

CLIMA

Rafael Coll Delgado

Meteorologista, Doutor em Agronomia
– Meteorologia Aplicada, Professor
Associado da Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Marcos Gervasio Pereira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em
Agronomia – Ciência do Solo, Professor
Titular da Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

3.1 INTRODUÇÃO

O clima é o mais influente dos quatro fatores que agem sobre o material de origem e, portanto, na formação do solo, pois determina a natureza e a intensidade do intemperismo que ocorre em grandes áreas geográficas. As principais variáveis climáticas que influenciam a formação do solo são a precipitação pluviométrica e a temperatura, as quais afetam as taxas dos processos físicos, químicos e biológicos (BRADY e WEIL, 2013).

O clima do estado do Rio de Janeiro é dividido em 5 tipos de acordo

com a nova classificação de Köppen para o Brasil (ALVARES *et al.*, 2013). Essa alta diversidade climática é influenciada pela topografia acidentada, vegetação pluralizada, além da proximidade com o Oceano Atlântico (ADGER *et al.*, 2003; PITMAN *et al.*, 2011; SILVA e DEREZCZYNSKI, 2014).

Para entender a influência do clima nos processos de formação do solo, neste capítulo são avaliados dados meteorológicos mensais do período de janeiro de 1980 a dezembro de 2013, sendo estes: chuva (mm), temperatura média do ar (T_m) ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (UR) (%), evapotranspiração (ET_o) (mm d^{-1}) e velocidade do vento (Vento m s^{-1}). Os dados dessas variáveis foram obtidos no banco de dados da Universidade do Texas em Austin (<https://utexas.app.box.com/v/Xavier-et-al-IJOC-DATA>), sendo validados por Xavier *et al.* (2016). Além dessas variáveis, foi analisada a umidade do solo (AguaS), em mm, para o mesmo

período em questão, a partir de dados produzidos pelo NCEP-DOE Reanalysis-2, que estão disponíveis em www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html.

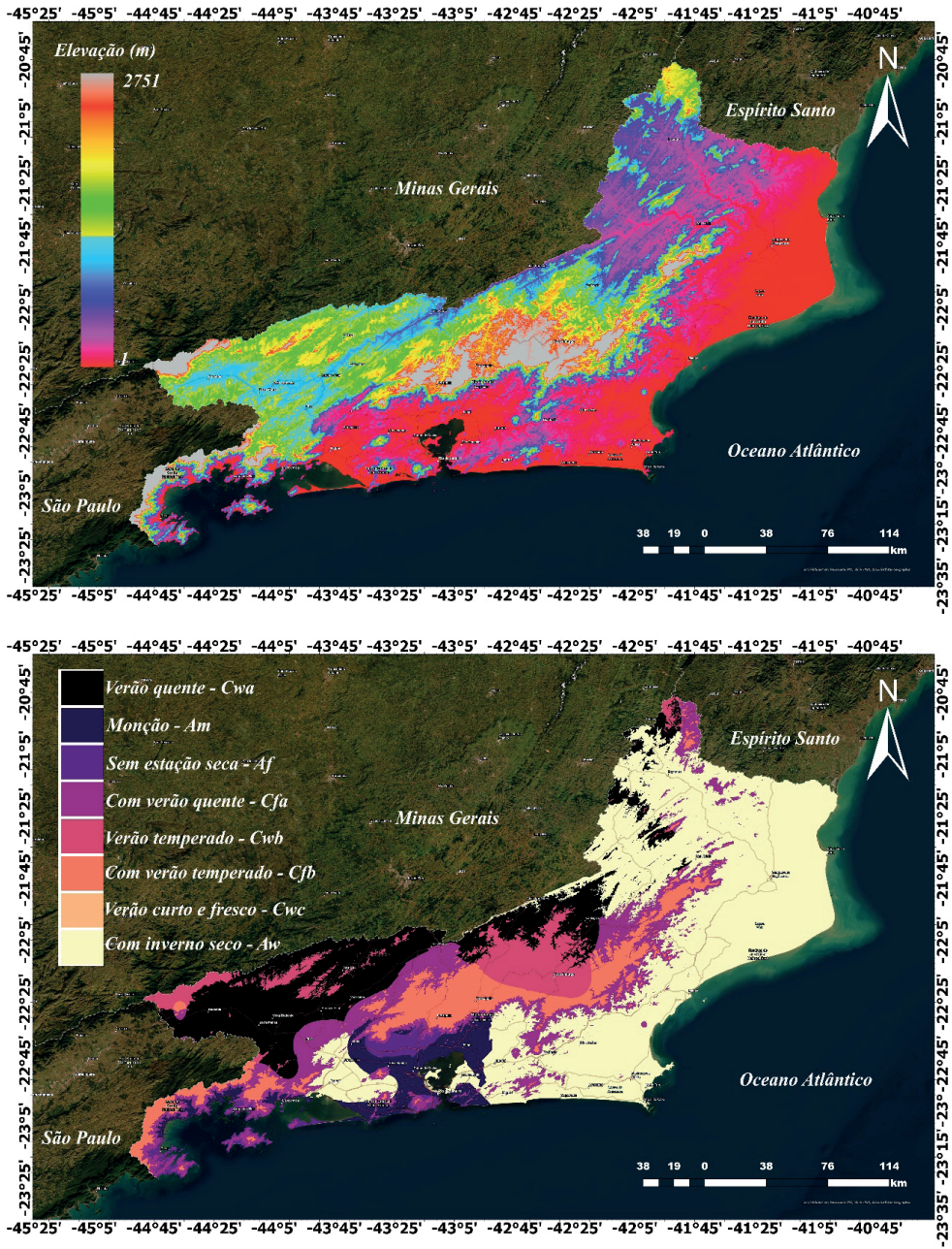


Figura 38. Elevação do estado do Rio de Janeiro e a nova classificação climática de acordo com Alvares *et al.* (2013).

Fonte: Rafael Coll Delgado.

Para a análise temporal dos dados, foi criada uma grade pontual no software ArcGIS 10.5 para cada região de governo (Figura 39), com resolução espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ e salva em .CSV. Após essa etapa, essa grade pontual foi transferida para o *software* R versão 4.0.2 (R CORE TEAM, 2020) para extração dos valores mensais de cada variável utilizada. Essa extração pontual permitiu a análise estatística por Boxplot, para toda a série estudada, para se avaliar o formato, a tendência e a distribuição empírica dos dados.

Os dados também foram espacializados sendo utilizada a mesma grade pontual (Figura 40), e, para a interpolação espacial das variáveis, foi utilizado o *Inverse Distance Weighting* (IDW) (XAVIER *et al.*, 2016). A mesma resolução espacial foi utilizada para todas as variáveis. A partir da espacialização, também foram separados os valores mensais de todas as regiões em estação seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março) e calculada a climatologia para cada variável.

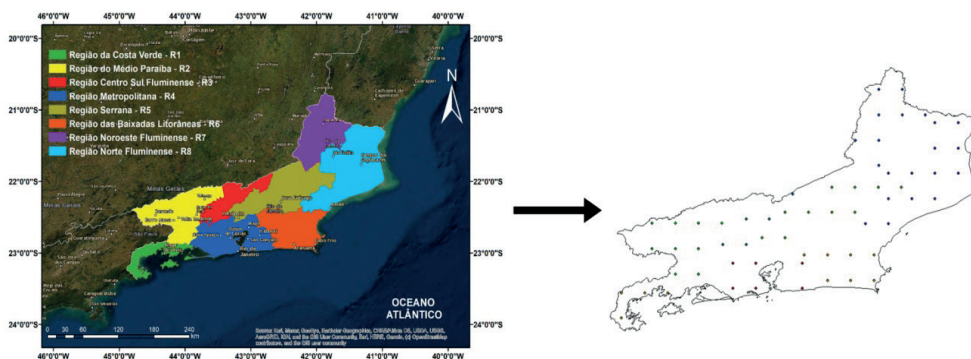


Figura 39. Pontos que foram utilizados para a extração dos valores mensais para cada região de governo no Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Rafael Coll Delgado.

O efeito da temperatura na formação do solo é principalmente indireto, pois controla a quantidade de umidade disponível para os processos pedogenéticos. Em complemento, por influenciar a atividade da biota, a temperatura também influencia a quantidade e a natureza dos resíduos orgânicos adicionados ao solo e as suas taxas de transformação (KAMPF e CURI, 2012; BRADY e WEIL, 2013). Os dados de temperatura média do ar analisados mostram um comportamento sazonal ao longo da série estudada, com os valores mais altos principalmente no início da primavera (setembro) e final do verão (março) (Figura 40). As menores temperaturas ocorreram na Região Serrana, e as temperaturas mais elevadas foram verificadas na Região Norte Fluminense. Essas diferenças, por sua vez, estão associadas aos fatores geográficos, vegetação, elevação e proximidade oceânica, o que ocasiona essas flutuações dentro do estado do Rio de Janeiro (SILVA e

DERECZYNSKI, 2014).

O avanço de frentes frias e a localização dos sistemas de alta pressão posicionados na Região Sudeste também influenciam os valores de temperatura do estado do Rio de Janeiro. A entrada de massas de ar frio, principalmente durante o inverno, influencia a queda de temperatura no trimestre de maio, junho e julho, em todo o Brasil (INFOCLIMA, 2020).

Com relação à velocidade do vento, que influencia diretamente as taxas de erosão eólica, os maiores valores foram observados na Região Norte Fluminense, e os menores, na Região Noroeste Fluminense. O vento é um agente importante no transporte e distribuição de materiais suspensos por longas distâncias (KAMPF e CURI, 2012). Quanto menores as partículas, mais longe o vento consegue carregá-las. Materiais transportados pelo vento (eólicos) são importantes como material de origem para a formação do solo (BRADY e WEIL, 2013).

O regime de umidade do solo representa a integração dos incrementos periódicos e estacionais, das perdas (remoções), retenção e movimento da água no solo. No estado do Rio de Janeiro, a umidade relativa do ar acompanha as estações seca e chuvosa marcantes da Região Sudeste, em que os maiores valores são observados na estação chuvosa e os menores ocorrem durante a estação seca. A evapotranspiração também segue a tendência da maior incidência de radiação solar na Região Sudeste, em que os máximos valores de ETo são observados na estação chuvosa, e os mínimos, durante a estação seca.

Os maiores valores pluviométricos verificados foram na estação chuvosa, com o máximo de 303 mm na Região da Baixada Litorânea e um mínimo de 21 mm na Região Noroeste Fluminense. Os totais máximos pluviométricos encontrados durante a estação chuvosa se devem à ocorrência do fenômeno conhecido como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACAS), que influencia dinamicamente as chuvas na região Sudeste do Brasil (INFOCLIMA, 2020). A água no solo segue o mesmo padrão da chuva, como valores máximos em fevereiro (601 mm) e valor mínimo de 295 mm em setembro na Região Noroeste Fluminense. O valor médio em todo o estado foi de 454 mm.

Para a temperatura do ar, foi observada a mesma tendência, em que os valores máximos concentram-se principalmente nas porções Nordeste e Norte do Estado para todas as estações do ano. Os menores valores concentram-se no Sul e parte Central do Estado. Na estação seca, considerando os meses de abril a setembro, foram verificados valores médios de evapotranspiração e temperatura do ar de 2,6 mm d⁻¹ e 18,6°C; já para a estação chuvosa, são considerados os meses de outubro a março, sendo que os valores chegam a 4 mm d⁻¹ e 23°C. Essas estações são marcantes na Região Sudeste. A grande diferença de temperatura e evapotranspiração é correspondente à incidência de radiação durante o Solstício de Inverno e Verão do Hemisfério Sul.

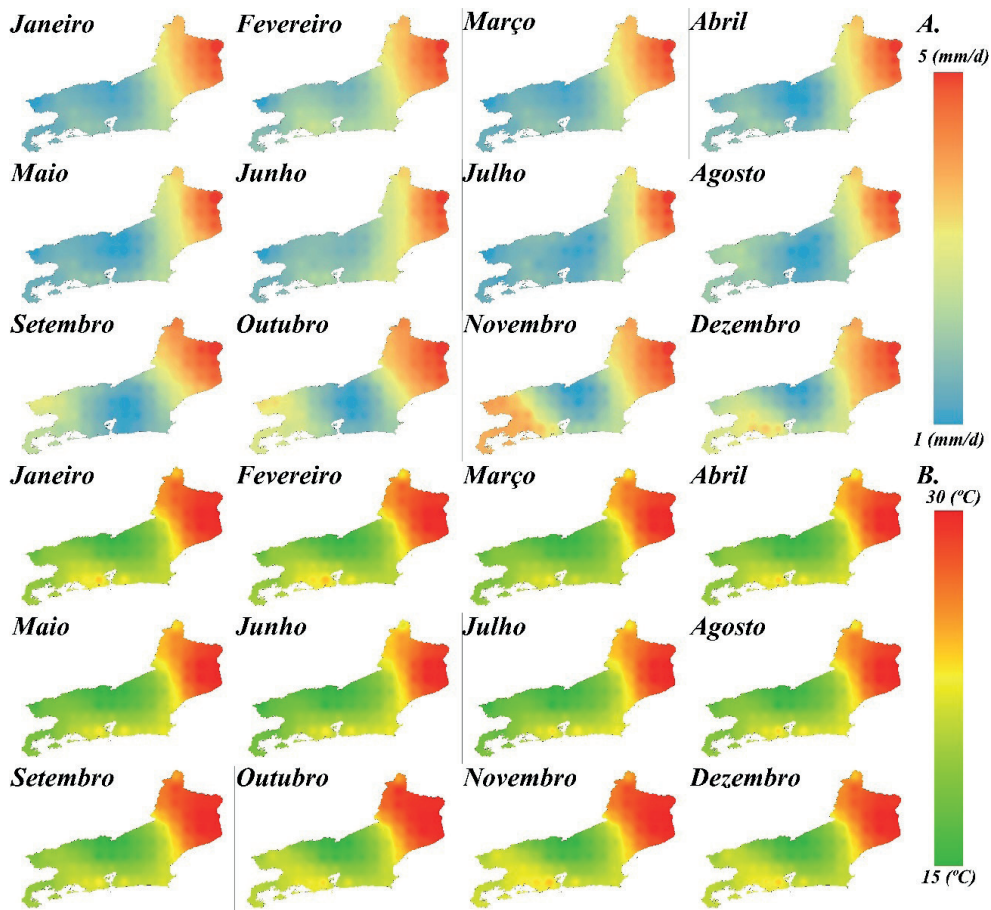


Figura 40. Análise espacial da Evapotranspiração (mm d^{-1}) (A.) e temperatura média do Ar ($^{\circ}\text{C}$) (B.) para o estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Rafael Coll Delgado.

Para distribuição das chuvas e o conteúdo de água no solo, observa-se um padrão bem diferenciado em comparação à temperatura e evapotranspiração. Verifica-se que as baixadas litorâneas, pela sua proximidade do Oceano Atlântico, apresentam índices pluviométricos mais elevados (Figura 41). Esse padrão também foi observado por Silva e Dereczynski (2014). Para o conteúdo de água no solo, os maiores valores são verificados na parte Sul do Estado nas regiões com maior cobertura vegetal de florestas. Ficam evidentes as maiores precipitações pluviométricas na Região Sudeste, em que os sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACAS) são marcantes, o que desencadeia um total pluviométrico mais significativo e eficiência maior de armazenamento de água no solo na estação chuvosa.

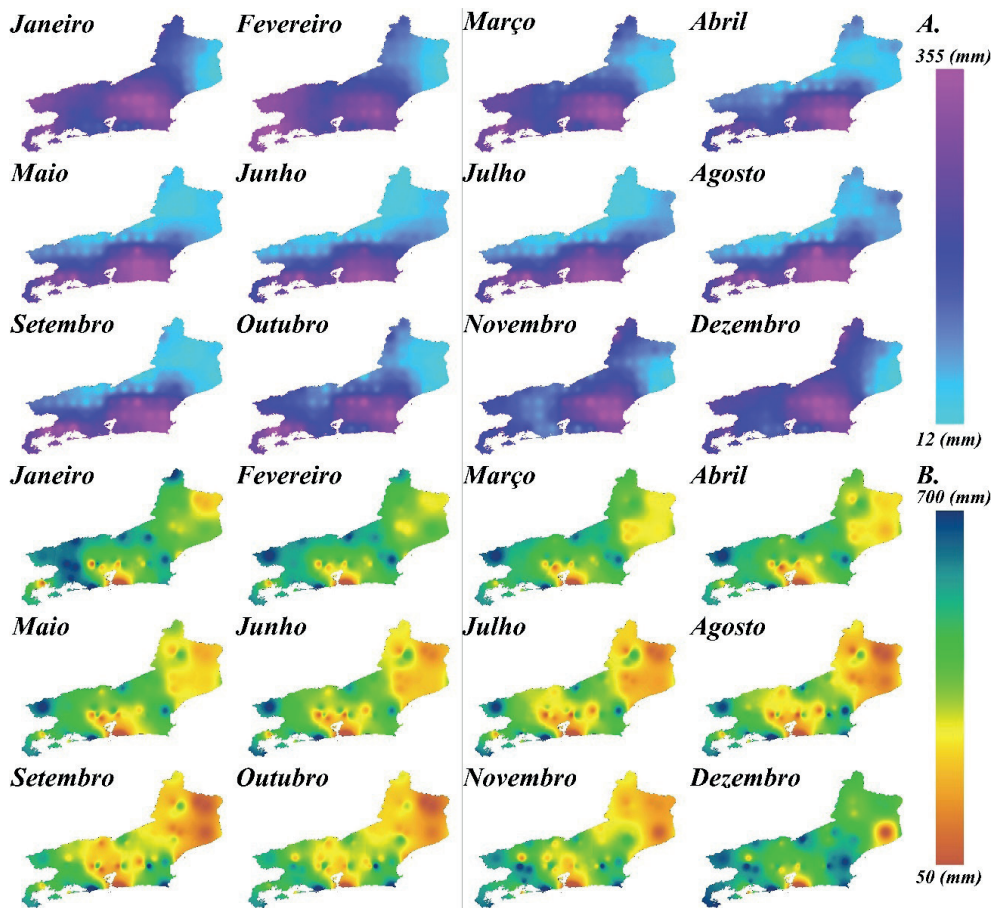


Figura 41. Análise espacial da chuva (mm) (A.) e conteúdo de água no solo (mm) (B.) para o estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Rafael Coll Delgado.

A umidade relativa do ar e a velocidade dos ventos também são influenciadas pelos sistemas meteorológicos, latitude, paisagem e proximidades do oceano. Verifica-se que os maiores valores de umidade relativa do ar concentram-se nas porções Sul, Baixadas Litorâneas e parte Central do estado; para a velocidade do vento, os maiores valores se concentram nas regiões Norte e Nordeste do Estado. Algumas flutuações ocorrem também em outras regiões, mas fica evidente o aumento da velocidade do vento durante o Equinócio de Primavera (Figura 42).

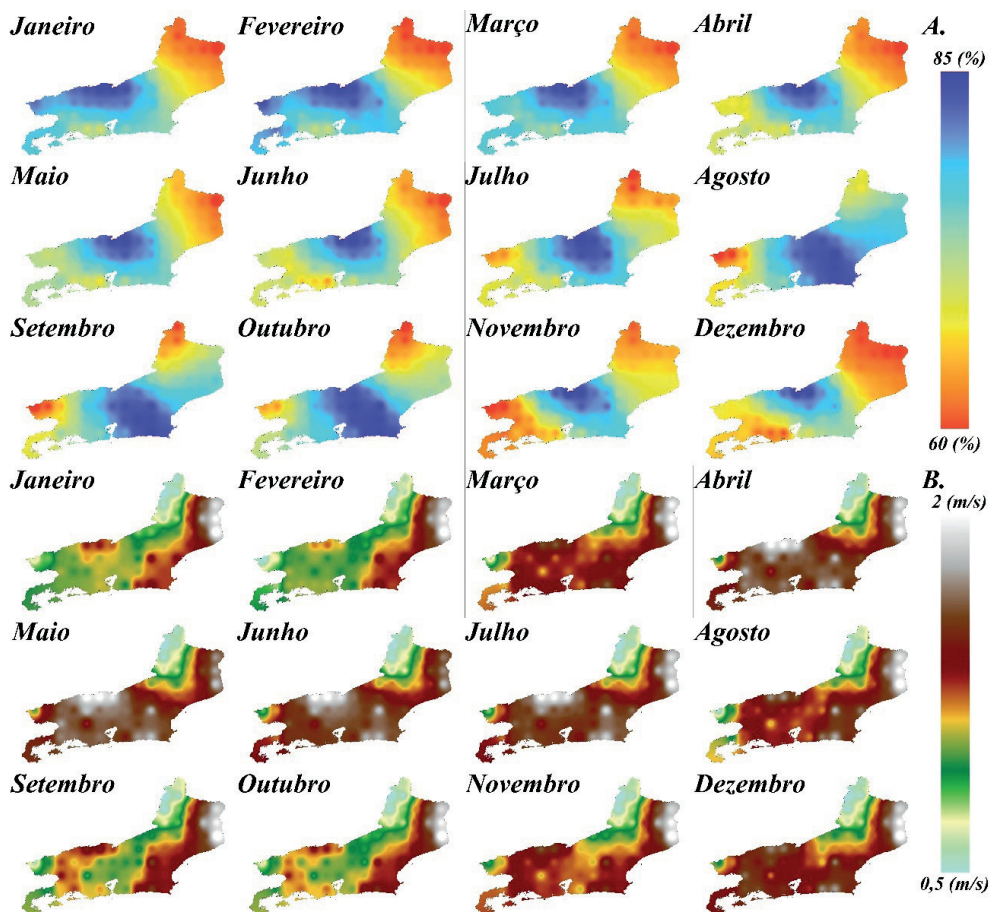


Figura 42. Análise espacial da umidade relativa do ar (%) (A.) e velocidade do vento (m s^{-1}) (B.) para o estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Rafael Coll Delgado.

Em síntese, verifica-se que as regiões das Baixadas Litorâneas, Costa Verde, Médio Paraíba e Metropolitana são as que apresentam altos índices acumulados de chuva durante os 34 anos analisados (Tabela 1). O maior déficit pluviométrico comparado entre as regiões ocorre na região Noroeste Fluminense (1.262 mm). As maiores temperaturas foram verificadas nas regiões Noroeste Fluminense e Norte Fluminense com valores superiores a 24°C (Tabela 1). Na região Serrana, observa-se a menor média com valores ligeiramente superiores a 15°C . Verifica-se a influência da temperatura do ar com a elevação (Figura 42). Os máximos totais de evapotranspiração foram encontrados nas regiões Noroeste Fluminense e Norte Fluminense (1.243 e 1.229 mm); já o menor valor de evapotranspiração ocorreu na região da Costa Verde (1.160 mm). Para a velocidade do vento, não foi verificada diferença quando comparada à climatologia de cada região, sendo que a maior velocidade foi registrada para a região Norte Fluminense, com valores superiores a 1.3 m s^{-1} . Para a

umidade relativa do ar, foi observado padrão muito similar ao verificado para o vento, não sendo constatadas grandes oscilações na análise da climatologia por regiões. Destaca-se a região Noroeste Fluminense (Tabela 1), com o valor mais baixo de umidade relativa do ar (77,0 %). Os menores totais acumulados de água no solo foram verificados nas regiões Noroeste Fluminense e Norte Fluminense, e os maiores totais, na região da Costa Verde.

Tabela 1. Climatologia de todos os elementos utilizados durante os anos de 1980 a 2013 para as regiões de governo do estado do Rio de Janeiro.

Regiões de Governo	Chuva (mm)	Tm (°C)	ETo (mm)	Vento (m s ⁻¹)	UR (%)	Água (mm)
Serrana	1.876	21	1.160	1.2	78	6.519
Norte Fluminense	1.707	22	1.193	1.3	78	5.817
Noroeste Fluminense	1.548	22	1.167	1.3	79	5.546
Metropolitana	1.637	18	1.181	1.3	78	4.852
Médio Paraíba	1.365	16	1.162	1.3	79	5.480
Baixadas Litorâneas	2.021	18	1.190	1.32	79	5.838
Costa Verde	1.262	24	1.243	1.2	77	4.704
Centro Sul Fluminense	1.292	24	1.229	1.35	78	4.798

Fonte: Rafael Coll Delgado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, constata-se que a ação do clima na formação dos solos no estado do Rio de Janeiro decorre dos atributos climáticos, principalmente da precipitação pluviométrica e da temperatura, com sua distribuição sazonal e variação diuturna. Outros atributos são o vento e a orientação do declive. E, por isso, é útil na descrição do ambiente de formação do solo.

A história geológica mostra que a área onde está o Rio de Janeiro passou por diversas transformações naturais relacionadas a mudanças no clima. O estudo da dinâmica climática e hidrológica regional é importante para as interpretações de potencial e limitações de uso do solo, como o risco de erosão e deslizamentos.

REFERÊNCIAS

ADGER, W. N.; HUQ, S.; BROWN, K.; CONWAY, D.; HULME, M. Adaptation to climate change in the developing world. **Progress in Development Studies**, v. 3, n. 3, p. 179-195. 2003. <https://doi.org/10.1191/2F1464993403ps060oa>

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Bookman Editora, 640 p. 2013.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

INFOCLIMA. **Climatologia Trimestral**. 2020. <http://infoclima.cptec.inpe.br/> cessado em: 30 Setembro 2020.

KAMPF, N.; CURTI, N. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: KER, J. C.; CURTI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.). **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 207-302. 2012.

PITMAN, A. J.; AVILA, F. B.; ABRAMOWITZ, G.; WANG, Y. P.; PHIPPS, S. J.; DE NOBLET-DUCOUDRÉ, N. Importance of background climate in determining impact of land-cover change on regional climate. **Nature Climate Change**, v. 1, n. 9, p. 472-475, 2011. <https://doi.org/10.1038/nclimate1294>

SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. P. Caracterização climatológica e tendências observadas em extremos climáticos no estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 123-138, 2014. http://dx.doi.org/10.11137/2014_2_123_138

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 6, p. 2644-2659, 2016. <https://doi.org/10.1002/joc.4518>