultados mostrou que o modelo BRAMS simulou muito bem o

¹ Renato Ramos da Silva
Duke University
PO Box 90287
Durham, NC
Renato@duke.edu

² Pedro Silva Dias
Universidade de São Paulo
São Paulo-SP
pldsdias@master.iag.usp.br

³ Adilson Wagner Gandu
Universidade de São Paulo
São Paulo-SP
adwgandu@model.iag.usp.br

⁴ Demerval Soares Moreira
Universidade de São Paulo
São Paulo-SP
demerval@master.iag.usp.br

desenvolvimento do ciclone. No caso do experimento com TSMs mais quentes ocorre uma aumento da precipitação acumulada da ordem de 13%, enquanto TSMs mais frias resultam em uma diminuição de 35%.

Abstract

Numerical simulations with the mesoscale model BRAMS are performed to identify the impacts of the Atlantic SST conditions on the cyclone that occurred in March 2004. First a control simulation is performed using observed sea surface temperatures (SSTs) (weekly averaged). The control simulation is evaluated through comparison of its results with observed precipitation obtained from satellite estimates. After that, new simulations were performed assuming SSTs warmer or colder in the order of 2°C. Results show that BRAMS simulates very well the evolution of the cyclone. Results from the sensitivity experiments show that raising the SST fields by 2°C causes an increase in the accumulated precipitation in the order of 13%, while a colder SST decreases precipitation in the order of 35%.

Palavras-Chave

Ciclone Catarina, BRAMS, TSM

Introdução

Ciclones tropicais e furacões geralmente estão associados com temperaturas do oceano mais aquecidas (Goldenberg et al., 2001), e fraco cisalhamento dos ventos (Goldenberg et al., 1996). A região do Atlântico Sul geralmente não possui tais condições para a formação destes ciclones. Entre os dias 23 e 28 de março de 2004 um raro ciclone formou-se no Atlântico Sul e moveu-se para oeste causando grandes destruições e mortes no sul do Brasil, principalmente no estado de Santa Catarina (Fig. 1). Este ciclone foi nomeado

“Catarina” pela comunidade meteorológica brasileira. Durante este período do ano são observadas, em geral, altas temperaturas no Atlântico Sul, ao longo da costa da região sudeste e sul do Brasil/Uruguai. Experimentos numéricos assumindo-se temperaturas do oceano obtidas em caso de dobramento da concentração de CO₂ mostram que furacões ficam bem mais intensos nestas condições (Emanuel, 1987; Knutson *et al.*, 1998). Recentes observações tem mostrado uma tendência de aquecimento dos oceanos, incluindo-se o Atlântico Sul (Levitus et al., 2000). O caso raro deste catastrófico ciclone requer uma cuidadosa análise dos parâmetros que afetaram o seu desenvolvimento. Neste trabalho usamos um sofisticado modelo de mesoescala para investigar o papel da TSM na intensidade do ciclone.

Metodologia

Neste trabalho usamos o modelo atmosférico BRAMS (Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) para estudar o impacto de anomalias da superfície do Oceano Atlântico na intensidade do ciclone Catarina. Maiores detalhes sobre o modelo estão disponíveis em Pielke *et al.*, (1992). Neste estudo o modelo é dimensionado com duas grades: uma grade maior com espaçamento de 32 km e outra grade aninhada com 8 km de espaçamento. Na Figura 2 é mostrado o domínio considerado pelo modelo, os campos iniciais de ventos e da temperatura da superfície do mar para o dia 23 de março (12:00Z). Os dados atmosféricos iniciais de vento, temperatura e umidade foram obtidos do CPTEC (Centro de Previsão Numérica de Tempo e Clima) e os dados de TSM utilizados são provenientes da NOAA (Reynolds et al., 2002).

Inicialmente uma integração numérica de 120 horas é feita partindo do dia 23 até 28 de Março, o que corresponde ao período de desenvolvimento do ciclone, culminado com a chegada no continente na madrugada do dia 28.

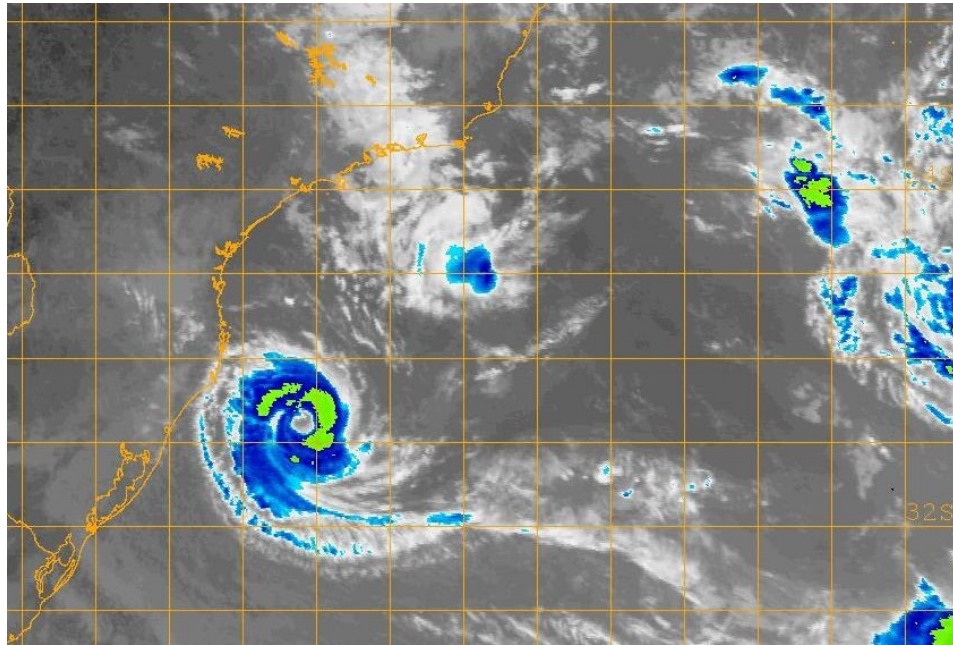


Figura 1 Imagem do Satélite Meteorológico GOES do dia 27 de Março (11:45Z) mostrando a localização do Ciclone Catarina. As cores em azul representam temperaturas do topo das nuvens menores de -40°C , e as regiões em verde temperatura menores de -60°C .

Resultados

A Figura 3 apresenta os campos de precipitação obtidas pelo modelo na grade de alta resolução. Comparados com os campos de precipitação obtidos por satélite (Fig. 4), nota-se que o modelo simula muito bem o desenvolvimento do ciclone. Após esta simulação de controle duas outras simulações foram feitas assumindo-se campos de TSM mais frios e mais quentes da ordem de 2°C . A Figura 5 mostra os campos de precipitação acumulada obtidos nos três experimentos citados. Nota-se um comparável aumento da precipitação no caso de TSMs mais quentes, enquanto ocorre uma sensível diminuição no caso de TSMs mais frias. A Figura 6 mostra os resultados para valores médios de precipitação e calor latente para os três experimentos. Os resultados mostram que ocorre um aumento da precipitação

média acumulada na ordem de 12% para o caso de TSM mais quente. Em contraste, ocorre uma diminuição na ordem de 35% no caso de TSM mais fria (Fig. 6a). As variações da precipitação estão fortemente relacionadas com os fluxos de calor latente sobre o oceano. Nota-se que ocorre um aumento de calor latente da ordem de 86% para TSMs mais quentes e uma diminuição de 72% para TSMs mais frias (Fig. 6b). Análise da evolução dos campos mínimos de pressão ao nível do mar mostra que TSMs mais quentes podem aumentar consideravelmente o tamanho do ciclone comparado a TSMs mais frias (Fig. 7). Nestes experimentos a trajetória do ciclone não muda muito. Isto ocorre devido às condições de contorno de grande escala, que mantém a dinâmica do sistema.

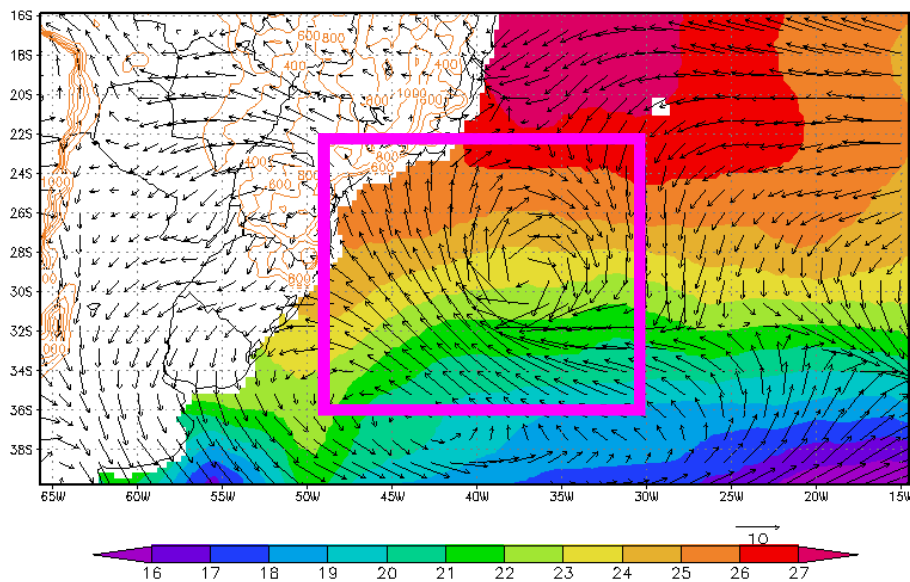


Figura 2 – RAMS domínio das grades, condição inicial para os campos de vento e da TSM média semnal (em graus Celsius). Os contornos sobre o continente representam a topografia (m).

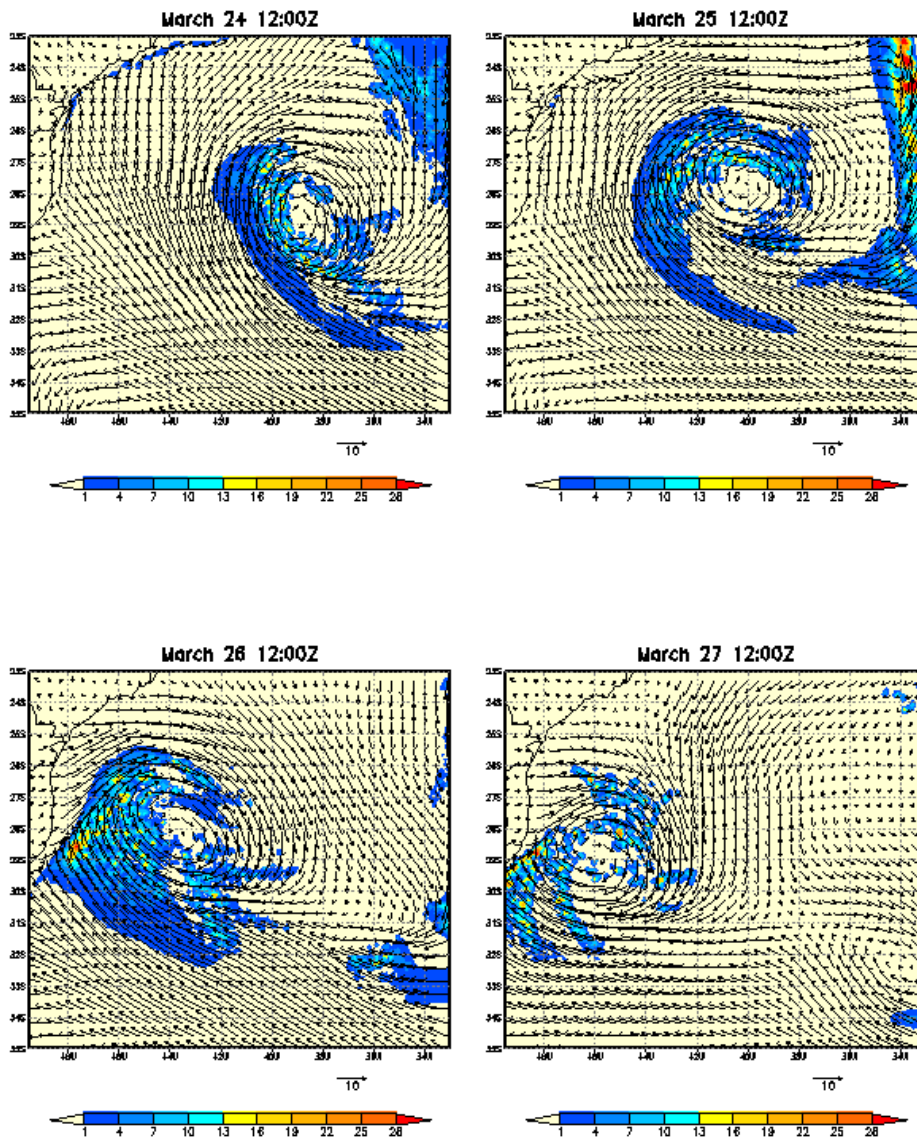


Fig. 3 – BRAMS precipitação acumulada nas últimas 3 horas (mm) e campos de vento (m/s).

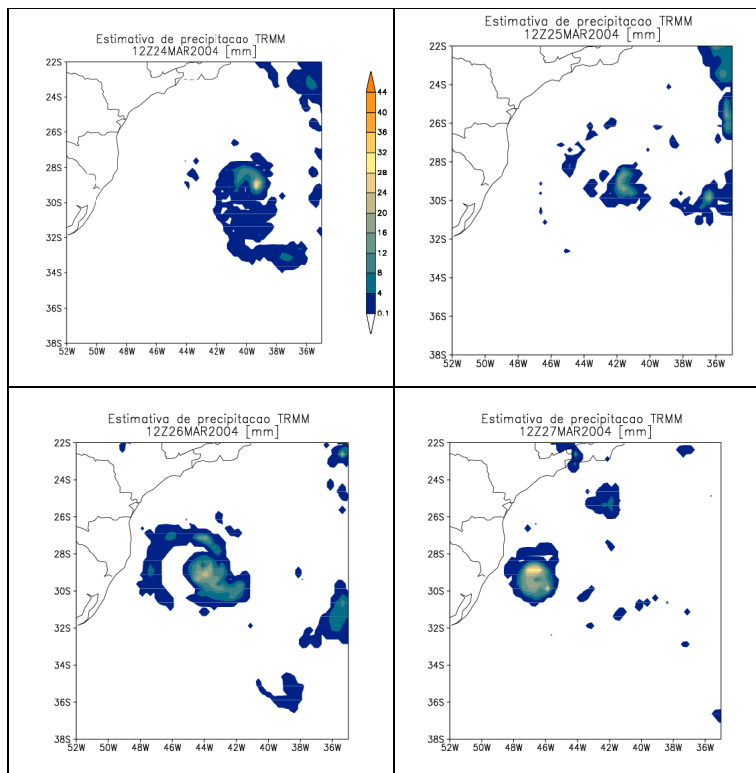


Fig. 4 – TRMM/GOES precipitação acumulada nas últimas 3 horas (unidade em mm).

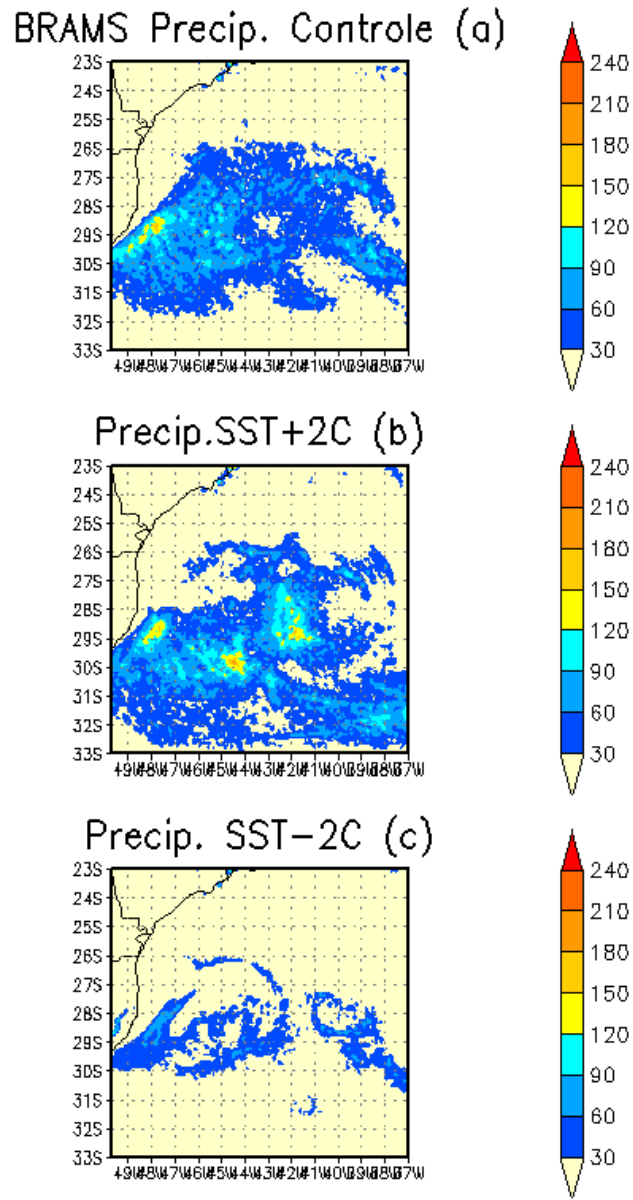
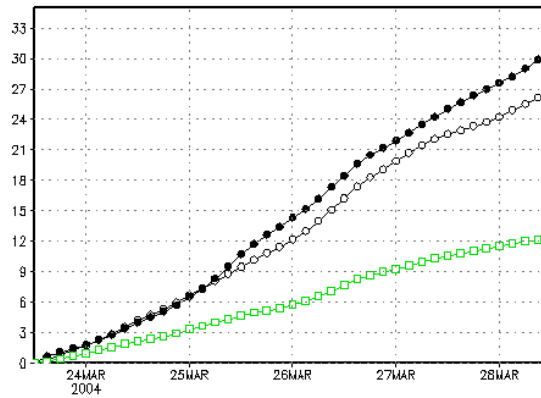


Fig. 5 – Precipitação acumulada no período entre 23 e 28 de março. (a) Controle, (b) SST + 2°C, e (c) SST - 2°C.

AVG Precip.(mm) [32S,23S;49W,35W] (a)



Calor Latente (W/m^2) (b)

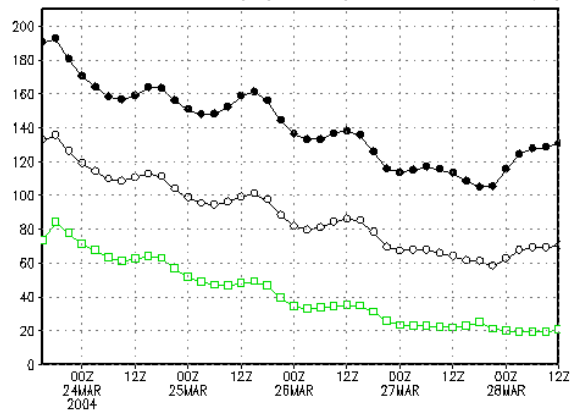


Fig. 6 – BRAMS valores médios na região afetada pelo ciclone (latitudes 32-23S e longitudes 49-35W) para: (a) precipitação, e (b) Calor Latente. (linhas com símbolos vazios => simulação de controle; símbolos cheios => SST+2°C; linha verde => SST-2°C).

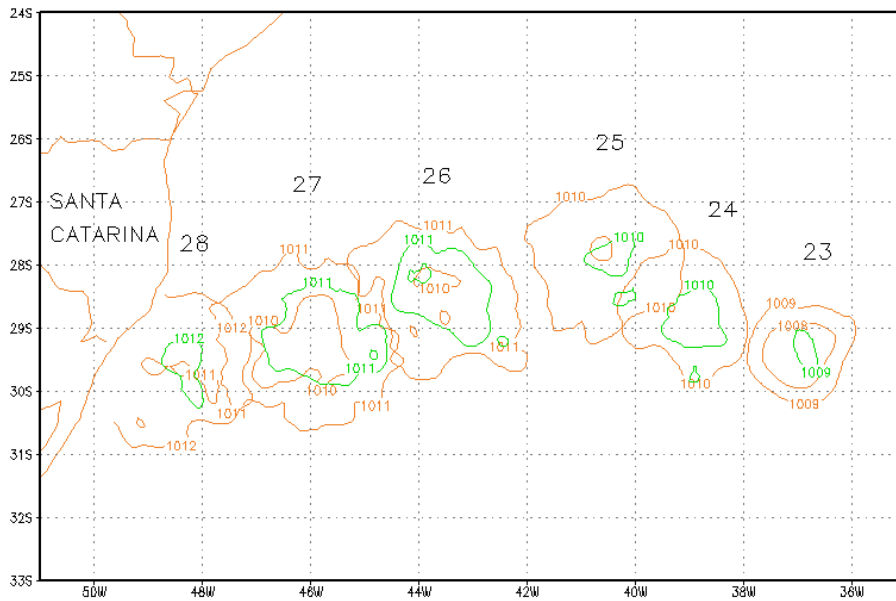


Fig. 7 – BRAMS valores mínimos da pressão ao nível do mar. Os números referem-se ao dia do mês de março (15:00Z). Os contornos para o dia 28 referem-se a 3:00Z. Os contornos em laranja referem-se ao experimento para TSM+2°C e os contornos em verde para TSM-2°C.

Discussão:

Uma série de experimentos numéricos do ciclone Catarina mostra que pequenas alterações da TSM (i.e. 2°C) na região do Atlântico Sul podem influenciar sensivelmente sua intensidade e tamanho. Alterações na trajetória do ciclone não foram notadas devido às condições de contorno de grande escala que mantem a dinâmica do sistema. Mudanças nos fluxos de calor latente produz um aumento de 13% na precipitação média acumulada no caso da TSM mais quente. Em contraste, TSMs mais frias causam uma diminuição de 35% na precipitação. Nestes estudos preliminares foram impostas TSMs mais frias e mais quentes em toda a área de influência do ciclone. As informações de TSM com alta resolução espacial mostram anomalias quentes

em boa parte da costa oceânica próximo aos estados do Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, numa faixa da ordem de várias dezenas de km que não aparece de forma realística nas análises de TSM com resolução de 100 km, usadas neste trabalho. Uma análise mais detalhada da influência destas anomalias na formação e desenvolvimento do Ciclone Catarina é parte dos próximos estudos a serem feitos. Estes resultados proporcionam um melhor entendimento da influência da TSM na formação e desenvolvimento do ciclone e conseqüentemente sua previsibilidade e possíveis eventos similares em um cenário de oceanos mais quentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Emanuel, K. A., 1987: The dependence of hurricanes on climate. *Nature*, **326**, 483-485.
- Goldenberg, S. B., L. J. Shapiro, and W. M. Gray, 1996. *Journal of Climate*, **9**, 1169.
- Goldenberg, S. B., C. W. Landsea, A. M. Mestas-Nuñez, and W. M. Gray, 2001: The recent Increase in Atlantic Hurricane Activity: Causes and Implications. *Science*, **293**, 474-479.
- Knutson, T. R., R. E. Tuleya, and Y. Kurihara, 1998: Simulated increase of Hurricane Intensities in a CO₂-Warmed Climate. *Science*, **279**, 1018-1020.
- Levitus, S., J. I. Antonov, T. P. Boyer, and C. Stephens, 2000: Warming of the world ocean. *Science*, **287**, 2225-2229.
- Pielke, R. A., *et al.*, 1992: A Comprehensive Meteorological Modeling System - Rams. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **49**, 69-91.
- Reynolds, R. W., N. A. Rayner, T. M. Smith, D. C. Stokes, and W. Q. Wang, 2002: An improved in situ and satellite SST analysis for climate. *Journal of Climate*, **15**, 1609-1625.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.