



ANÁLISE DO POTENCIAL EÓLICO DE UMA MICRO-REGIÃO UTILIZANDO UM MODELO DE CAMADA LIMITE ATMOSFÉRICA

RAMON MOLINA VALLE¹, GILBERTO AUGUSTO AMADO MOREIRA¹, CARLOS
ALEXANDRE MEIRELES NASCIMENTO²

¹Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Engenharia Mecânica

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – 31270-901 Belo Horizonte, MG, Brasil

²Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG.

Av. Barbacena, 1200 – Santo Agostinho – CEP 30190-131 – Belo Horizonte – MG, Brasil,

(Recibido 5 de diciembre de 2011, para publicación 25 de abril de 2012)

Resumo – O Brasil se destaca no cenário mundial apresentando um dos maiores potenciais eólicos do planeta. Projetos de construção e instalação de turbinas eólicas são complexos e parâmetros tais como dimensionamento e localização devem ser cuidadosamente analisados. A análise em campo, para definir as melhores regiões para instalação destes equipamentos, requer um gasto elevado com medições e de tempo para processamento dos dados. Devido a isso, a utilização de códigos comerciais de mecânica dos fluidos computacional (CFD) para estudo da Camada Limite atmosférica tem sido cada vez mais empregada para análise das condições locais de vento. Este trabalho tem com objetivo principal utilizar um modelo de camada limite atmosférica aplicado a micro-regiões para definir os melhores locais de instalação de um gerador eólico de 10 kW de potência máxima na região de Sete Lagoas, próximo de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Para isso foram utilizados como condição de contorno do programa computacional dados experimentais coletados de uma estação climatológica, instalada no local pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, permitindo encontrar, através do modelo numérico, os campos de velocidade e direção do vento dentro do domínio de interesse, levantando desta forma o potencial eólico e definindo as regiões mais favoráveis para a instalação do gerador eólico.

Palavras-chave – Camada limite atmosférica, modelo numérico, turbinas eólicas.

1. INTRODUÇÃO

A superfície da terra está no limite inferior do domínio atmosférico. Processos de transporte que ocorrem entre 100 a 3000 m da superfície da terra modificam este limite, criando o que é chamado de camada limite atmosférica (CLA). O restante da troposfera é chamado de atmosfera livre (AL). O estudo do escoamento sobre uma topologia real dentro da CLA sempre interessou aos meteorologistas, engenheiros, ambientalistas, militares, esportistas, dentre outros, por diversos motivos e aplicações, como por exemplo, dispersão de poluentes, posicionamento de turbinas eólicas e efeitos destrutivos em estruturas devido à ação do vento. Entretanto, não se tem uma resposta analítica para solução deste tipo de problema e a instalação de aparatos experimentais se torna demorado e dispendioso. Com isso, a fluidodinâmica computacional (CFD) a partir de simulações numéricas se torna uma ferramenta adequada para esse tipo de estudo.

A camada limite atmosférica (CLA) é normalmente dividida em três subcamadas: a subcamada laminar, a camada de Prandtl e a camada de Ekman [1]. A subcamada laminar é uma camada de poucos milímetros, próxima a superfície terrestre, na qual o escoamento é lento e totalmente laminar onde o transporte de quantidade de movimento e calor são regulados por movimentos moleculares. A camada de Prandtl começa a partir da altura da rugosidade, onde a velocidade do vento média é considerada nula. A extensão dessa camada varia entre 20 e 100 m e nela a influência da força de Coriolis pode ser desprezada, sendo a deflexão do vento nessa camada praticamente nula. A camada de Ekman se encontra sobre a camada de Prandtl e atinge alturas que podem ser superiores a 1000 m, o que depende da estabilidade do ar. O fluxo de turbulência diminui até atingir zero no topo da camada de Ekman. Como

efeito de atrito é menor nessa camada os efeitos causados pela aceleração de Coriolis fazem com que ocorra uma deflexão no vento, que é maior quanto mais afastado da linha do Equador. No topo da CLA, a força de Coriolis equilibra o gradiente de pressão, o que inibe o seu crescimento, fenômeno este estudado no trabalho de [2].

Na modelagem numérica da CLA são encontradas várias dificuldades, devido ao grande número de fenômenos físicos envolvidos. A implementação de cada novo parâmetro no modelo envolve uma avaliação de sua influência no escoamento, novas condições de contorno e novas características numéricas.

O modelo foi validado utilizando-se os trabalhos de [3,4], que utilizam o código comercial CFX 12.0 [5], através da comparação com dados experimentais obtidos na região de Akervein Hill [6,7]. Com este modelo validado, foi então possível realizar a simulação de um estudo real em uma região do estado de Minas Gerais, Brasil. Desta forma, os mapas de vento de áreas com potenciais eólicos podem ser obtidos utilizando-se modelos de camada limite atmosférica (CLA), os quais podem ser aplicados a regiões de interesse. Assim, é possível obter locais com condições de vento mais adequadas para instalação de aero geradores.

O modelo de CLA foi aplicado a uma topografia de interesse, cujo relevo foi digitalizado no programa computacional. Após a digitalização do relevo, foram determinadas as condições de contorno. Estas condições de contorno de velocidade e direção do vento podem ser obtidas utilizando dados coletados de estações climatológicas ou meteorológicas, instaladas na região, ou de outras fontes tais, como [8], disponíveis na literatura. No presente trabalho, os dados utilizados para definição das condições de contorno foram os coletados de estações meteorológicas instaladas na região com coleta de dados experimentais durante um período de 2 (dois) anos, de 01/01/2009 a 31/12/2010. A partir destes dados foram estabelecidas as condições de contorno de velocidade e direção do vento que prevalecem em cada uma das estações do ano. Para cada um dos períodos sazonais foram obtidos os valores mínimos, médios e máximos e a direção preferencial do vento no ponto de localização da estação. Estes valores de velocidade prevalecentes e a direção de vento preferencial foram utilizados como condições de contorno para reproduzir numericamente os campos de velocidade e direção do vento em toda a região mapeada, utilizando-se o modelo de Camada Limite Atmosférica.

2. METODOLOGIA

2.1. Geoprocessamento da região de interesse

Foi escolhida uma extensa região de aproximadamente 570,6 km² ou 56159 ha. Esta região é mostrada na Fig. 1 com seus respectivos limites geográficos e respectivas coordenadas. Trata-se de um retângulo com 25,97 km de largura por 21,97 km de altura.

A determinação da cobertura do solo (tipo de vegetação) é um importante parâmetro no desenvolvimento da CLA e é obtido através de imagens de satélite que são analisadas e tratadas em [9] para a determinação de uma escala de rugosidade. Desta forma são caracterizadas regiões com vários tipos de vegetação, como por exemplo cidades, regiões com água, rochas, entre outros. Além do tipo de cobertura que este solo apresenta, as elevações do terreno (altura do relevo) também são diagnosticadas pelas imagens de satélite. As Figuras 2 e 3 mostram fotos de satélite da região de estudo e a altura do relevo tridimensional digitalizado no computador, respectivamente.

2.2. Definição da rugosidade do solo

A rugosidade do solo foi levantada através das imagens fornecidas pelo satélite, sendo posteriormente referenciado o solo através do programa Spring, versão 5.1.7, que é um software livre fornecido e desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. As informações extraídas por este programa são apresentadas na Fig. 4, que mostra cinco grandes grupos de rugosidade do solo, sendo elas:

- a) Cidades ou Vिलarejos
- b) Regiões Hidrográficas

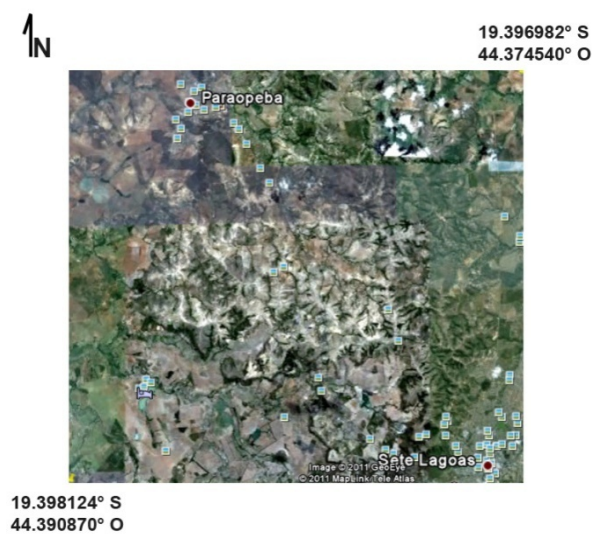


Fig. 1. Região de interesse para instalação dos aero geradores. Fonte: Google Earth.

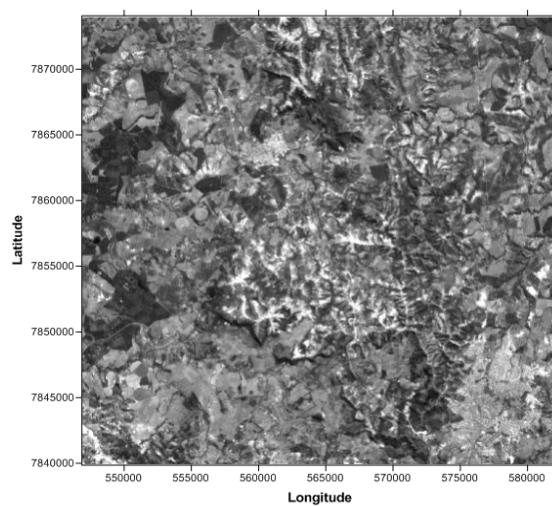


Fig. 2. Foto extraída no dia 17/09/2009 pelo satélite CB2B utilizada para a modelagem da rugosidade do terreno. Fonte: INPE.

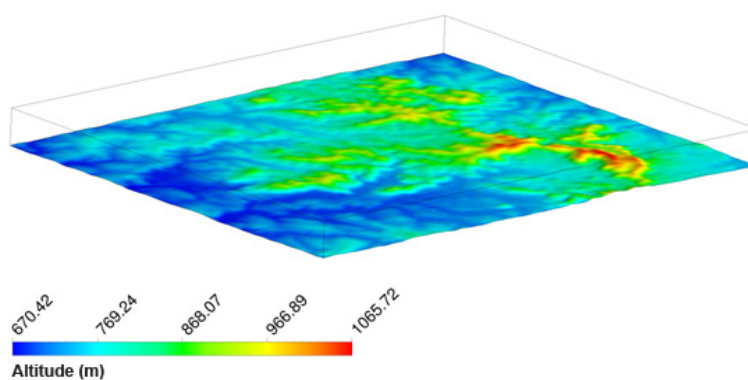


Fig. 3. Relevo característico da região de interesse, digitalizado no computador.

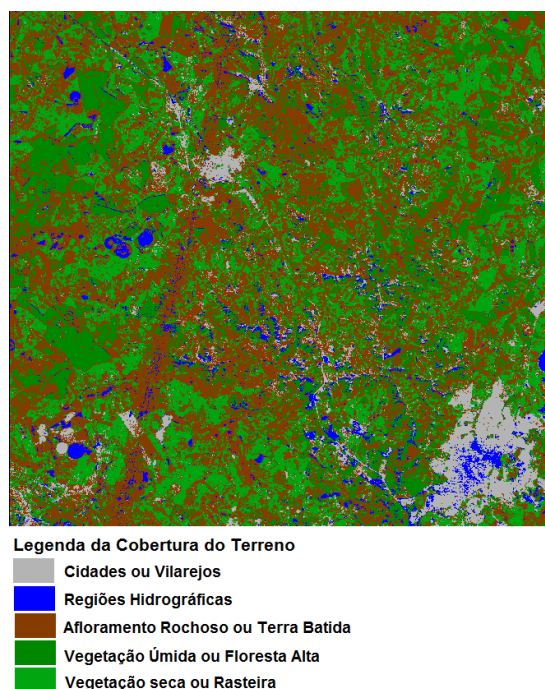


Fig. 4. Escala de cores que representa a característica aproximada da cobertura do solo (vegetação) da região de estudo.

- c) Afloramento rochoso
- d) Vegetação úmida ou floresta alta
- e) Vegetação seca ou rasteira.

As características da cobertura do solo da região de interesse, com aproximadamente um erro de 8% são apresentadas como uma escala de cores na Fig. 4. Este erro é proveniente da leitura da foto e não prejudica o modelo de CLA.

2.3. Determinação das condições de contorno.

Devido ao fato das condições de contorno variar com o tempo é necessário estabelecer condições de contorno médias predominantes durante as estações do ano. Desta forma, os campos de velocidade são obtidos no modelo para estas condições predominantes de vento. Para o caso específico de geradores de pequeno porte, até 10 kW, a velocidade mínima de vento para início do seu funcionamento está em torno dos 3 m/s, sendo as velocidades a partir desse valor de maior interesse neste levantamento. A determinação das condições de contorno predominantes foi realizada através dos dados experimentais extraídos no período de dois anos, obtidos de duas estações climatológicas, sendo uma da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG-EFAP e outra do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, instaladas na região. Para efeitos de simplificação, os dados tratados estatisticamente são apresentados nas tabelas 1 a 3 e nas Figuras 5 e 6 apenas para a estação da CEMIG-EFAP, sendo os dados da outra estação muito similares. A tabela 1 apresenta o tratamento estatístico dos valores experimentais medidos a 10 m de altura do solo para os dois anos. Nota-se que a média da velocidade é praticamente igual para os dois anos. Os valores das velocidades mínima e média são de 0,00 e 1,85 m/s, respectivamente. Já a velocidade máxima atinge 10,5 m/s em 2009 e 23,0 m/s em 2010.

As tabelas 2 e 3 apresentam a ocorrência das diferentes velocidades para os dois anos, respectivamente. Observa-se na tabela 2 que a maior ocorrência de velocidades está na faixa de 1 a 2 m/s, seguido de velocidades entre 2 e 3 m/s. Estas velocidades são ainda muito pequenas mesmo para aerogeradores de pequeno porte. As faixas de velocidade de interesse, representada por velocidades acima de 3 m/s, apre-

Tabela 1. Tratamento estatístico dos valores experimentais fornecidos pela estação da CEMIG-EFAP.

<i>Descrição</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>
Média	1,8308	1,8895
Erro padrão	0,0067	0,0066
Mediana	1,7	1,8
Modo	0	0
Desvio padrão	1,2682	1,2274
Variância da amostra	1,6085	1,5066
Curtose	0,3938	2,7839
Assimetria	0,5839	0,6433
Intervalo	10,5	23
Mínimo	0	0
Máximo	10,5	23
Soma	63883,1	64902,6
Contagem	34893	34349
Nível de confiança(95.0%)	0,0133	0,01298

Tabela 2. Distribuição de ocorrência de velocidades de ventos em 2009 segundo valores experimentais fornecidos pela estação da CEMIG-EFAP.

<i>Velocidade (m/s)</i>	<i>Frequência (No de ocorrências)</i>	<i>% cumulativo</i>
0,0	3767	10.80%
- 1.0	6096	28.27%
1,0 – 2,0	10898	59.50%
2,0 – 3,0	8399	83.57%
3,0 – 4,0	3943	94.87%
4,0 – 5,0	1342	98.72%
5,0 – 6,0	325	99.65%
>6,00	123	100.00%

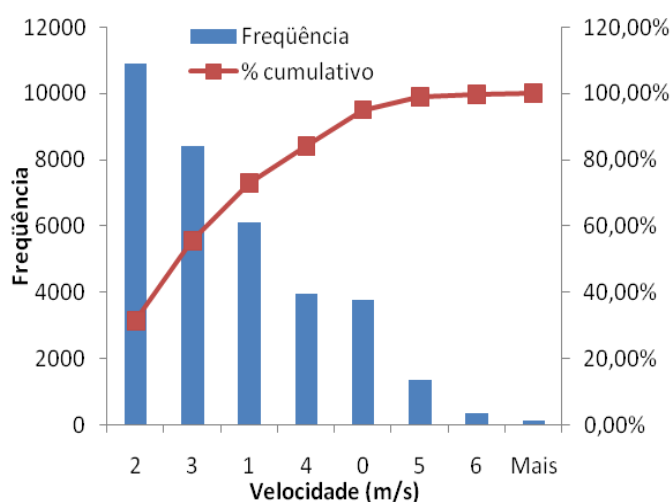


Fig. 5. Histograma da frequência de velocidade do vento extraído dos valores experimentais de 2009 fornecidos pela torre da CEMIG-EFAP em Sete Lagoas – MG.

Tabela 3. Distribuição de ocorrência de velocidades de ventos em 2010 segundo valores experimentais fornecidos pela torre da CEMIG-EFAP.

<i>Velocidade (m/s)</i>	<i>Frequência (No de ocorrências)</i>	<i>% cumulativo</i>
0,0	2785	8.11%
- 1.0	6138	25.98%
1,0 – 2,0	10846	57.56%
2,0 – 3,0	8789	83.14%
3,0 – 4,0	4176	95.30%
4,0 – 5,0	1239	98.91%
5,0 – 6,0	298	99.78%
>6,00	77	100.00%

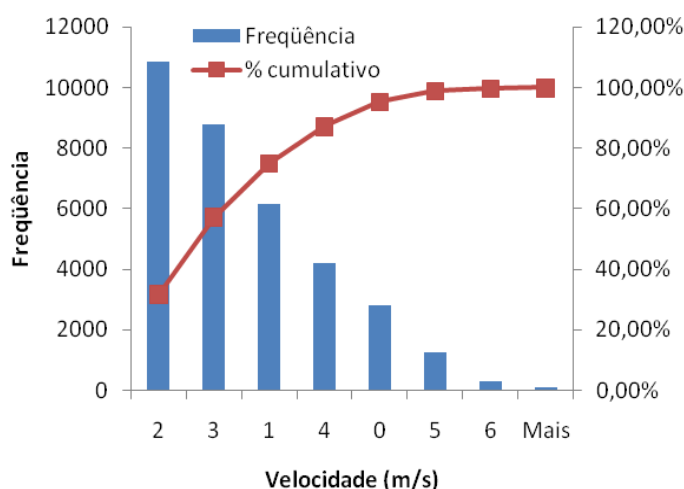


Fig. 6. Histograma da frequência de velocidade do vento extraído dos valores experimentais de 2010 fornecidos pela torre da CEMIG-EFAP.

sentam menor frequência de ocorrência em 2009. É claro que estas condições de vento dependem muito do local onde a estação está localizada, podendo não ser um local mais apropriado para coleta de dados experimentais de vento.

A Fig. 5 apresenta o histograma da frequência de velocidade do vento extraído dos valores experimentais de 2009, fornecidos pela torre da CEMIG-EFAP, mostrando claramente a maior frequência de ocorrência de velocidades menores que 3 m/s.

Observa-se na tabela 3 praticamente o mesmo comportamento da tabela 2, com a maior ocorrência de velocidades na faixa de 1 a 2 m/s, seguido de velocidades entre 2 e 3 m/s. As faixas de velocidades acima de 3 m/s apresentam menor frequência de ocorrência também em 2010.

Esta tabela pode ser representada por um histograma da frequência de velocidade do vento, como mostrado na Fig. 6. Nota-se que em 2010 já se tem maior frequência de ocorrência de velocidades em torno dos 3 m/s, embora as frequências de velocidades maiores permaneçam pequenas. Uma análise mais interessante pode ser realizada a partir de dados sazonais, podendo obter desta forma os períodos do ano de maior incidência de vento. Esta análise é apresentada na tabela 4, que apresenta a ocorrência das velocidades sazonalmente para cada estação do ano. Neste caso há uma constatação de maior ocorrência de ventos acima de 3m/s no inverno e primavera e ocorrências deste valor com frequências menores no verão. Os dados mostram que durante o outono as ocorrências de vento acontecem com velocidades abaixo de 2 m/s.

Tabela 4. Distribuição de ocorrência de velocidades de ventos sazonais, por períodos de 2009 a 2010.

Velocidade (m/s)	2009			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
0,0	0	0	0	2785
0,0 - 1,0	2245	0	0	4920
1,0 - 2,0	6422	4194	0	0
2,0 - 3,0	0	4473	3536	0
3,0 - 4,0	0	0	3943	0
4,0 - 5,0	0	0	982	360
5,0 - 6,0	0	0	0	325
>6,00	0	0	0	123
Velocidade (m/s)	2010			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
0,0	0	0	0	0
0,0 - 1,0	1218	0	1218	0
1,0 - 2,0	7449	3241	7449	3241
2,0 - 3,0	0	5205	0	5205
3,0 - 4,0	0	0	0	0
4,0 - 5,0	0	0	0	0
5,0 - 6,0	0	0	0	0
>6,00	0	0	0	0



Fig. 7. Domínio computacional mostrando a malha utilizada.

Analisando os dados experimentais é possível ver que a ocorrência de velocidades de 1 a 5 m/s a 10 m de altura é predominante na região, sendo, desta forma, correta a opção de utilizar condições de contorno de 1, 3 e 5 m/s para o modelo da CLA. Para estas condições de contorno (1, 3 e 5 m/s) foram obtidos resultados de velocidade de vento a 10 m de altura do solo para todo o domínio analisado. A direção preferencial escolhida como condição de contorno foi de 36°, por se tratar da direção predominante dos ventos na estação climatológica.

2.4. Malha utilizada

A malha utilizada é a mostrada na Fig. 7 e possui 1.486.536 nós e 4.285.750 elementos, com uma resolução próxima do solo de 1 metro de altura e equidistantes de 80 metros de espaçamento. A Fig. 8 mostra detalhes da malha utilizada e o refino próximo do solo.

A Fig. 9 mostra a malha refinada no solo, indicando a variação da altura do relevo.

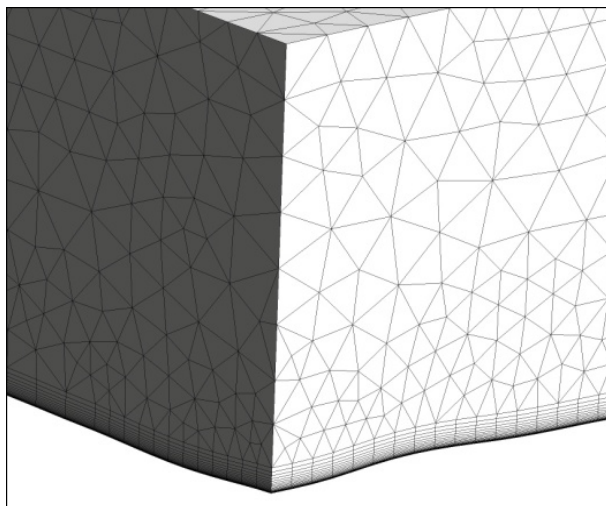


Fig. 8. Detalhes da malha utilizada.

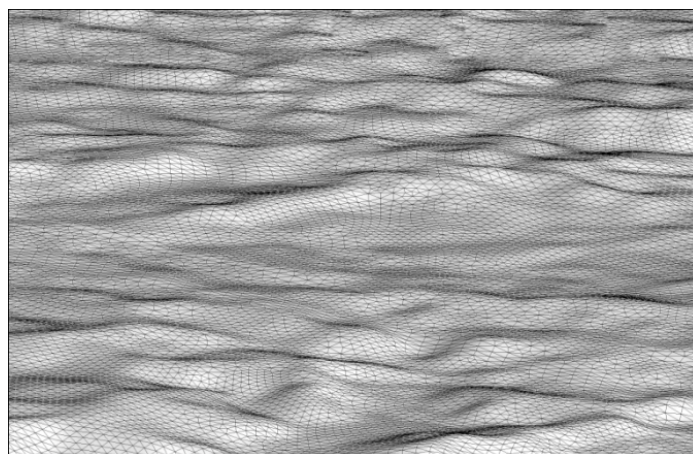


Fig. 9. Detalhes da malha no solo com a altura do relevo.

3. RESULTADOS

Com a finalidade de analisar a coerência do perfil de velocidade, foram definidos no domínio três pontos distintos localizados em regiões com altura de relevo diferentes, sendo as suas localizações espaciais (UTM), em metros, dadas por:

- Ponto 1 – 571647, 7850216, 1111
- Ponto 2 – 570588, 7844669, 868
- Ponto 3 – 557225, 7848035, 694

Como mostram as coordenadas, o ponto 1 está localizado em uma região mais alta do relevo (1111m), enquanto que o ponto 3 está numa região mais baixa (694m), sendo o ponto 2 localizado a uma altura média do relevo (868m). A Fig. 10 mostra a altura do relevo da região, a localização destes pontos escolhidos e a localização das estações de coleta de dados instaladas na região digitalizada de Sete Lagoas. As localizações espaciais (UTM) das estações de coleta de dados, em metros, são as seguintes:

- Estação do INMET (Ponto I) – 578715, 7846995, 732
- Estação da CEMIG-EFAP (Ponto C) – 577887, 7849012, 870

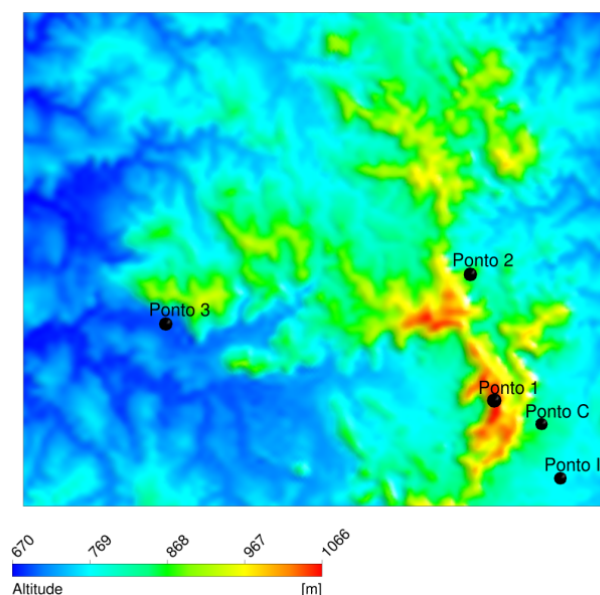


Fig. 10. Altura do relevo com a localização dos pontos para teste do perfil de velocidade e a localização das estações de coleta de dados utilizadas para definição das condições de contorno.

As Figuras 11 a 13 mostram o comportamento dos perfis de velocidade nos pontos 1, 2 e 3 para as condições de contorno de 1, 3 e 5 m/s, a 10 m de altura do solo. Como dito anteriormente, para todas as condições de contorno, o ponto mais alto apresentou maiores velocidades, indicando maior compressão das camadas superiores da atmosfera. Uma análise do perfil de velocidade nestes pontos mostra que para maiores altitudes ouve uma aceleração do perfil de velocidade, mostrando assim coerência na física do escoamento.

Considerando que para a condição de contorno de 1 m/s as velocidades no domínio são todas abaixo de 3 m/s e que estas velocidades predominam apenas durante grande período de outono e considerando que a velocidade de interesse para geração eólica utilizando pequenos aerogeradores é a partir de 3 m/s, vamos considerar apenas as condições de contorno de 3 e 5 m/s, que são as velocidades que predominam durante a maior parte do ano. A Fig. 14 mostra as isocurvas de velocidades a 10 m de altura do solo para a condição de contorno de 3 m/s. Velocidades máximas maiores que 5 m/s podem ser observadas em alguns pontos da região, estando a maioria das velocidades acima de 3 m/s.

A Fig. 15 mostra as isocurvas de velocidades a 10 m de altura do solo para a condição de contorno de 5 m/s. Velocidades máximas acima de 9,5 m/s podem ser observadas em muitos pontos da região.

Nota-se que para a condição de 3 m/s, mais de 70% da área apresenta velocidades acima de 3 m/s. Para a condição de contorno de 5 m/s, mais de 95% da área contem velocidades acima de 3 m/s. Desta forma, localizada a região de interesse para instalação do aerogerador, é possível localizar o ponto mais adequado na região e ver a condição de vento existente. A análise da área de ocorrência e a frequência de ocorrência por faixa de velocidades é apresentado nas Tabelas 5 e 6. Estas tabelas apresentam também o potencial eólico, que pode ser calculado a partir da integração dos mapas de velocidade média anual, fazendo-se uso de recursos de geoprocessamento. Desta forma é obtida uma área de ocorrência para cada faixa de velocidades obtida do modelo. Para o cálculo do potencial instalável deve-se considerar a altura do solo que corresponde à altura do eixo da turbina e a taxa de ocupação média do terreno. Para o cálculo do potencial eólico instalável, deve-se multiplicar a área de ocorrência nas faixas de velocidade do vento encontradas no terreno a uma determinada altura do solo, pela taxa de ocupação média do terreno a ser escolhida. Geralmente é considerada uma taxa de ocupação média de $1,5 \text{ MW/km}^2$, o que representa cerca de 15% do realizável por usinas eólicas comerciais em terrenos planos sem restrições de uso de solo.

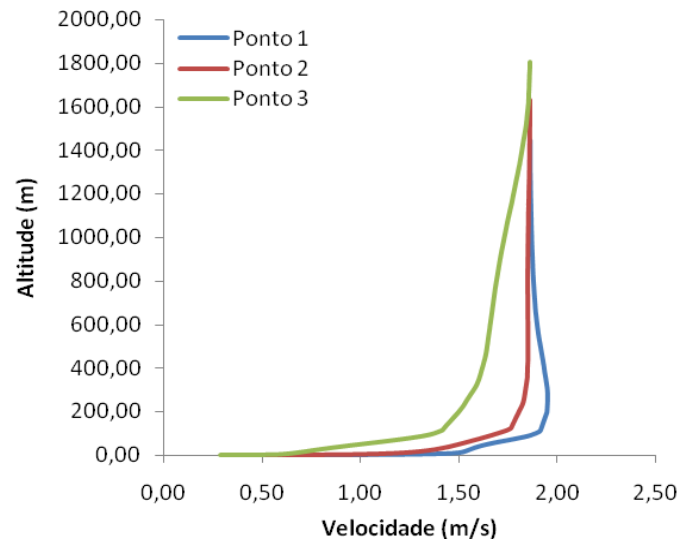


Fig. 11. Perfil de velocidade nos pontos analisados para a condição de contorno de 1 m/s.

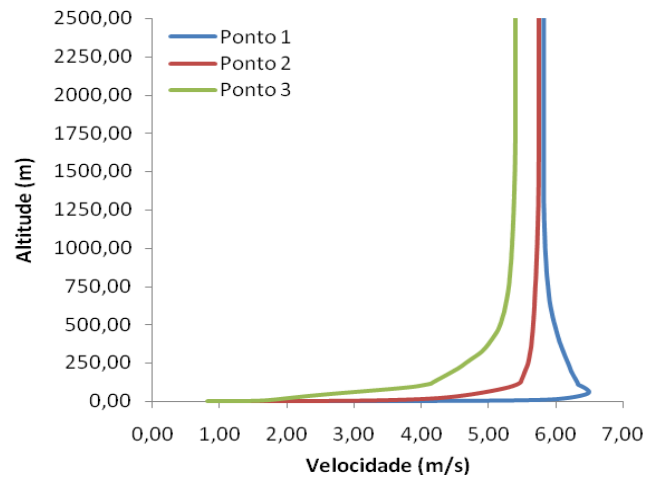


Fig. 12. Perfil de velocidade nos pontos analisados para a condição de contorno de 3 m/s.

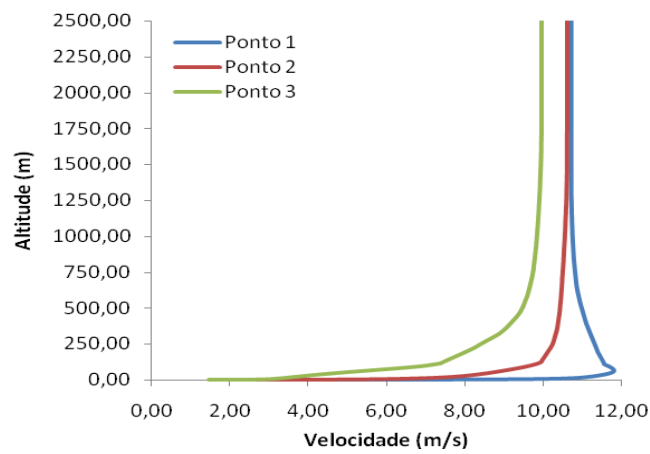


Fig. 13. Perfil de velocidade nos pontos analisados para a condição de contorno de 5 m/s.

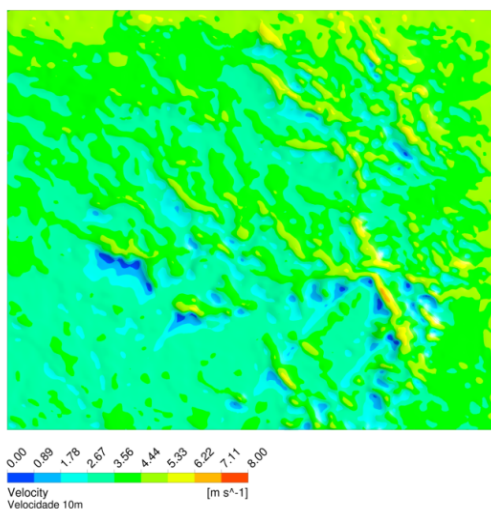


Fig. 14. Iso-superfícies de velocidade a 10 m de altura para condição de contorno de 3 m/s.

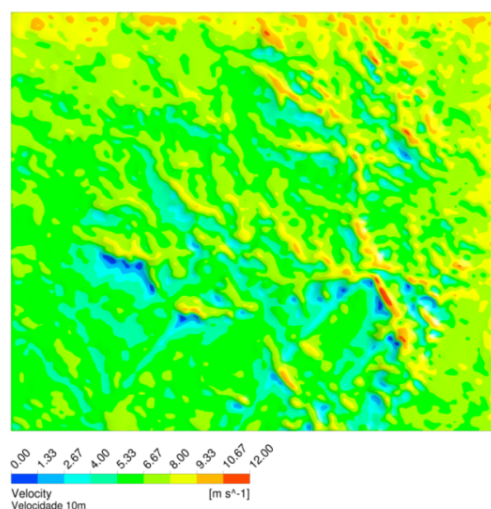


Fig. 15. Iso-superfícies de velocidade a 10 m de altura para condição de contorno de 5 m/s.

Tabela 5. Descrição da ocorrência de velocidades para a condição de contorno de 3 m/s a, 10 m de altura.

<i>Velocidade</i> (m/s)	<i>Frequência</i>	<i>%</i> <i>cumulativo</i>	<i>Área</i> (km ²)	<i>Potência Instalável</i> (MW)
0,0	0	0,00	0,00	0,00
0,0 - 0,5	32	0,06	0,33	0,50
0,5 - 1,0	154	0,34	1,61	2,41
1,0 - 1,5	342	0,98	3,57	5,35
1,5 - 2,0	800	2,46	8,35	12,52
2,0 - 2,5	1.797	5,79	18,75	28,12
2,5 - 3,0	6.613	18,04	69,00	103,50
3,0 - 3,5	14.066	44,10	146,76	220,14
3,5 - 4,0	13.999	70,04	146,06	219,10
4,0 - 4,5	8.510	85,80	88,79	133,19
4,5 - 5,0	5.027	95,11	52,45	78,68
5,0 - 5,5	2.327	99,43	24,28	36,42
5,5 - 6,0	260	99,91	2,71	4,07
6,0 - 6,5	44	99,99	0,46	0,69
6,5 - 7,0	6	100,00	0,06	0,09
>7,0	0	100,00	0,00	0,00

Tabela 6. Descrição da ocorrência de velocidades para a condição de contorno de 5 m/s, a 10 m de altura.

<i>Velocidade</i> (m/s)	<i>Frequência</i>	<i>%</i> <i>cumulativo</i>	<i>Área</i> (km ²)	<i>Potência Instalável</i> (MW)
0	0	0,00	0,00	0,00
0,0 - 0,5	2	0,00	0,02	0,03
0,5 - 1,0	40	0,08	0,42	0,63
1,0 - 1,5	76	0,22	0,79	1,19
1,5 - 2,0	125	0,45	1,30	1,96
2,0 - 2,5	186	0,79	1,94	2,91
2,5 - 3,0	255	1,27	2,66	3,99
3,0 - 3,5	495	2,18	5,16	7,75
3,5 - 4,0	727	3,53	7,59	11,38
4,0 - 4,5	1.137	5,64	11,86	17,79
4,5 - 5,0	2.375	10,04	24,78	37,17
5,0 - 5,5	4.686	18,72	48,89	73,34
5,5 - 6,0	7.098	31,87	74,06	111,09
6,0 - 6,5	9.015	48,57	94,06	141,09
6,5 - 7,0	8.629	64,56	90,03	135,05
7,0 - 7,5	6.142	75,94	64,08	96,13
7,5 - 8,0	4.484	84,24	46,79	70,18
8,0 - 8,5	3.214	90,20	33,53	50,30
>8,5	5.291	100,00	55,21	82,81

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram o potencial eólico na região de Sete Lagoas, Brasil, indicando os locais de maior velocidade de vento e os locais mais adequados para a instalação das estações eólicas. Estes locais estão localizados próximo da serra, ao nordeste da cidade de Sete Lagoas. A partir deste mapeamento, realizado utilizando um modelo de camada limite atmosférico, é possível prever a região onde as turbinas teriam melhores condições de funcionamento, com níveis de vento suficientes para garantir o seu funcionamento e uma eficiência próxima à prevista no projeto, durante a maior parte do ano. Estes potenciais eólicos apresentados podem ser alterados em função do tipo e capacidade das turbinas a serem utilizadas e da taxa de ocupação média a ser utilizada. No entanto, o procedimento de obtenção do mapa de ventos e a metodologia para determinação do potencial eólico instalável em uma determinada região segue sempre a metodologia apresentada neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Zdunkowski, W., Bott, A., *Dynamics of the atmosphere: A course in theoretical meteorology*, Cambridge University Press (2003)
- [2] Stubley, G.D., Riopelle, G., "The influence of the Earth's rotation on planetary boundary layer turbulence", *Boundary Layer Meteorology*. **45**, 307-324 (1988)
- [3] Moreira, G.A.A., "Modelagem numérica da camada limite atmosférica com validação experimental", Dissertação de mestrado apresentada no PPGMEC, UFMG, Belo Horizonte, Brasil (2007)
- [4] Santos, A.A.C., Lima, S.M.L., de Paula, G.A.R., Moreira, F.A.A., Valle, R.M., "RANS turbulence model evaluation for neutral atmospheric boundary layer simulation over complex terrain", COBEM (2009)
- [5] CFX 12.0 CFX-12 Solver and Solver Manager Guide", AEA Technology Engineering Software Ltd, UK. (2010)

- [6] Taylor, P.A., Teunissen, H.W., “Askervein 82: an initial report on the September/October 1982 experiment to study boundary layer flow over Askervein”, South Uist, Scotland. In: Internal Report MSRB-83-8. Downsview, Ontario, Canada (1983)
- [7] Taylor, P.A., Teunissen, H.W., “The Askervein Hill Project: Report on the September/October 1983 main field experiment”. In: Internal Report MSRB-84-6. Downsview, Ontario, Canada (1985)
- [8] Amarante, O.A.C., Zack, M.B.J., Sá, A.L., *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*, Editora Fabricadeideias.com, Brasília, Brasil (2001)
- [9] Spring V. 5.1, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil (2011)

ANALYSIS OF WIND POTENTIAL OF A MICRO-REGION USING A MODEL OF ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER

Abstract – Brazil stands out on the world scene featuring one of the largest wind power on the planet. Construction projects and installation of wind turbines are complex and parameters such as sizing and location should be carefully analyzed. The analysis in the field, to define the best locations for installation of this equipment requires a high expenditure of time for measurements and data processing. Because of this, the use of commercial codes for computational fluid dynamic (CFD) to study the atmospheric boundary layer has been increasingly employed for the analysis of local wind conditions. This work with the main objective is to use a model of atmospheric boundary layer applied to micro-regions to define the best locations to install a wind generator of 10 kW maximum power in the region of Sete Lagoas, near Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil . To this were used as boundary condition, the computer program experimental data collected from a meteorological station, installed on site by Companhia Energetica de Minas Gerais - CEMIG, allowing you to find, through the numerical model, the fields of wind speed and direction within the domain of interest, thereby raising the potential of wind and setting the most favorable regions for installing the Wind generator.

Keywords – Atmospheric boundary layer, Numerical Model, Wind Turbines.