



## DEFINIÇÃO DE UNIDADES CLIMÁTICAS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAIBUNA, MG/RJ

DAIANE EVANGELISTA DE OLIVEIRA<sup>1</sup>  
DÉBORA COUTO DE ASSIS<sup>2</sup>  
CÁSSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA<sup>3</sup>

**Resumo:** O clima é considerado um dos reguladores centrais exercendo, portanto, influências diretas e/ou indiretas sobre os fatores ambientais (GOLFARI, 1974), o que demanda a necessidade de conhecê-lo a fim de se compreender a organização do espaço em escala regional. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da organização espacial dos elementos climáticos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna, MG/RJ, e a definição de suas principais unidades climáticas. Para tal utilizou-se de técnicas de geoprocessamento, para o processamento de imagens de satélite e interpolação de dados obtidos pelo INMET. Como resultado constatou-se que existem três unidades climáticas principais para a bacia e que é a compartimentação relevo, aliada aos processos sinóticos, os principais responsáveis por sua definição.

**Palavras-chave:** Unidades Climáticas, Temperatura, Precipitação, Radiação

**Abstract:** The climate is considered one of the central regulators thus exerting direct and or indirect influences on environmental factors (Golfari, 1974), which calls for the need to know it in order to understand the organization of space on a regional scale. In this sense, the objective of this study was to survey the spatial organization of climatic elements in River Basin Paraibuna, MG/RJ, and defining its major climatic units. For this we used the geoprocessing techniques, for processing satellite images and data INMET obtained by interpolation. As a result it was found that there are three main climatic units for the basin. And that is the relief partitioning, combined with synoptic processes major responsible for its definition.

**Keywords:** Climate units, Temperature, Precipitation, Radiation

### 1 – Introdução

A falta de sintonia entre a ação antrópica e as leis da natureza acaba por ocasionar desequilíbrios no ambiente, o que torna necessário (re)pensar as atitudes humanas frente ao meio, não apenas em áreas urbanas, mas também nas rurais. Neste sentido

<sup>1</sup> Mestranda no programa de pós-graduação da Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, E-mail de contato: daiane.evangelista.oliveira@gmail.com

<sup>2</sup> Mestranda no programa de pós-graduação da Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, E-mail de contato: cassis.debora@gmail.com

<sup>3</sup> Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Email de contato: cassia.castro@ufjf.edu.br



pesquisadores preocupados com o equilíbrio no planeta, vem elaborando e/ou reformulando sínteses sobre a dinâmica da natureza, a fim de conhecer o meio onde se vive.

Segundo Aspiazú *et al.* (1990) *apud* Ferreira (2012), dentre os fatores fundamentais para explicar, prever e entender o crescimento e desenvolvimento dos recursos naturais, destaca-se o clima, o qual é considerado como regulador central, exercendo influências diretas ou indiretas sobre os fatores bióticos e abióticos. E como o clima é uma variável no espaço e no tempo, ele constitui, num importante fator de mudança na superfície terrestre. Podemos ainda destacar que o estudo do clima é considerado fundamental para o reconhecimento dos recursos naturais, assim como para a sua utilização racional e fundamentalmente para o planejamento do uso da terra (GOLFARI, 1974).

Ferreira (2012, p. 85) destaca que:

independentemente da ação humana, o clima difere-se de uma região para outra, ou até mesmo dentro de alguns poucos quilômetros. As variações em quantidade intensidade e distribuição estacional de temperatura, precipitação, umidade, pressão atmosférica e ventos, associados às variáveis do local, vão produzir inúmeras situações e tipos climáticos diferentes. Tornando, importante obter mecanismos que nos permitam conhecer e identificar estas diferentes unidades climáticas em escala regional. (FERREIRA, 2002).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar um análise da organização espacial dos elementos climáticos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna, MG/RJ, dando subsídios à compreensão da dinâmica climática regional, à medida que permitisse a definição das principais unidades climáticas encontradas na área de estudo.

Conforme observado em Sorre (1951, P. 13-14) o clima é “o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um dado lugar em uma sucessão habitual”, seguindo as diversas combinações que caracterizam o tempo atmosférico. Por sua vez “o clima de uma região é determinado por fatores, denominados controles climáticos, que atuam tanto na escala global como na regional. Os mais importantes são a circulação geral da atmosfera (CGA), a topografia local, a natureza da cobertura vegetal, o ciclo hidrológico e as correntes oceânicas se a região for costeira” (MOLION, 1987, p. 107). Tavares (2007) destaca que “a circulação atmosférica, em estreita interação com os aspectos geográficos de uma determinada área, é responsável pela variabilidade climática”.

Aliado a estes, existem os elementos climáticos, os quais sofrem influência dos padrões de controle, se reorganizam e se interligam entre si, variando de acordo com o contexto em que estão inseridos. Dentre os elementos climáticos destacam-se a Precipitação, a Radiação e a Temperatura, que se analisados em conjunto dão conta de identificar as condições climáticas de determinada área, pelo menos em um primeiro momento.



A distribuição da radiação em escala local pode ser influenciada pela topografia, formas do terreno e pela orientação e inclinação das vertentes do relevo. A temperatura por sua vez, sofrerá influência do padrão de cobertura que vem sendo dada a terra e da situação topográfica onde o sítio se insere. Em termos de precipitação pode-se destacar o efeito orográfico e os componentes adiabáticos de compressão e expansão. Também os efeitos da latitude podem ser simulados em pequenas escalas.

## 2 - Caracterizações gerais da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna está localizada na Zona da Mata Mineira e Terras Fluminenses adjacentes, na região Sudeste do Brasil, conforme pode ser observado na Figura 01.

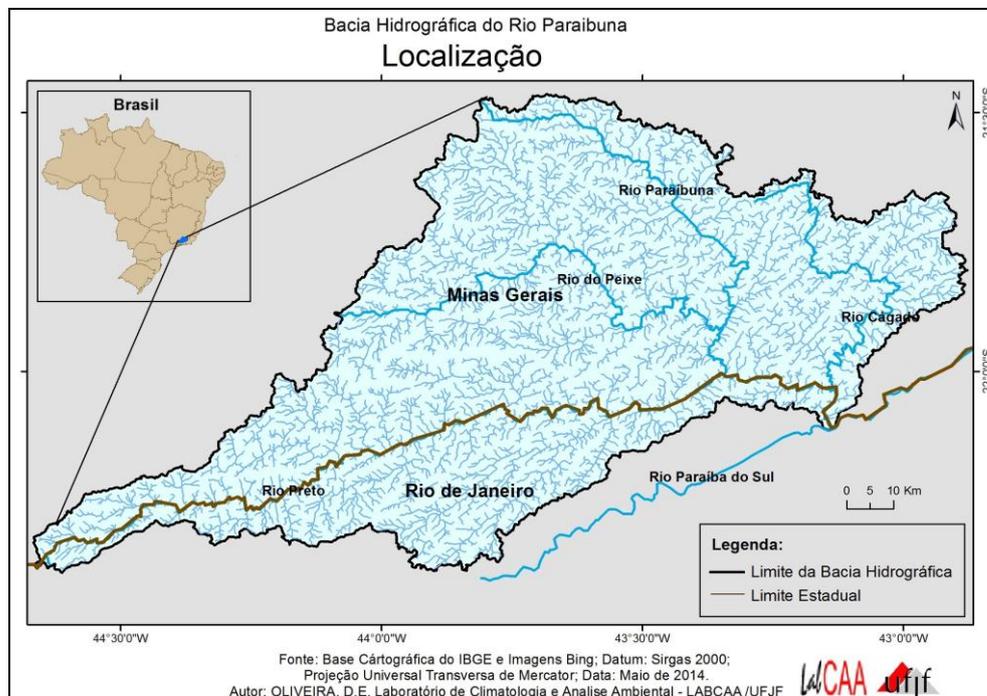


Figura 01: Localização da área de estudo.

Englobando 37 municípios, dentre os quais 9 pertencentes ao estado do Rio de Janeiro e 28 ao estado de Minas Gerais, a bacia ocupa uma área de cerca de 8.593 km<sup>2</sup> e apresenta uma população de cerca de 5.259.067 habitantes (IBGE, 2010).

Com base em imagens aerofotográficas, constata-se que no que tange ao uso e cobertura que vem sendo dada a terra, a bacia apresenta uma vasta área de intervenções antrópicas com alguns fragmentos de vegetação nativa, as quais correspondem às áreas com as maiores cotas altimétricas.



A bacia está inserida no *Domínio Morfoclimático dos “Mares de Morro” Florestados* (AB'SABER, 1970) que é caracterizado por apresentar uma sequência côncava-convexa, apresenta um relevo movimentado, variando entre 300 e 2640 metros e as cadeias montanhosas das quais faz parte são a *Serra da Mantiqueira* e a *Serra do Mar*.

A bacia se localiza na zona térmica *Tropical* (CONTI, 1989) e, portanto, devido a sua posição geográfica sofre influência da tropicalidade. Essa posição latitudinal implica numa realidade climática onde ocorrem frequentes oposições entre os sistemas extratropicais e os tropicais.

O clima da região possui características diversificadas, sofrendo influência dos aspectos dinâmicos da atmosfera (que incluem os sistemas meteorológicos de micro, meso e grande escalas), assim como das variações nos padrões de uso e cobertura da terra e da sua situação topográfica. Apresenta duas estações bem diferenciadas: uma que vai de outubro à março, mais quente e chuvosa; e uma que vai de abril à setembro, mais fria e seca; a média anual das precipitações gira em torno de 1536 mm anuais na bacia (INMET, 2012).

O padrão de circulação atmosférica também contribui para salientar os contrastes. As características atmosféricas serão fundamentais para caracterizar a dinâmica climática regional. Conforme ressalta, Ferreira (2002) apud Britto e Ferreira (2005) “genericamente a área é caracterizada pela atuação mais frequente e predominante da Massa Tropical Atlântica e posteriormente pela Massa Polar Atlântica, e suas Frentes Frias, que normalmente, na região, trazem alterações na temperatura, podendo ocasionar precipitações” (BRITTO e FERREIRA, 2005, p. 2650). A atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (importante fornecedor de umidade) é um dos fatores responsáveis pelas precipitações no final da primavera e verão.

### **3 - Metodologia**

A metodologia empregada na pesquisa pode ser observada no esquema seguir (esquema 01).



Esquema 01: Metodologia.

Primeiramente foram elaborados mapas base de precipitação, radiação global e albedo. Todos os mapas foram confeccionados no *software ArcGIS 10*.

- Geração de mapas base
- a) Precipitação

Em termos de precipitação fez-se primeiramente um levantamento da variabilidade espacial e temporal de seu comportamento, através da análise de dados de séries meteorológicas.

Para proceder com a realização do mapa, foram utilizados dados mensais totais de precipitação coletados nas estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes ao período compreendido entre 1980-2010.

A partir daí, foram calculadas médias mensais dos dados referentes aos 30 anos da série analisada (entre 1980-2010). Estas, foram trabalhadas no *software ArcGIS 10*, onde foram sistematizadas à partir da ferramenta de interpolação de dados *IDW (Inverse Distance Weighting)*. Este método foi escolhido, por ser, conforme destaca Castro Filho et al (2012), mais determinístico que outros métodos como a *Kriging*, possibilitando criar uma superfície com valores mais próximos do real.

#### b) Radiação Global

Para o mapeamento da radiação na bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna, foi utilizada a ferramenta *Área Solar Radiation*, a partir da qual foi feito o processamento da imagem SRTM da Embrapa, obtendo o balanço de radiação global anual para o ano de 2012. Ressalta-se que a ferramenta do *Spatial Analyst Tools* não inclui a radiação refletida, no cálculo do total de radiação, somente a radiação direta e difusa. A média anual é obtida através de modelos estimados pelo *software*, com base nos dados oferecidos por uma única imagem (e conseqüentemente representativa de um dia).



A imagem SRTM apresenta uma resolução espacial de 90 metros, é compatível com a escala 1:250.000 (IBGE) e é datada do dia 02 de agosto de 2012.

*c) O campo térmico - Albedo*

Por não ter ocorrido a disponibilidade de coleta em campo de dados referentes à temperatura, optou-se por substituir à mesma pelo albedo, que seria um valor de temperatura aparente da superfície, obtida com base na radiação emitida pela mesma. Uma das maneiras de se mapear o albedo é utilizando-se de sensoriamento remoto termal (NASCIMENTO et al., 2009).

Para a geração deste mapa, foi realizado o processamento da banda termal do satélite LANDSAT 5, onde através da reclassificação dos tons de cinza em valores de temperatura aparente do solo, chegou-se aos dados térmicos.

A imagem LANDSAT apresenta uma resolução espacial de 50 metros, é compatível com a escala 1:250.000 (IBGE) e é datada do dia 13 de agosto de 2011.

Deve-se considerar que se está ciente que os períodos temporais analisados, referentes aos dados de precipitação (anual, para o ano de 2010), radiação (anual, para o ano de 2012) e albedo (horário, para o ano de 2011), a princípio não são compatíveis. Porém, a escolha dos mesmos não foi aleatória.

Para a precipitação, escolheu-se trabalhar com as médias mensais para o ano de 2010 porque foi este ano o que apresentou os dados mais próximos dos encontrados na média dos trinta anos referentes à série compreendida entre 1980 e 2010. A escolha das imagens LANDSAT e SRTM se deu segundo à disponibilidade de aquisição das mesmas. Porém, ressalta-se que se teve o cuidado de escolhê-las para o mesmo período do ano, uma vez que a variação sazonal poderia influenciar nos resultados obtidos.

- Síntese dos mapas

Após a elaboração dos mapas de precipitação, radiação e albedo, foi realizada uma síntese das informações por meio da construção de um mapa com as principais unidades climáticas existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.

Por fim, construiu-se um perfil topoclimático para a área de estudo o que possibilitaria uma análise verticalizada das informações. O trajeto deste seguiu o curso do Rio Preto, o qual é o limite natural entre os estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais (figura 1). Tal escolha se deu devido ao fato de o mesmo nascer na área mais elevada da bacia, vindo a desaguar no Rio Paraíba do Sul (área menos elevada), permitindo que fossem destacadas as principais variações altimétricas, assim como as diferenças climáticas. Neste, também foram inseridos dados de cobertura da terra.



#### 4 – Resultados

Primeiramente serão descritos os resultados individuais obtidos com os mapas base. No que tange à precipitação (Figura 02), constatou-se que os pontos localizados a sudoeste da bacia, são os que apresentam os maiores valores de precipitação, variando em torno de 1800 a 2400 milímetros.

Esta área apesar de representar apenas 3/10 de toda a bacia, corresponde a cerca de 32,56% da precipitação que ocorre na mesma. Uma possível explicação é que a topografia local varia entre 700 e 2600 metros, o que exerce influência no clima da região e na ocorrência de chuvas orográficas, por se constituir como uma barreira aos ventos úmidos vindos do oceano, além de fatores locais. Os pontos localizados a sul e centro-sul da bacia, apresentaram os menores valores de precipitação, seguidos dos pontos que se localizam próximos à foz da bacia, nas áreas menos elevadas.

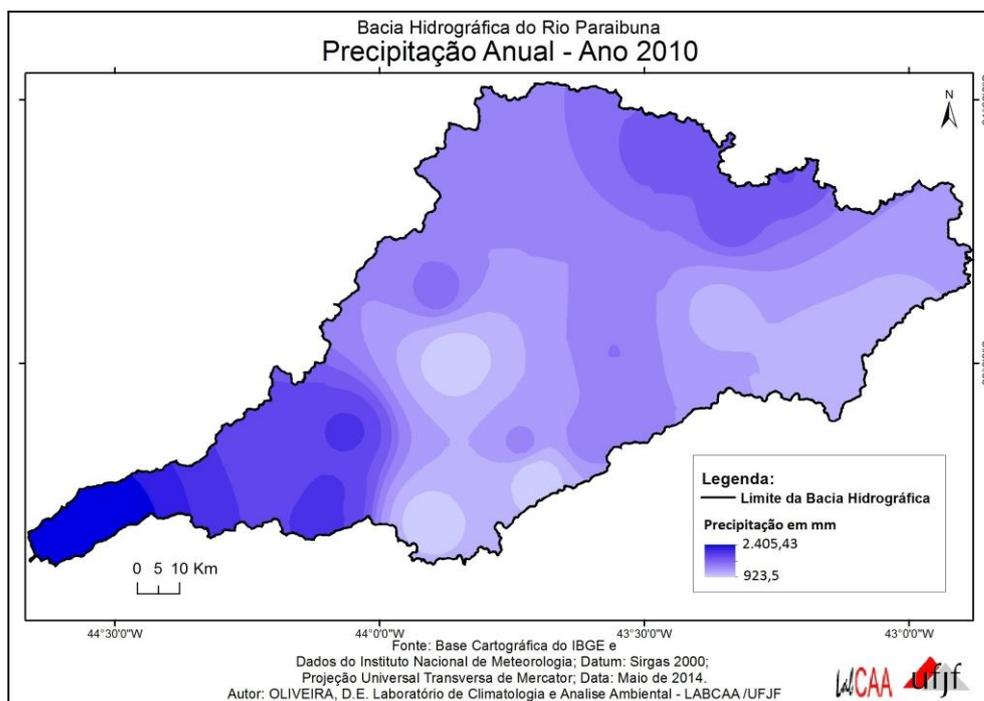


Figura 02: Precipitação, para o ano de 2010.

Em relação ao balanço de radiação da bacia (figura 03), constatou-se que a Sudoeste e Oeste foram encontrados os maiores índices de radiação e os pontos ao sul e leste os menores valores.

Ao analisar estes considerando a morfologia do terreno, detectou-se que as áreas mais elevadas e com os maiores declives foram as que apresentaram os maiores valores de radiação. Indo ao encontro do fato de que áreas mais elevadas apresentariam maior incidência de radiação (BRASSEUR E SOLOMON, 1986). Em contrapartida, nas áreas



menos elevadas foram registrados os menores índices, os quais chegaram ao máximo de 1.000 Kwh/m<sup>2</sup>.

O que pode justificar, é que os pontos que apresentaram os maiores índices de radiação estão inseridos na Mantiqueira Setentrional, sendo as áreas mais elevadas da região e não se apresentarem, portanto, sombreadas por outras. Enquanto que as áreas menos elevadas podem estar sofrendo sombreamento por parte desse conjunto morfoestrutural.

Outra explicação que pode ser dada pode estar ligada à trajetória aparente do sol e a disposição das faces das vertentes do relevo. Nesta área, há a predominância de vertentes voltadas para Noroeste, e como a sul do Trópico de Capricórnio o sol descreve um arco no céu voltado para o norte, em quase todo o ano, os terrenos com orientação da vertente voltados para norte receberão mais radiação que os voltados para sul. O que é observado em Armani (2009), o qual destaca que “as orientações e declividades das vertentes tem uma importância significativa nas características dos topoclimas, com as vertentes N/NE se aquecendo mais que as S/SW” (ARMANI, 2009, p.2).

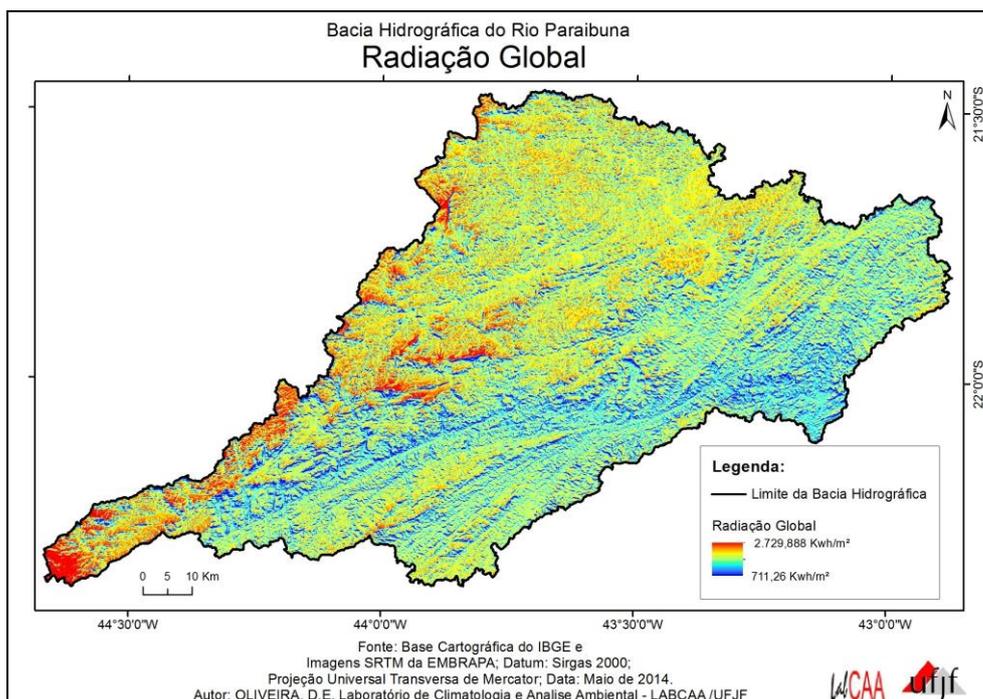


Figura 03: Balanço de Radiação Global.

Ao analisar o mapa de albedo (figura 04), constatou-se que as menores temperaturas, são encontradas principalmente na Serra de Itatiaia, localizada a sudoeste da bacia. Esta área apresenta uma cobertura vegetal densa e significativa, o que conforme destacado por Carvalho (2001) tende a diminuir as temperaturas. “A relação entre



vegetação e temperatura do ar se dá no controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar. A vegetação também serve para reduzir a incidência de precipitação no solo e modifica a concentração da umidade na atmosfera e na superfície” (CARVALHO, 2001, p. 12). Nesta área também foram registrados as maiores altitudes, acima de 1200 metros, altitudes estas que também justificam a ocorrência de temperaturas menos elevadas.

As maiores temperaturas foram encontradas na porção norte e nordeste da bacia, região que apresentou menor presença de vegetação, e próximas à área urbana do município de Juiz de Fora, MG. Também serão mais elevadas próximas a região centro-sul, onde há a presença de uma grande área com solo exposto.

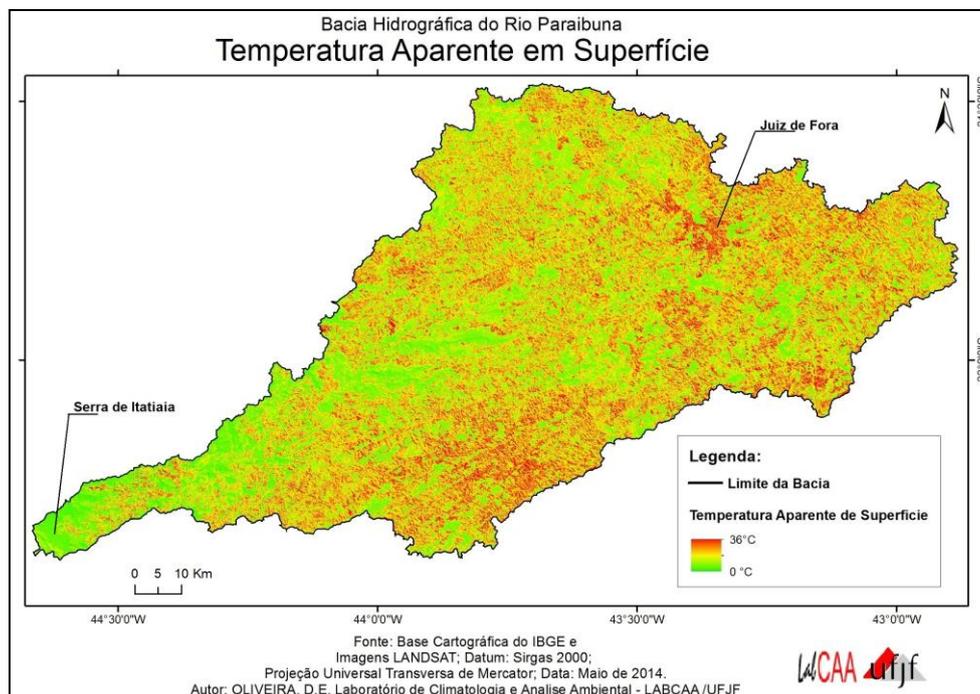


Figura 04: Temperatura Aparente em Superfície.

A partir da análise dos elementos climáticos - precipitação, radiação e albedo - chegou-se a uma síntese dos aspectos climáticos para a Bacia do Rio Paraibuna (figura 05). Com base neste mapa, foram encontradas as seguintes unidades climáticas:

- *Unidade 1 – Muito chuvosa, muito radiada e mais fria.*

A unidade 1 é caracterizada por apresentar os maiores índices de precipitação (acima de 1800mm) e radiação (acima de 2000 Kwh/m<sup>2</sup>), e as menores temperaturas (menores que 18°C), registrados na área de estudo. Foi a unidade que apresentou as características mais singulares em termos climáticos. Tal fato está atrelado às próprias características do meio físico, uma vez que a área apresenta uma cobertura vegetal significativa e uma amplitude topográfica de 1600 metros.



- *Unidade 2 – Pouco chuvosa, pouco radiada e quente.*

Esta unidade corresponde a cerca de 60% da área de estudo e apresenta-se como sendo uma área de transição entre os dois extremos climáticos registrados. Caracterizada por apresentar médios índices de precipitação, em torno dos 1000 a 1500mm, uma incidência de radiação por volta dos 700 a 1.800 Kwh/m<sup>2</sup> e temperaturas elevadas, entre 30°C e 36°C, é a unidade mais heterogênea em termos climáticos, dentre as três unidades encontradas.

- *Unidade 3 – Mais seca, pouco radiada e mais quente.*

Na unidade 3 foram encontrados índices reduzidos de precipitação, chegando a um máximo de 1000mm. Em termos de radiação, foram registrados os menores valores para toda a área de estudo (inferiores à 1.500 Kwh/m<sup>2</sup>), o que pode ter sido condicionado devido ao fato de as altitudes reduzidas encontradas em tal unidade estar sendo sombreadas por compartimentos morfológicos mais elevados. As temperaturas giram em torno dos 26°C, sendo a cobertura da terra o principal fator de variação de tal elemento dentro da unidade.

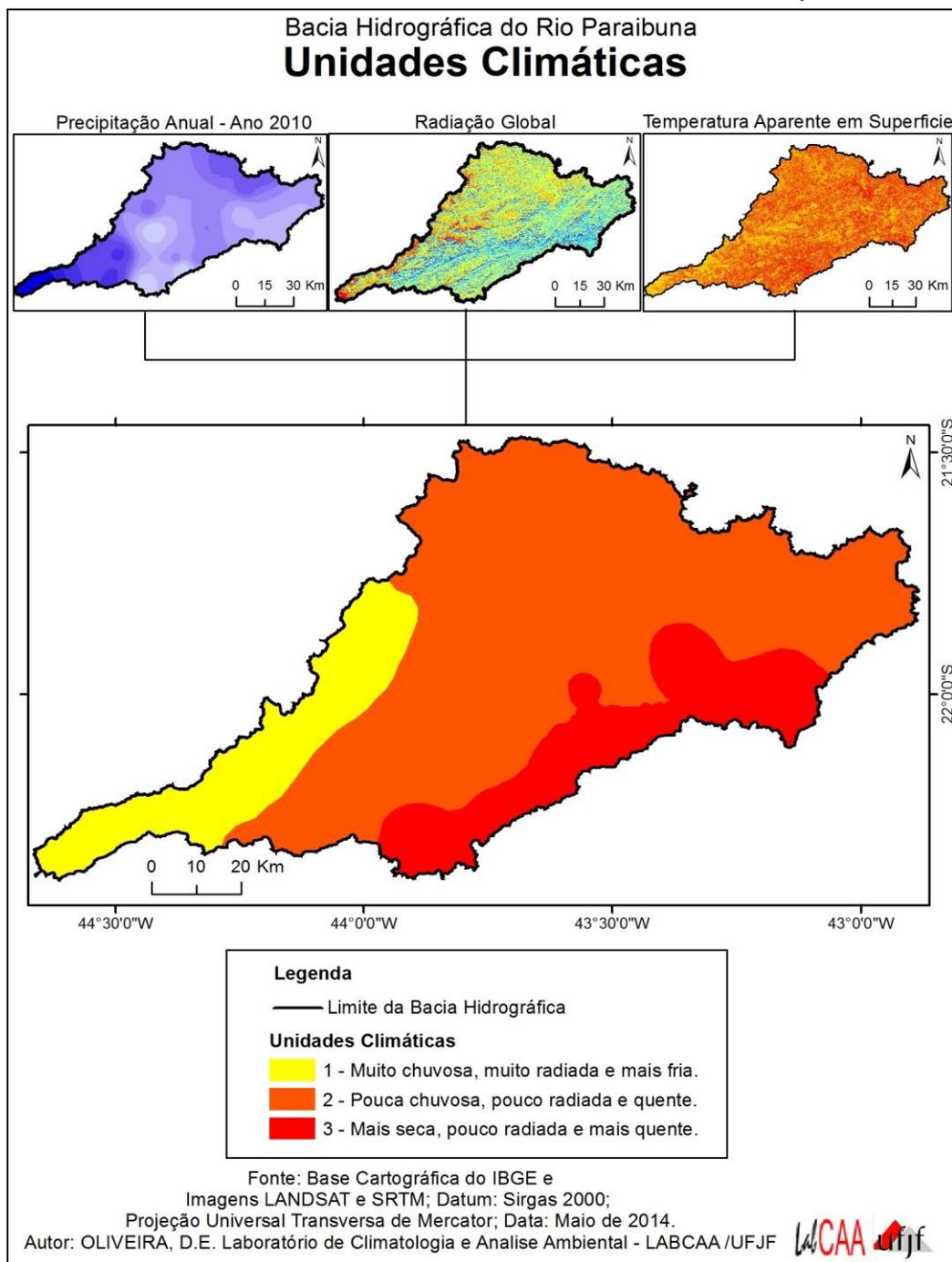


Figura 05: Síntese climática final.

Analisando os dados encontrados na síntese (figura 05) correlacionando com as características do meio físico regional, pode-se constatar que as três classes encontradas foram condicionadas principalmente pela variação altimétrica regional. Conforme observado no perfil topoclimático (figura 06) os limites das três unidades climáticas coincidiram com as principais classes altimétricas evidenciadas na área de estudo.



Também teve influência na caracterização climática da bacia o padrão de cobertura dada a terra, o que criou microclimas distintos. Porém deve-se considerar que o mesmo esteve muito atrelado à própria morfologia do terreno, uma vez que os fragmentos de vegetação foram encontrados geralmente nas áreas mais elevadas.

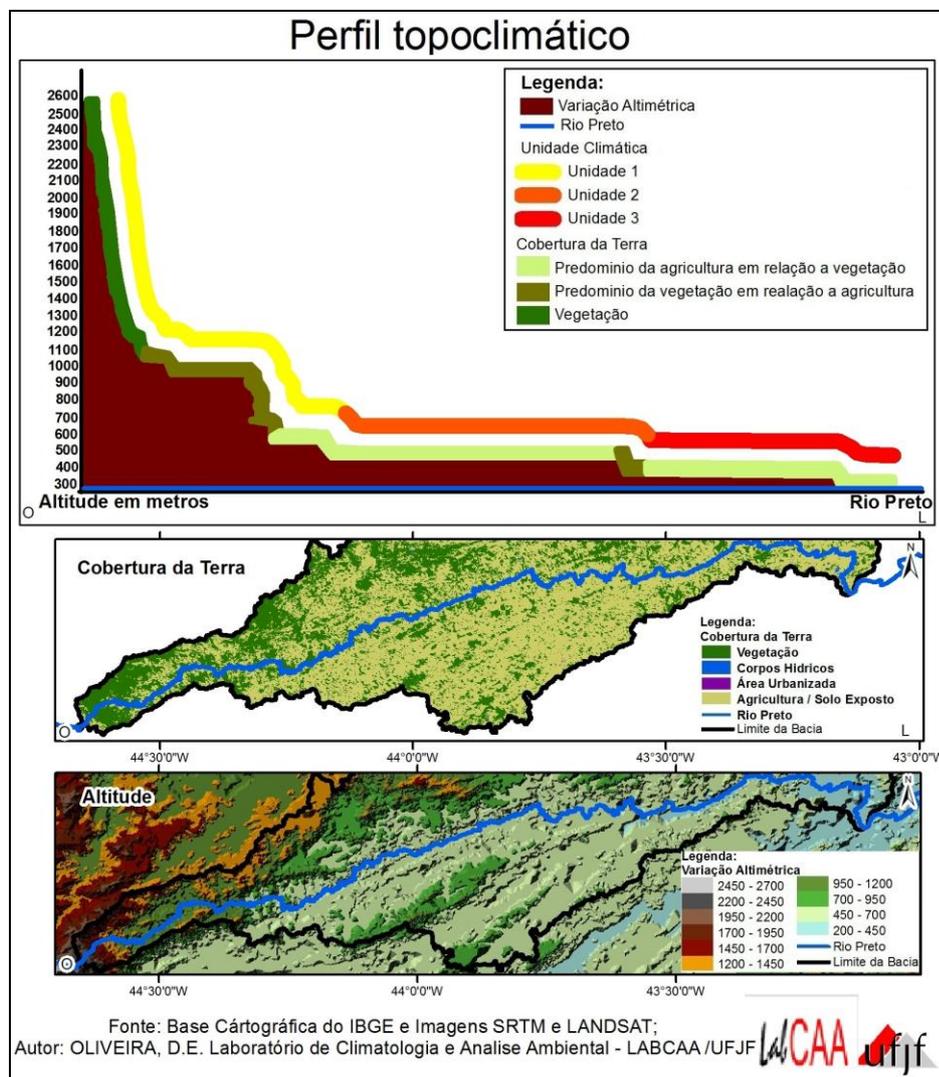


Figura 06: Perfil Topoclimático

Por fim, há que se ressaltar que o arranjo específico que originou cada unidade climática é resultado da ação integrada entre os estes e outros fatores, como a circulação atmosférica e a posição geográfica, devendo ser compreendido em sua totalidade.

## 5 - Considerações Finais

Os padrões climáticos encontrados na área de estudo foram condicionados principalmente pela compartimentação do relevo regional e pelas variações de cobertura da



terra, o que criou arranjos microclimáticos específicos, permitindo a definição de unidades climáticas.

Dentre as três unidades encontradas a 1 é a que apresenta as características mais singulares. Esta unidade está inserida no complexo da Mantiqueira, o qual, atrelado a cobertura vegetal local, exerceu grande influencia na formação de um microclima regional específico.

Espera-se que os resultados obtidos tenham contribuído para o conhecimento da dinâmica climática regional. E que além de incentivarem novos estudos sobre a temática, contribuam para o (re)conhecimento da área de estudo, por meio da compreensão de sua organização espacial.

## 5 – Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N.; *Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. Geomorfologia*. São Paulo. IGEOG-USP, 1970.

BRASSEUR, G.; SOLOMON, S.; **Aeronomy of the middle atmosphere**. Dordrecht, Holanda. D. Reidel Publishing. 1986.

BRITTO, M. C.; FERREIRA, C. C. M.; *Análise espacial da diversidade de ecossistemas e paisagens da Bacia do Rio Paraibuna – MG, utilizando técnicas do sistema de informação geográficas e sensoriamento remoto*. São Paulo. In: **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. 2005.

CARVALHO, M. M.; *Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas de Natal*. Natal. **Dissertação** de mestrado. 2001.

CONTI, J. B.; **O meio ambiente Tropical**. Rio Claro, Geografia, v.14, n 28, 1989.

FERREIRA, C. C. M.; *Aplicação da lógica nebulosa (fuzzy cluster) na definição de unidades climáticas: estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna - MG/RJ*. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 8, v. 10, 2012.

GOLFARI, L.; **Esquema de zoneamento ecológico florestal para o Brasil**. IBDF. Rio de Janeiro. 1974.

IBGE (2010) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br))

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br))

MOLION, L. C. B.; CAVALCANTI, F. A.; FERREIRA, M. E.; **Influência da circulação do Hemisfério Norte na Precipitação pluviométrica da Amazônia: Um estudo de caso**. 1987.

NASCIMENTO, D. T. F.; BARROS, J. R. *Identificação de Ilhas de Calor por meio de sensoriamento remoto: estudo de caso no município de Goiânia – GO/2001*. Goiânia, **Boletim Goiano de Geografia**, v. 29, n. 1. 2009.



TAVARES, A. C.; *Mudanças Climáticas*. In: GUERRA, A. J. T. & VITTE, A. C. (Organizadores); **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Ed: Bertrand Brasil, 1ª Edição. Rio de Janeiro. 2004.