

INFLUÊNCIA DO USO DA TERRA NO DESEMPENHO DO MODELO DE MESOESCALA WRF

Georgynio Yossimar Rosales Aylas, ragy3008@gmail.com¹

Wesley de Souza Campos Correa, wesley.campos.correa@gmail.com²

Alexandre Magalhães Santiago, ams_prof@yahoo.com.br²

Neyval Costa Reis Junior, neyval@gmail.com²

Taciana Toledo de Almeida Albuquerque, tacionatoledo26@gmail.com³

Jane Meri Santos, jmerisantos@yahoo.com.br²

Davidson Martins Moreira¹, davidson.moreira@gmail.com¹

¹Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia (SENAI CIMATEC), Avenida Orlando Gomes, 1845 - Piatã, 41650-010, Salvador, Bahia, Brasil

²Universidade Federal de Espírito Santo (UFES), Avenida Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, 29075-910, Vitória, Espírito Santo, Brasil

³Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Avenida Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte - MG, Brasil

Resumo: Modelos de qualidade do ar requerem campos meteorológicos fornecidos por modelos meteorológicos diversos. Para este fim, na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) utiliza-se o modelo numérico de mesoescala WRF. As propriedades físicas e biológicas da superfície terrestre são afetadas progressivamente como consequência da mudança do uso da terra. Em alguns modelos, os dados de uso da terra estão desatualizados ou até mesmo errados, não condizendo com a realidade da superfície local, condição que favorecem erros nas simulações. Diante do exposto, o objetivo principal deste trabalho é avaliar a influência da atualização de dados de entrada referentes ao uso da terra, para verificar o desempenho das simulações do modelo WRF, em um área que abrange a RMGV. Os resultados obtidos indicam melhora dos indicadores estatísticos, sendo que o uso da terra atualizado possui maior resolução e representatividade, conseguindo incluir melhor os centros urbanos menores e representar especificamente a mancha urbana na região de estudo com maior precisão. As alterações nos resultados das simulações com a atualização dos dados de relevo e uso da terra pode acarretar em melhorias na previsão de variáveis meteorológicas.

Palavras-chave: uso da terra, WRF, Região Metropolitana da Grande Vitória.

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores que propiciam simulações imprecisas são as características do uso da terra, pois, em alguns modelos, esses dados estão desatualizados ou até mesmo errados, não condizendo com a realidade da superfície local (SCHICKER, 2011; CHENG et al., 2013). As características da superfície terrestre como a orografia, uso da terra e tipo de solo, influenciam diretamente tanto a meteorologia local, quanto na regional (BORGE et al., 2008, SCHICKER et al., 2016), provocando alterações nos fluxos de calor entre a superfície e a atmosfera, no balanço de energia, alteração do transporte de calor e formação de vapor, precipitação e campo de vento, bem como, repercutindo sobre a qualidade do ar (OKE, 1982; PIELKE et al., 2002; BRAZEL et al., 2007; MARTILLI, 2007; MIDDEL et al., 2012, GE et al., 2014, KUMAR et al., 2014, CAO et al., 2015, ZHOU et al., 2015). Sendo assim, estabelecer a relação entre os impactos das mudanças de uso e cobertura da terra e as previsões das modelagens são de extrema importância para obter resultados mais próximos dos registrados por redes de monitoramento in loco (FREITAS et al., 2005; QU et al., 2013; PEREIRA et al., 2016).

Os modelos de mesoescala, como o Regional Atmospheric Modeling System - RAMS, Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System - BRAMS (FREITAS et al., 2009), Model Mesoescala - MM5, Weather Research and Forecasting WRF (SKAMAROCK et al., 2008), frequentemente são utilizados para avaliar a influência das mudanças do uso da terra no tempo, clima e poluição do ar de algumas regiões, como por exemplo, a Região Metropolitana de São Paulo - Brasil (FREITAS et al., 2005), Atenas – Grécia (GIANNAROS et al., 2014), Phoenix - USA (BRAZEL et al., 2007), Norte da China (QU et al., 2013), Sydney - Austrália (MA et al., 2017).

Dentre os modelos numéricos de mesoescala citados destaca-se o WRF (SKAMAROCK et al., 2008), que utilizou-se no desenvolvimento deste trabalho. Entre as possibilidades de melhoras das simulações com o WRF, o uso da terra é um importante parâmetro, pois, as 24 categorias de uso e cobertura da terra propostas pela United States Geological Survey (USGS) para toda superfície terrestre utilizadas no WRF são referenciadas a partir dos dados coletados pelo satélite AVHRR no período de abril 1992 a março 1993, com resolução de aproximadamente de 1 km, entretanto, esses dados estão desatualizados ou errado em várias regiões do mundo na atualidade, o que pode acarretar em simulações imprecisas (SCHICKER, 2011; CHENG ET AL., 2013). Diante do contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto que a atualização dos dados de uso e cobertura da terra apresentam sobre a modelagem matemática da atmosfera para a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), utilizando o modelo meteorológico WRF.

2. METODOLOGIA E RESULTADOS

2.1. Área de estudo e aspectos climáticos para o período das simulações

A RMGV (Figura 01), situa-se na Região Sudeste do Brasil, cuja extensão territorial corresponde a 2.311 km² e densidade demográfica de 730 hab./km² é composta por 7 municípios, dentre os quais destaca-se Vitória (capital do Estado do Espírito Santo), Serra, Vila Velha e Cariacica, formando um conglomerado urbano, e Viana, Fundão e Guarapari (ZANOTELLI et al., 2014) os quais juntos, hoje representam 48,01% da população do Espírito Santo (IBGE, 2010) e possuem 80% das grandes empresas situadas no estado, representando 48% do PIB estadual (IBGE, 2012).

A Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória (RAMQAr) entrou em funcionamento no ano 2000 e é administrado pelo IEMA. A rede é composta por 8 estações de monitoramentos para a qualidade do ar, das quais só 4 geram informações meteorológicas. Estas estações medem a velocidade e direção do vento e temperatura principalmente, são: Carapina localizada na longitude -40.25641 e latitude -20.22769, Enseada do Suá não mede a temperatura na longitude -40.29063 e latitude -20.31333, Ibes não mede a temperatura localizada na longitude -40.31733 e latitude -20.34844, Cariacica localizada na longitude -40.40199 e latitude -20.34114, e finalmente a Estação Aeroporto localizada na longitude -40.24514 e latitude -20.19618 que não pertence à RAMQAr.

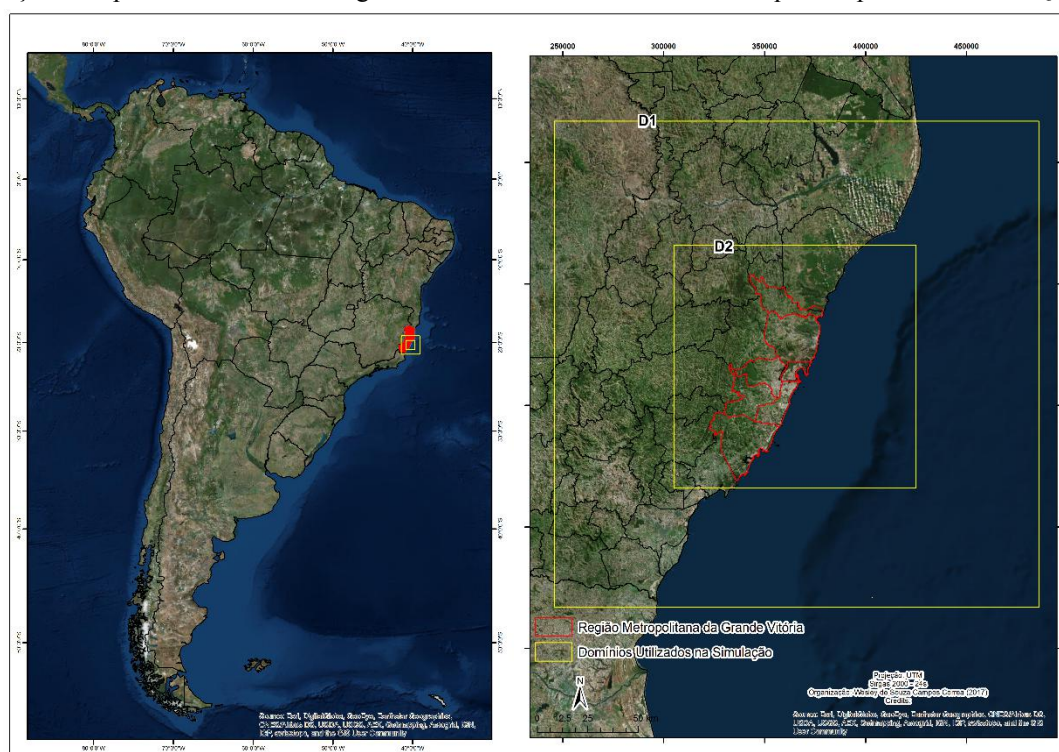


Figura 1. Localização do Estado Espírito Santo em Brasil (vermelho) e Domínios utilizados na simulação para RMGV.

Com respeito ao clima, a RMGV possui classificação Tropical Quente do tipo Aw, apresentando uma transição para o Am, com chuvas abundantes no verão, sem seca no inverno. Os meses mais chuvosos vão de outubro a abril e menos chuvosos de maio a setembro (CORREA e AALBUQUERQUE, 2012). Os principais fenômenos meteorológicos, em escala sinótica que influenciam a variabilidade do tempo na RMGV, são a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), as Frentes Frias (FF) e o Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (REBOITA et al., 2010).

As informações referentes aos aspectos climáticos na região em estudo, o mês de julho apresentou dias cujas temperaturas do ar excederam a média histórica (22.8°C). Esta situação foi acentuada pelo escoamento anticiclônico

anômalo adjacente à costa e Sudeste. Entretanto, devido à forte presença da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), dos oito sistemas frontais (FF) que percorreram sobre o Brasil, nenhum atingiu a área em estudo diretamente, contudo, o quarto sistema frontal e a massa de ar frio que foram intensificados pela corrente de jato em altos níveis, conseguiram avançar pelo interior do continente brasileiro, aproximando-se do litoral da Região Sudeste e da área em estudo entre os dias 14 e 18 de julho (CPTEC, 2010), contribuindo para redução da temperatura do ar e a ocorrência de precipitação. Destaca-se também que a precipitação ocorrida antes e depois desse período foi influenciada pela circulação local, nesse caso, a Brisa Marítima acompanhado de umidade.

2.2. Descrição do modelo

O modelo WRF usado para o desenvolvimento deste trabalho foi inicializado com 27 níveis verticais e $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ de resolução espacial horizontal, com dados das variáveis meteorológicas fornecidos pelo National Centers for Environmental Prediction final (NCEP-FNL). A configuração da modelagem é composta por dois domínios aninhados (d01 e d02) em que se utilizam a opção two-way nesting. O domínio d02 engloba a RMGV, como pode ser observado na Figura 1. As simulações foram divididas em dois grupos: no primeiro utilizou-se os dados do NCEP-FNL e USGS para ambos domínios (d01 e d02) e no segundo, dados do NCEP-FNL e USGS para o domínio maior (d01) e a atualização de uso da terra para o domínio menor (d02). podem ser observadas na Tabela 1. Utilizou-se o período de simulação de 1 mês (julho de 2010) com spin-up de 2 dias. As opções de parametrização utilizadas são: resolução Horizontal de 5 km e 1 km, níveis verticais 21, microfísica Single-Moment 3-class, radiação de onda longa RRTM, radiação de onda curta Dhudia, superfície terrestre Noah Land Surface Model, camada limite planetaria Plan Noah land surface, esquema de cumulus Betts-Miller-Janjic.

2.3. Uso da terra

Para gerar as informações sobre o uso e ocupação da terra para a área em estudo (d02), inicialmente foi criado um projeto no Sistema de Informações Geográficas (SIG) com a adição de Planos de Informações abrangendo a área em estudo (RMGV), no sistema de projeção UTM, Datum WGS 84 Zona 24 Sul para todo o mapeamento produzido, trabalhados no software ArcGIS 10.1.

Diante do exposto, foi atualizado o mapa de uso da terra para área em estudo, utilizando-se a base cartográfica de uso e cobertura da terra do ano de 2007/2008 disponibilizada pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (IEMA) e pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). De posse dessa base, realizou-se uma reclassificação no uso e cobertura da terra a partir das ortofotos (fotos aéreas) de 2014, cedidas pela empresa Hiparc Geotecnologia Ltda, na escala de 1:5.000 e resolução espacial do pixel de 0,25 cm. O método de classificação foi manual ou em tela, vetorizando a imagem e reclassificando as informações de uso e cobertura da terra de acordo com as classes proposta pelo USGS30.

Como o WRF não reconhece as categorias de uso e cobertura da terra do sistema Brasileiro, foi necessário alterá-las mediante sua equivalência com as características de cada classe (Tabela 2). A melhor opção foi fazer primeiro a equivalência do sistema Brasileiro com o sistema Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) (GLOBIOM, 2015) e depois para o USGS.

Tabela 2. Equivalência de categorias de classificação de uso da terra MODIS, USGS e sistema Brasileiro.

Classe USGS	Classe MODIS -IBGP	Classe Brasil
Urban and Built-up land	Urban Built-up	Extração mineral, área edificada, estradas
Dryland Cropland and Pasture	Croplands	Pastagem
Cropland/ Grassland Mosaic	Croplands or Grasslands	Cultivo agrícola
Shrubland	Closed Shrublands	Campo rupestre, macega
Deciduous Broadleaf Forest	Deciduous Broadleaf Forest	Restinga
Deciduous Needleleaf Forest	Deciduous Needleleaf Forest	Reflorestamento - Seringueira
Evergreen Needleleaf Forest	Evergreen Needleleaf Forest	Reflorestamento - eucalipto - pinos
Mixed Forest	Mixed Forest	Mata nativa
Water Bodies	Water Bodies	Massa de água
Herbaceous Wetland	Permanent Wetlands	Brejo
Barren or Sparsely Vegetated	Barren or Sparsely Vegetated	Solo exposto, afloramento Rochoso

No sistema de modelagem do WRF, cada célula de grade foi designada como uma classe de uso de terra, baseado na categoria dominante na célula de grade. Depois, o arquivo foi exportado no formato binário, que é o arquivo de entrada padrão reconhecido pelo WRF. Com base na informação contida nos mapas reclassificados, os arquivos gerados são renomeados de acordo com o número de linhas e colunas contidas nesse, além disso, o arquivo INDEX e

GEOGRID.TBL são editados para ter controle destes e acertar os parâmetros de execução dos dados geográficos atualizados.

2.4. Avaliação do desempenho

O desempenho das modelagens deu-se por comparação com dados observacionais da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr) e da Estação meteorológica do Aeroporto Eurico de Aguiar Salles. Os índices estatísticos utilizados nesta avaliação são: Viés Médio (**Mean Bias - MB**), que representa a distorção aleatória (tendência) do valor simulado com o observado (WILKS, 2006), valores positivos indicam resultados da simulação são maiores aos observados e negativos indicam resultados da simulação são menores aos observados. Erro médio absoluto (**Mean Absolute Gross Error - MAGE**), quantidade utilizada para medir as diferenças entre previsões observações (para cada par) mostrando as discrepâncias entre elas (WILKS, 2006), em outras palavras indica o erro médio associado entre os valores simulados e observados. Raiz do erro quadrático médio (**Root Mean Square Error - RMSE**), avalia as diferenças entre a distribuição desejada e a real, dando peso maior aos erros grandes, assim, as diferenças são mais notórias quando a diferença é grande. Índice de concordância (**Index of Agreement - IOA**), condensa as diferenças entre estimações feitas pelo modelo e observações que indica a concordância entre eles, varia entre 0 e 1 que indica que não há concordância entre simulações - observações e concordância perfeita, respectivamente. Os resultados das simulações deste trabalho são avaliados com as métricas de desempenho conforme descrito por Emery et al., (2001). Para a velocidade do vento o MB entre $\pm 0,5$ m/s, o RMSE $\leq 2,0$ m/s e o IOA $\geq 0,6$, para a direção do vento o MB entre ± 10 graus, o MAGE ≤ 30 graus e finalmente para a temperatura o MB entre $\pm 0,5$ K, o MAGE ≤ 2 K e o IOA $\geq 0,8$.

Mesmo que estas métricas tenham sido desenvolvidas para determinação da aptidão do modelo MM5 em gerar resultados confiáveis, são utilizadas em diversos estudos em que se faz necessária a avaliação de desempenho de modelos matemáticos (Borge et al., 2008; Reboredo et al., 2014; Fast et al., 2006; Wang et al., 2010; Zhang et al., 2014), e além de recomendada pela US-EPA em seu documento “Modeling Guidance for Demonstrating Attainment of Air Quality Goals for Ozone, PM_{2.5}, and Regional Haze”, (EPA; 2014), nas quais serão utilizados como faixas de variação destes estatísticos. Assim, para a velocidade do vento ficou assim: MB -0,4 e 0,59, RMSE 1,49 e 3,79; no caso da direção do vento: MB -38,33 e 20,08, MAGE 0 e 88,64 e finalmente para a temperatura não foi considerado faixa de variação. Para verificar a acurácia do modelo, foram comparadas as métricas estatísticas do domínio d02, entre as simulações dos dados padrão “USGS” com as simulações contendo as novas informações de uso da terra “ATUALIZAÇÃO”. Neste trabalho, será analisado a destreza do modelo com os cenários propostos diante da entrada de um sistema frontal (frente fria) para o dia 17/07/2010.

2.5. Resultados

a) Mudança nos dados geográficos de entrada para WRF

A atualização dos mapas (relevo topográfico, uso da terra e tipo de solo) foram utilizados como dados de entrada de terreno para a modelagem com o WRF. As saídas destas interpolações especificamente para o uso da terra são apresentadas nesta seção.

Os mapas das categorias de uso da terra, como resultado da interpolação do WRF para o domínio d02, se apresentam na Figura 2 (USGS e ATUALIZAÇÃO) para cada rodada. Assim, a Figura 2 ATUALIZAÇÃO, há maiores detalhes na distribuição da ocupação urbana, pode-se observar manchas urbanas perto da linha costeira. Esta, possui 9 categorias (para o domínio) além de mostrar maior quantidade de corpos de água continentais e aumento na proporção de floresta de folha perene.

Regiões que o USGS identifica como Mosaico de zonas de cultivo e floresta, com a ATUALIZAÇÃO, pertencem à classe Matagal. Da mesma forma, as regiões classificadas como savana pelo USGS, classificadas em sua maior parte como Floresta mista na ATUALIZAÇÃO. Essas diferenças na classificação podem ter sido geradas quando foram feitas as imagens de satélite devido à semelhança entre elas. As categorias do uso da terra são diferentes, visto na contagem da quantidade de pixels pertencentes a cada classe do uso da terra. Segundo o mapa de classificação de uso da terra USGS, a porção de áreas cobertas por água incluindo o oceano 47,7%, savana 24,7% e floresta de folha perene 12,6%, em contrapartida, a classificação de uso da terra ATUALIZAÇÃO apresenta, a porção de áreas cobertas por água incluindo o oceano 46,5%, floresta mista 24,2% e matagal 17,3%.

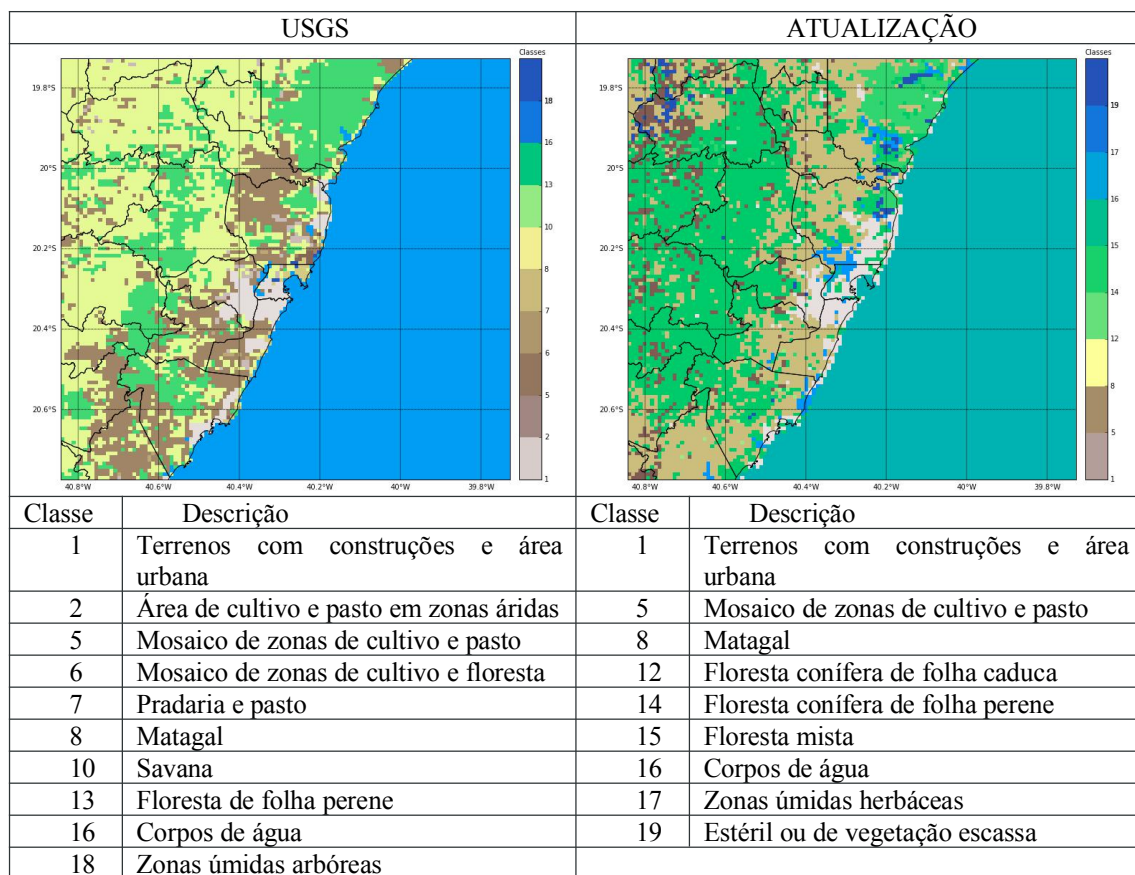


Figura 2. Saídas da interpolação das Categorias do uso e ocupação do solo, usando o USGS e ATUALIZAÇÃO.

b) Desempenho das simulações

Na Figura 4 o comportamento da temperatura do ar, para a Estação Carapina as temperaturas mínimas foram superestimadas para ambas (USGS e ATUALIZAÇÃO). Assim, verifica-se a semelhança entre os valores da temperatura do ar das Estações com as simulações, a Estação que melhor representou o comportamento foi a do Aeroporto com o uso do USGS. Tal condição, pode estar sendo influenciada pela distribuição da cobertura da terra e a especificação da parametrização da radiação. As simulações da temperatura do ar para a RMGV, as simulações com o uso de base de dados geográficos (USGS e ATUALIZAÇÃO) são parecidos tanto para a máxima, média e mínima. Por exemplo, na Estação Aeroporto, a partir do dia 14 ao 23 estes valores são diferentes, mostrando que essas diferenças podem ser um efeito da influência da chegada de uma frente fria ao estado. Em geral a temperatura máxima não supera os 30 graus para todas as estações e a mínima é maior que 15 graus. Com exceção da estação Cariacica, onde o máximo gerado com a ATUALIZAÇÃO é maior e supera os 30 graus.

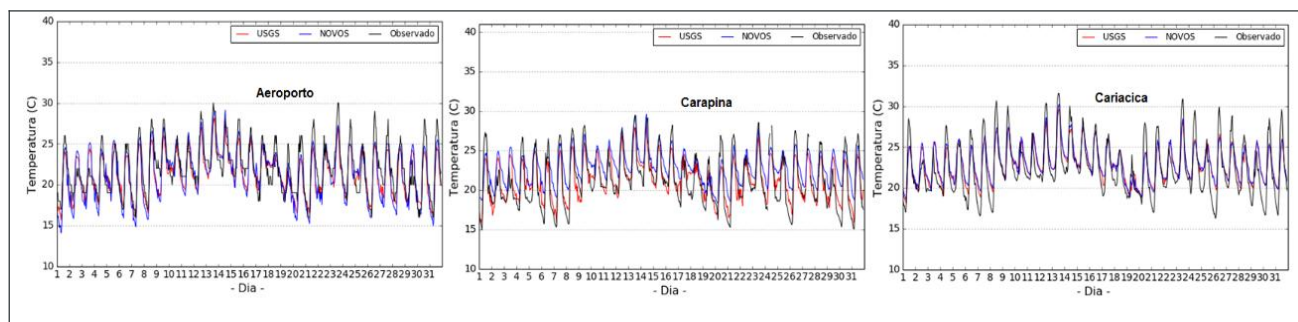


Figura 4. Time Series dos dados de temperatura do ar

A partir da Figura 3 pode-se observar que o modelo conseguiu representar o comportamento da velocidade do vento. Verifica-se a simetria entre os valores de velocidade registradas pelas estações com as simulações, porém, a Estação que melhor representou o comportamento foi a do Aeroporto, e a classe ATUALIZAÇÃO foi a simulação que

mais se aproximou dos valores observados, tal condição, está relacionada à ausência do efeito da rugosidade nas proximidades do aeroporto. Nas demais estações, as simulações subestimaram ou superestimaram os dados de velocidade do vento *in loco* praticamente em todos os dias simulados. As diferenças entre as simulações para a RMGV, o máximo, média e mínima velocidade do vento, na Estação Aeroporto com dados geográficos de entrada USGS (excedendo a 8 m/s no dia 18) são maiores aos calculados com a ATUALIZAÇÃO. Para as simulações geradas para as outras estações a análise das previsões da velocidade máxima, mostra tendências parecidas, para as estações de Ibes e Enseada do Suá, os valores máximos são levemente superiores na simulação com dados ATUALIZAÇÃO. As medias para ambos casos mostra-se parecidos, seguindo a tendência do máximo.

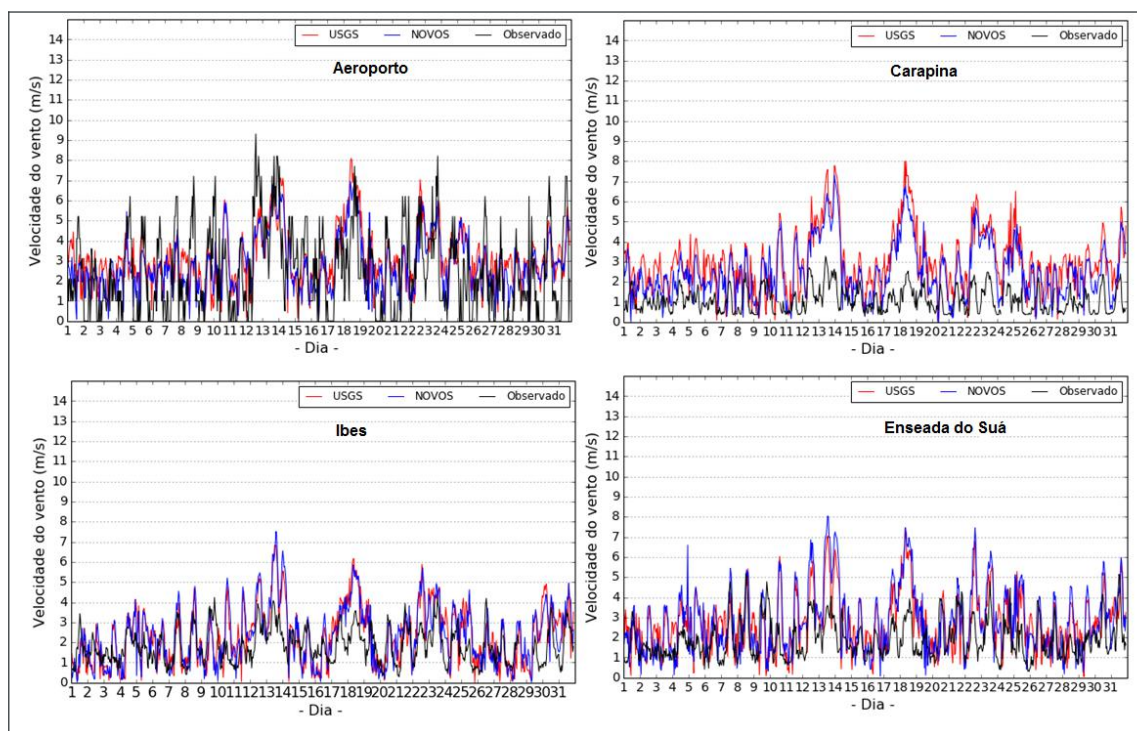


Figura 3. Series temporais dos dados de velocidade do vento.

Testes estatísticos realizados estão agrupados em gráficos de tipo gol (pelo desenho que parece um gol de futebol) USEPA(2014) na qual, a linha contínua representa os limites estabelecidos pelo Emery *et al.*, (2001) e a linha não contínua (pontilhada) as faixas de variação das métricas dos parâmetros.

A Figura 10 mostra os indicadores estatísticos para velocidade, direção do vento e temperatura do ar para todas as Estações de monitoramento da RMGV, para o mês de julho. Observa-se que ambas as simulações apresentam dados com precisão comparável aos resultados obtidos por outros autores (dentro da linha não contínua). As simulações com dados ATUALIZAÇÃO apresentam melhores resultados para estações Aeroporto e Carapina, enquanto as simulações com os dados da USGS apresentam melhores resultados para Enseada do Suá e Cariácia. No Ibes, os resultados são equivalentes. É importante enfatizar que a Estação de monitoramento do Aeroporto é a mais adequada para medição das variáveis meteorológicas da região, sendo a única que está de acordo com as diretrizes da Organização Mundial de Meteorologia e não possui nenhuma edificação ou vegetação alta nas imediações. As outras estações estão incluídas na malha urbana, com grande proximidade de edificações e vegetação (árvores). Desta forma, espera-se que os resultados do modelo tenham maior concordância com os dados da Estação do Aeroporto.

Especificamente na Estação da Enseada do Suá, os indicadores estatísticos da simulação com dados USGS ficam fora da faixa dos trabalhos de outros autores, enquanto a simulação com dados ATUALIZAÇÃO fica do lado de fora da linha não contínua. De fato, a simulação com dados ATUALIZAÇÃO apresenta piora significativa na simulação. Entretanto, a causa destes desvios não está suficientemente clara com base nos dados apresentados aqui, principalmente pela influência das perturbações de edificações nesta Estação.

A Estação que normalmente apresenta maiores desvios em relação a modelos meteorológicos e de qualidade do ar é a Estação de Carapina, que está localizada em uma clareira aberta em uma região de vegetação elevada. Os resultados obtidos por ambas simulações são muito fracos, com melhora para os resultados obtidos com dados ATUALIZAÇÃO.

As diferenças dos desempenhos para os parâmetros meteorológicos para o período da frente fria (velocidade e direção do vento e temperatura do ar entre o dia 14 ao 23 de julho), são apresentados na Tabela 6. Em geral há uma superestimação da velocidade do vento, com a velocidade do vento e a temperatura não existe só superestimação para todas as Estações. Para a Estação do Aeroporto, houve melhora no desempenho para as três métricas estatísticas com a base de dados geográficos ATUALIZAÇÃO, esta simulação se ajusta melhor na serie temporal como se vê na Figura 5.

Adicionalmente, a velocidade do vento melhora para a Estação Carapina (reduzindo o MB e o RMSE,) e a direção do vento melhora para a Estação Ibes. Nos casos onde o MB melhora (se aproxima a 0) o MAGE piora (cresce).

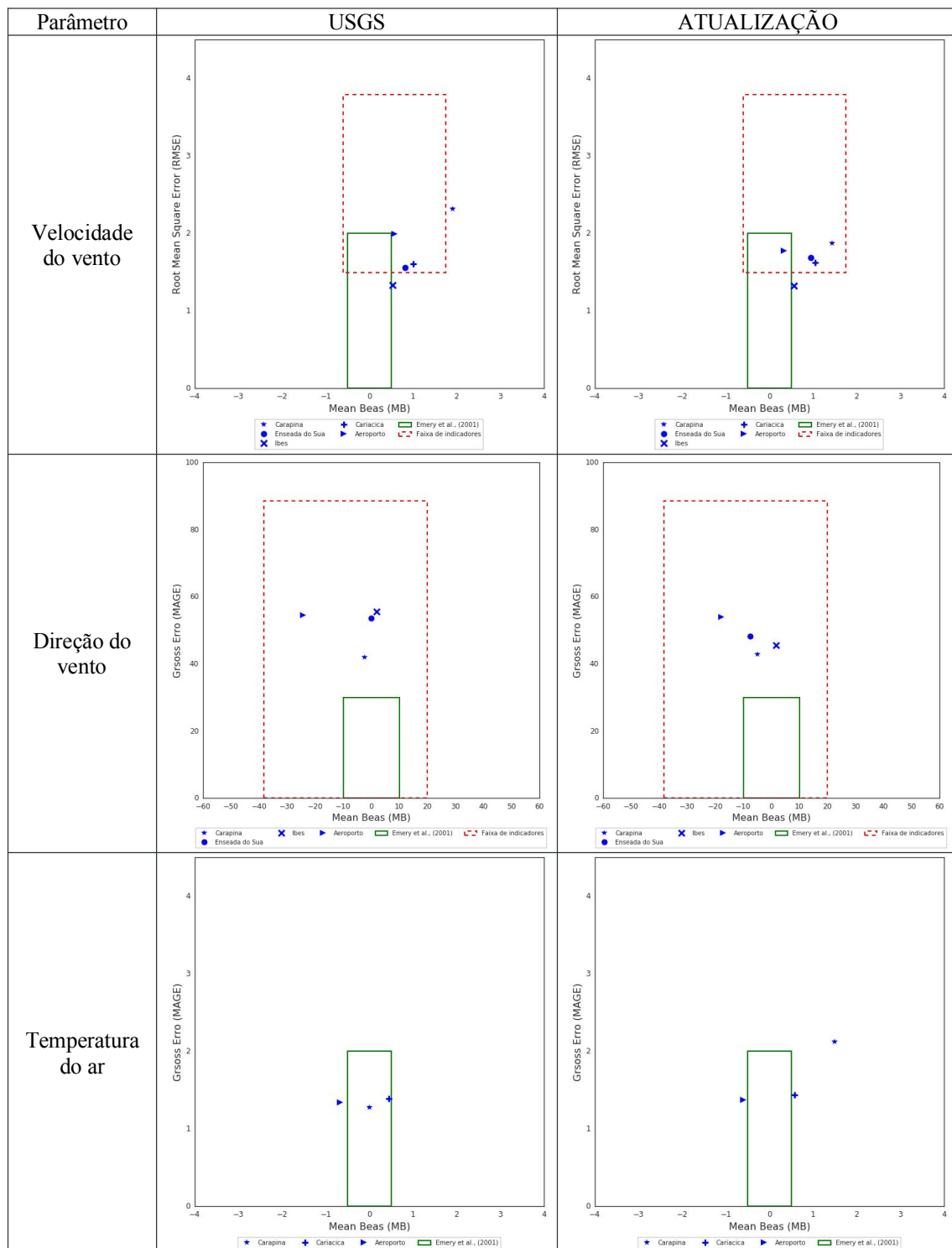


Figura 10: Desempenho dos estatísticos para cada parâmetro avaliado, utilizando os gráficos de tipo “goal”.

As alterações nas métricas estatísticas para a velocidade do vento podem ser devido, principalmente, ao aumento da resolução topográfica. Segundo Lupascu et al. (2015), a modelagem com resolução topográfica mais detalhada melhora a maioria dos parâmetros da previsão, exceto para a umidade relativa. Já o Jee e Kim (2016), argumenta que fazendo uso de conjunto de dados geográficos de alta resolução, melhora a circulação atmosférica em uma megacidade e que a modelagem com escala mais fina é sensível a resolução desta.

As superestimações das simulações da velocidade do vento para todas as estações analisadas podem estar relacionados ao efeito da topografia, pois, não é possível representar essa variável de forma correta dentro do domínio,

condizendo com GÓMEZ-NAVARRO et al., 2015, quem menciona que a falta representação da topográfica bem definida conduz à superestimação geral da velocidade do vento.

Tabela 6. Diferenças das estatísticas do desempenho da velocidade e direção do vento e a temperatura do ar para cada Estação de monitoramento (1 e 2 indica que são resultados USGS e ATUALIZADOS respectivamente).

VELOCIDADE DO VENTO						
Estatístico		CARAPINA	ENSEADA DO SUÁ	IBES	CARIACICA	AEROPORTO
MB	1	2,331	1,046	1,087	1,354	0,783
	2	1,702	1,435	1,346	1,564	0,393
RMSE	1	2,834	1,836	1,966	1,998	2,485
	2	2,242	2,493	2,248	2,236	2,238
DIREÇÃO DO VENTO						
MB	1	-4.699	-3,500	-1.428	--	-2,128
	2	-9.026	2,628	2.078	--	-2,002
MAGE	1	54,727	47,792	50,177	--	53,452
	2	56,703	67,712	51,256	--	53,600
TEMPERATURA DO AR						
MB	1	-0,029	--	--	0,203	-0,861
	2	1,040	--	--	-0,200	-0,662
MAGE	1	1,542	--	--	1,592	1,841
	2	1,942	--	--	1,639	1,850

3. Conclusões

Foi atualizado com êxito dados de uso da terra, segundo a qual foram realizadas as modelagens com os dados geográficos de entrada padrão (USGS) versus a nova base de dados aderidas ao padrão (ATUALIZAÇÃO), realizando as análises necessárias, segundo os parâmetros estatísticos recomendados com o objetivo de identificar o melhor desempenho.

O uso da terra mostra diferença na distribuição de categorias de uso da terra para a base de dados geográficos o USGS e o ATUALIZAÇÃO. Porém, o uso da terra mostrado segundo o ATUALIZAÇÃO possui maior detalhamento e atualização, conseguindo incluir melhor os centros urbanos menores e representar a mancha urbana da RGV com mais precisão.

De maneira geral, as alterações nos resultados das simulações com a atualização dos dados do uso da terra são bastante sutis, onde estes valores são melhor representados pelos dados ATUALIZAÇÃO no período da frente fria, indicando que há melhora no desempenho da modelagem. Os resultados obtidos indicam uma melhora dos indicadores estatísticos, principalmente para a Estação do Aeroporto que é a mais adequada para medição das variáveis meteorológicas da região, sendo a única que está de acordo com as diretrizes da Organização Mundial de Meteorologia e não possui nenhuma edificação ou vegetação alta nas imediações. As outras estações estão incluídas na malha urbana, com grande proximidade de edificações e vegetação elevada (árvores), que poderia ter influenciado na pouca precisão dos indicadores estatísticos.

4. AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da CAPES, FAPES, FAPESB, e aos programas de Pós-Graduação dos cursos de Engenharia Ambiental e Geografia da UFES.

5. REFERÊNCIAS

- BORGE, R., ALEXANDROV, V., del Vas, J.J., LUMBRERAS, J., RODRIGUEZ, E., 2008, "A comprehensive sensitivity analysis of the wrf model for air quality applications over the iberian peninsula". Atmospheric Environment, Vol. 42, pp. 8560- 8574.
- BRAZEL, A., GOBER, P., LEE, S.J., GROSSMAN-CLARKE, S., ZEHNDER, J., HEDQUIST, B. and COMPARRI, E., 2007, "Determinants of changes in the regional urban heat island in metropolitan Phoenix (Arizona, USA) between 1990 and 2004", Climate Research, Vol. 33, pp. 171–182.

- CAO, Q., YU D., GEORGESCU, M., HAN, Z. and WU, J., 2015, "Impacts of land use and land cover change on regional climate: a case study in the agro-pastoral transitional zone of China", *Environmental Research Letters*, Vol. 10, No. 12.
- CHENG, F.-Y., HSU, Y.-C. and LIN P.-L., 2013, "Investigation of the Effects of Different Land Use and Land Cover Patterns on Mesoscale Meteorological Simulations in the Taiwan Area", *American Meteorological Society*, Vol. 52, pp. 570 – 587.
- CORREA, W. de S.C. and ALBUQUERQUE T.T. de A., 2012, "A influência da zona de convergência do atlântico sul nas precipitações intensas no mês de novembro de 2008 e suas consequências sobre o município de Vitória/ES", *Revista GEONORTE*, Ed. Especial 2, Vol. 1, No. 5, pp. 796-806.
- EMERY, C., TAI, E. and YARWOOD, G., 2001, "Enhanced meteorological modeling and performance evaluation for two Texas ozone episodes", *Austin - Texas*.
- EPA, "Draft Modeling Guidance for Demonstrating Attainment of Air Quality Goals for Ozone, PM_{2.5}, and Regional Haze", 2014, *United States Environmental Protection Agency*.
- FAST, J., 1995, "Mesoscale modeling and four-dimensional data assimilation in areas of highly complex terrain". *Journal of applied meteorology*, Vol. 34, pp. 2762 - 2782.
- FREITAS, E.D., MARTINS, L.D., SILVA DIAS, P.L. and ANDRADE, M.F., 2005, "A simple photochemical module implemented in RAMS for tropospheric ozone concentration forecast in the Metropolitan Area of São Paulo - Brazil: Coupling and validation", *Atmospheric Environment*, Vol. 39, No. 34, pp. 6352-6361.
- FREITAS, S.R., LONGO, K.M., SILVA DIAS, M.A.F. and et al., 2009, "The Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS) – Part 1: Model description and evaluation", *Atmos. Chem. Phys.*, Vol. 9, pp. 2843.
- GE, C., WANG and J., REID, J.S., 2014, "Mesoscale modeling of smoke transport over the Southeast Asian Maritime Continent: coupling of smoke direct radiative effect below and above the low-level clouds", Vol. 14, pp. 159 – 174.
- GIANNAROS, T.M., MELAS, D., DAGLIS, I.A. and KERAMITSOGLOU, I., 2014 "Development of an operational modeling system for urban heat islands: an application to Athens, Greece", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Volumen, Vol. 14, pp. 347-358.
- GÓMEZ-NAVARRO, J.J., RAIBLE, C.C. and DIERER, S., 2015, "Sensitivity of the WRF model to PBL parametrizations and nesting techniques: evaluation of surface wind over complex terrain", *Geosci. Model Dev. Discuss*, Vol. 8, pp. 3349–3363.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010, "Censo demográfico 2010", Rio de Janeiro, pp. 1-215.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012, "Perfil dos municípios brasileiros", Rio de Janeiro.
- IJSN - Instituto Jones do Santos Neves, 2008, "Perfil Regional - Região Metropolitana da Grande Vitória", Espírito Santo.
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR APPLIED SYSTEMS ANALYSIS, 2015 "Description of the GLOBIOM-BRAZIL database available in the REDD-PAC WFS server", Austria, 68 p.
- JEE, J-B. and KIM, 2016, "S. Sensitivity Study on High-Resolution Numerical Modeling of Static Topographic Data". *Atmosphere*, Vol. 7, pp. 86.
- KUMAR, A., PATIL, R.S., DIKSHIT, A.K., ISLAM, S. and KUMAR R., 2016, "Evaluation of control strategies for industrial air pollution sources using American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model with simulated meteorology by Weather Research and Forecasting Model", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 116, pp. 110-117.
- LUPASCU, A., IRIZA, A. and DUMITRACHE, R.C., 2015, "Using a high-resolution topographic data set and analysis of the impact on the forecast of meteorological", *Rom. Rep. Phys*, Vol. 67, pp. 653–664
- MA, S., PITMAN, A., HART, M., EVANS, J.P., HAGHDADI, N. and MACGILL, I., 2017, "The impact of an urban canopy and anthropogenic heat fluxes on Sydney's climate", *International Journal of Climatology*, Vol. 37, pp. 255-270,
- MARTILLI, A., 2007, "Current research and future challenges in urban mesoscale modeling. *International Journal of Climatology*", Vol. 27, pp. 1909–1918.
- MIDDEL, A., BRAZEL A. J., GOBER, P., MYINT, S. W., CHANG, H. and DUH, J-D., 2012, "Land cover, climate, and the summer surface energy balance in Phoenix, AZ, and Portland, OR", *International Journal of Climatology*, Vol. 32, pp. 2020-2032.
- OKE, T. R., 2006, "The energetic basis of urban heat island", *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol. 108, No. 455, pp. 1-24.
- PEREIRA, G., SILVA, M.E.S., MORAES E.C., CHIQUETTO, J.B. and CARDOZO F.S., 2016, "Improving precipitation simulation from updated surface characteristics in South America", *Theoretical and Applied Climatology*, Vol.129, pp. 1-18.
- PIELKE, R.A., MARLAND, G., BETTS, R.A., CHASE, T.N., EASTMAN, J.L., NILES, J.O., NIYOI, D.D.S. and RUNNING S.W., 2002, "The influence of Land-Use Change and Landscape Dynamics on the Climate System: relevance to climate-change Policy beyond the radiative Effect of Greenhouse Gases", *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 360, No. 1797, pp. 1705-1719.
- QU, Ruijie et al., 2013, "Impacts of land cover change on the near-surface temperature in the North China Plain", *Advances in Meteorology*, Vol. 2013.

- REBOREDO, B., ARASA, R. and CODINA, B., 2015, "Evaluating sensitivity to different options and parameterizations of a coupled air quality modelling system over Bogotá, Colombia. Part i: WRF model configuration", Open Journal of Air Pollution, Vol. 4, pp. 47- 64.
- REIBOTA, M. S., GAN, M.A., ROCHA, R.P. and AMBRIZZI, T., 2010, "Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica", Revista Brasileira De Meteorologia, SÃO PAULO, Vol.25, No.2, pp. 185 -204.
- SCHICKER, I., ARNOLD, D., MORTON, D. and SEIBERT P., 2011, "Effects of updated land-use in WRF over mountainous terrain", In AGU Fall Meeting Abstracts.
- SCHICKER, I., ARIAS, D.A. and SEIBERT, P., 2016, "Influences of updated land-use datasets on WRF simulations for two Austrian regions", Meteorol Atmos Phys, Vol. 128, pp. 279-301.
- SKAMAROCK, W.C., KLEMP, J.B., DUDHIA, J., GILL, D.O., BARKER, D.M., DUDA, M.G., HUANG, X.Y., WANG, W. and POWERS, J.G., 2008, "A description of the Advanced Research WRF version 3", NCAR Tech. Note NCAR/TN-475+STR, 113 p.
- WANG, J., Li C. and Wang E., 2010, "Potential and flux landscapes quantify the stability and robustness of budding yeast cell cycle network", Proc Natl Acad Sci USA, Vol, 107, No. 18, pp. 8195-200.
- WILKS, D.S., 2006, "Statistical Methods in the Atmospheric Sciences" . San Diego - California - USA: ELSEVIER, Vol. 10, 648 p.
- ZHANG, H., CHEN, G., HU, J., CHEN, S.-H., CHRISTINEWIEDINMYER, KLEEMAN, M. and YING Q., 2014, "Evaluation of a seven-year air quality simulation using the weather research and forecasting (wrf)/community multiscale air quality (cmaq) models in the eastern united states", Science of the Total Environment, Vol. 473-474, pp. 275-285.
- ZANOTELLI, C.L. and FERREIRA, F.C., 2014, "O espaço urbano e a renda da terra", GeoTextos, Vol. 10, No. 1, pp. 35-58.
- ZHOU, X., MARSLAND, S.J., FIEDLER, R., BI, D., HIRST, A.C. and ALVES O., 2014, "Impact Of Different Solar Penetration Depths On Climate Simulations", Tellus A, Vol. 67 No. 1.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os trabalhos escritos em português ou espanhol devem incluir (após direitos autorais) título, os nomes dos autores e afiliações, o resumo e as palavras chave, traduzidos para o inglês e a declaração a seguir, devidamente adaptada para o número de autores.

"O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho".

LAND USE INFLUENCE ON THE PERFORMANCE OF MESOSCALE MODEL WRF

Georgynio Yossimar Rosales Aylas, ragy3008@gmail.com¹

Wesley de Souza Campos Correa, wesley.campos.correa@gmail.com²

Alexandre Magalhães Santiago, ams_prof@yahoo.com.br²

Neyval Costa Reis Junior, neyval@gmail.com²

Taciana Toledo de Almeida Albuquerque, tacianatoledo26@gmail.com³

Jane Meri Santos, jmerisantos@yahoo.com.br²

Davidson Martins Moreira¹, davidson.moreira@gmail.com¹

¹Integrated Center of Manufacture and Technology (SENAI CIMATEC), Avenue Orlando Gomes, 1845 - Piatã, 41650-010, Salvador, Bahia, Brasil

²Federal University of Espito Santo (UFES), Avenue Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, 29075-910, Vitória, Espírito Santo, Brasil

³Federal University of Minas Gerais (UFMG), Avenue Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte - MG, Brasil

Abstract: Air quality models needs of meteorological fields, provided by diverser meteorological models. For this purpose, in the Metropolitan Region of the Grande Vitória (RMGV) used the mesoescale numeric model WRF. Physics and biological properties of earth surface are affected copntinuously how consequence of the land use change. In some models, the land use datas are updated or wrong, not showing the local surface reality, favoring the wrong on the simulations. Given the above, the main objective of this work is to evaluate the influence of the input land use data updated, to verify the simulation performance by wrf model, in an area that covers the Metropolitan Region of Grande Vitória (RMGV). The obtained results idicate improvement of the statistical indicators, the land use showed updated have more resolution, getting better include the minor urban centers and can to represent more specifically and precision a actual urban area of the RMGV. The changes in the simulations results whit the atualizaton of the topographic and lad use data, can lead to improve in the meteorological variavels prevition of the RMGV.

Palavras-chave: land use, WRF, Metropolitan Region da Grande Vitória