

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Minas Gerais**

RELATÓRIO CLIMATOLÓGICO:

BALANÇO HÍDRICO DO

PARQUE ESTADUAL DO RIO DOCE

2005 A 2015

DSc. Fulvio Cupolillo

MSc. Jean Monteiro Lima

MSc. Denise Aparecida Antunes

1 - INTRODUÇÃO

No Brasil a Mata Atlântica se estende do estado do Rio Grande do Sul até o Piauí e “é configurada por diferentes formas de relevo, paisagens, características climáticas e pela multiplicidade da população nela residente” (PEIXOTO, 2012, p. 14). Porém este é um dos biomas mais fragmentados e destruídos do planeta.

O bioma Mata Atlântica, se tornou um instrumento e foco de diversas pesquisas nacionais e internacionais devido ao seu perfil de *Hot Spot*. Uma pequena porção desse bioma está inserida no Estado de Minas Gerais, numa unidade de conservação denominada de Parque Estadual do Rio Doce-PERD, situando-se como o maior remanescente contínuo deste bioma no Estado, por abrigar boa parte das espécies de mamíferos, répteis e anfíbios, além de apresentar um sistema lacustre do médio rio Doce, de origem tectônica, composto por 42 lagos.(IEF-MG, 2009).

Para Ayoade (2015), o clima afeta os processos de formação dos solos, o crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como os organismos vivos que interagem em um determinado ecossistema.

Deste modo, Tubelis, Nascimento (1986), destaca que dentre os elementos climáticos que interferem no desenvolvimento da vegetação de uma área está: a radiação solar que determina as condições térmicas do ambiente, a temperatura que afeta o crescimento das plantas, e a precipitação de água.

Neste preceito Silva et al. (2006), afirmam que, balanços hídricos Climatológicos são importantes para acompanhar a dinâmica da água em ecossistemas agrícolas e naturais.

Como também Cupolillo (2015), utilizou o Balanço Hídrico Climatológico aplicado às 10 estações climatológicas principais situadas na bacia do Rio Doce, permitindo-o analisar quais os mecanismos atmosféricos que agiram no comportamento hídrico da região. Esses

mecanismos podem se transformar em bloqueios atmosféricos causando veranicos climatológicos e intensificando a estação seca, contribuindo desta maneira, para o decrescente nível das águas do sistema lacustre no PERD, por qual vem passando atualmente.

Vianello et al (2008), analisando um estudo de dados observáveis, de tendência climática, elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2007), o qual, subtraiu os campos médios climatológicos de 1961-1990 e 1931-1960, mostrando que para o estado de Minas Gerais, especificamente na Bacia do Rio Doce, as tendências climáticas são de anomalias positiva de temperatura de 2° C e negativa de pluviosidade de – 250 mm, sugerindo uma brusca mudança do padrão de chuvas do PERD. Tal fato, indica, uma transformação de clima tropical de altitude para semiaridez (Figura 1).

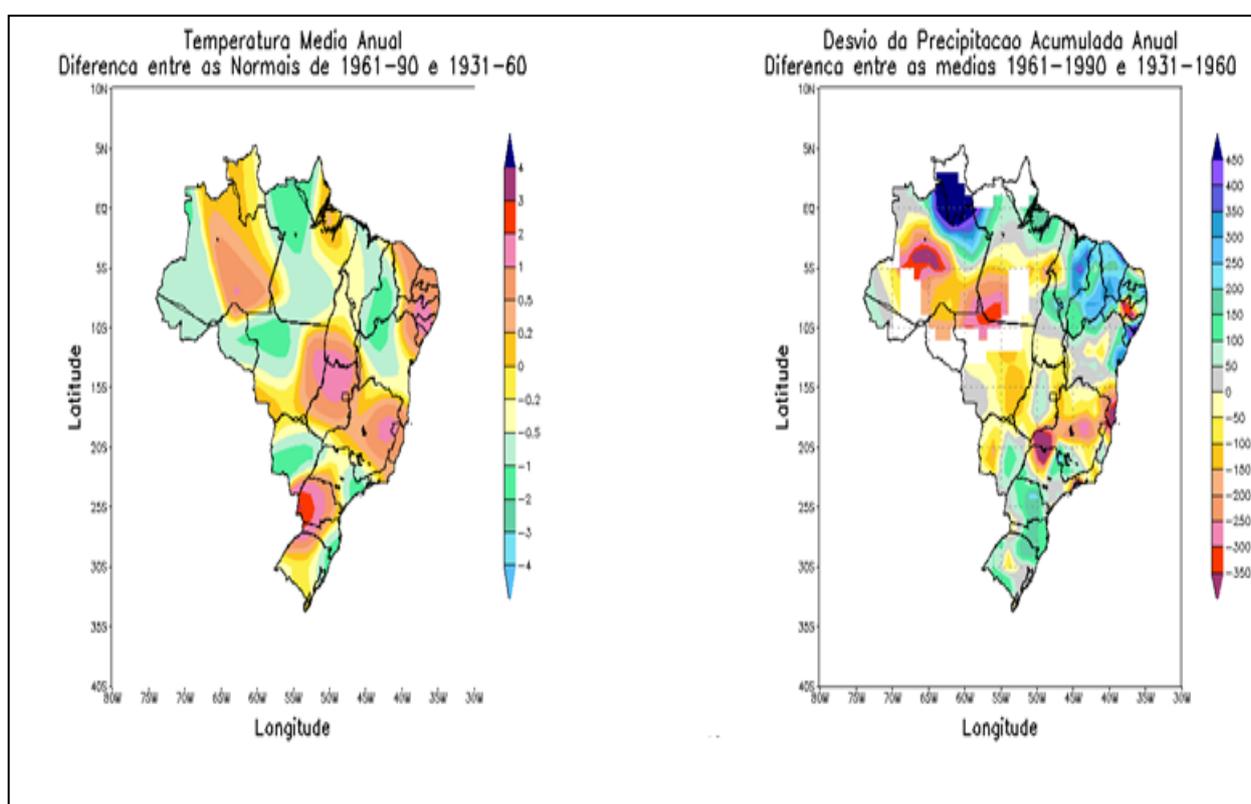


Figura 1: Subtração dos campos climatológicos entre 1960-1990 e 1931- 1960 para a temperatura média anual e a precipitação acumulada.
FONTE: INMET (2007)

Na perspectiva de contribuir para o conhecimento do clima no Parque Estadual do Rio Doce-PERD, levantou-se questionamentos sobre o comportamento climático do parque em relação a distribuição de chuvas e a disponibilidade de água para os ecossistemas de modo a entender se aspectos climatológicos afetaram as variáveis do balanço hídrico.

1.1 – Objetivo Geral:

- Elaborar balanços hídricos decendiais climatológicos para o PERD no período de 2005 a 2015, demonstrando os períodos de deficiência hídrica e as mudanças ocorridas.

1.2 - Objetivos específicos:

- demonstrar os períodos de deficiência hídrica e as mudanças ocorridas;
- identificar o período de ocorrência de veranico na região;
- identificar se houve ou não aumento na estação seca no PERD;
- identificar os mecanismos atmosféricos que influenciam o balanço hídrico do PERD.

2 – MATERIAIS E METODOS

Para o presente estudo, os dados de temperatura e pluviosidade, foram obtidos das estações climatológicas de Ipatinga e Caratinga para os períodos de 30 anos (1961-1990) e de 23 anos (1980-2002). Também foram utilizados dados, das estações meteorológicas mais próximas possíveis do Parque Estadual do Rio Doce, que estão instaladas em Ipatinga, Timóteo, PERD e Caratinga, referentes a um período de onze anos (2005-2015), a fim de apurar com precisão os períodos com maior excedente de água, bem como os períodos nos quais a deficiência pode causar prejuízos, tanto para o bioma, quanto para o sistema lacustre no PERD.

Os dados foram agrupados em períodos decendiais (10 dias), sendo nove meses com trinta e um dias, nestes a média do 3° decêndio é elaborada com onze dias; no mês de fevereiro o 3° decêndio é calculado para oito dias e nos anos bissextos a média refere-se a nove dias, de acordo com Cupolillo (2015).

Calculou-se o elemento temperatura através do somatório da frequência de ocorrência da variável e para série de trinta e seis decêndios para as estações chuvosa (DPC) e seca (DPS), dividido pelo período de anos correspondentes a cada uma das quatro estações meteorológicas.

Para o cálculo da temperatura, tem-se a equação:

$$T_m = \frac{\sum_{i=1}^{nd} di}{N}$$

em que:

T_m = temperatura média sazonal DPC e DPS por ano,

nd = número de decêndios no DPC e no DPS,

d_i = número de cada elemento climatológico por decêndios no DPC e no DPS

$\sum_{i=1}^{nd} d_i$ = somatório das temperaturas acumuladas por decêndio, DPC e DPS

N = número de anos para cada local.

A precipitação sazonal da chuva foi calculada através do somatório da frequência de ocorrência da variável pluviosidade para a série dos trinta e seis decêndios para as estações chuvosa e seca, dividido pelo período de anos correspondente a cada uma das quatro estações meteorológicas do INMET e IGAM.

Para o cálculo da precipitação, tem-se a equação:

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^{nd} d_i}{N}$$

em que:

P_m = Precipitação média sazonal DPC e DPS por ano

nd = número de decêndios no DPC e no DPS

d_i = número de cada elemento climatológico por decêndios no DPC e no DPS

$\sum_{i=1}^{nd} d_i$ = somatório das precipitações acumuladas por decêndio, DPC e DPS

N = número de anos para cada local.

Para SILVA-VAREJÃO (2001), o balanço hídrico consiste em efetuar a contabilidade hídrica do solo, até a profundidade explorada pelas raízes computando-se, sistematicamente, todos os fluxos positivos (entrada) e negativos (saída) de água no solo. Na climatologia ele passa a ser utilizado para mapeamento de áreas climatologicamente homogêneas.

Para este trabalho, os balanços hídricos foram calculados a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955), conforme Tubelis, Nascimento (1986), e um dos métodos mais utilizados no Brasil e também devido ser de fácil cálculo.

O método “considera que a água do solo é igualmente disponível aos vegetais desde a capacidade de campo até o ponto de murchamento permanente”. (TUBELIS, NASCIMENTO, 1986).

A seguir, os dados de temperatura e precipitação tabulados foram dispostos no programa computacional Excel (planilhas), adaptado por ROLIM (1998), para o cálculo das médias das temperaturas e somatórios de chuvas no período estudado. De modo a elaborar a representação dos balanços hídricos que tem como finalidade permitir a visualização do ritmo anual de elementos básicos e facilitar a identificação das épocas secas e chuvosas, possibilitando atender às necessidades ecológicas e climáticas regionais.

3 – RESULTADOS E CONCLUSÕES

3.1 - Distribuição temporal da média das precipitações no PERD (2005-2015)

O início da estação chuvosa ocorre nos decêndios entre outubro e o final nos decêndios de março. Esse comportamento se deve aos sistemas atmosféricos denominados de Alta da Bolívia que traz umidade da Amazônia e frente fria do sul do país. A partir de uma interação entre as duas, forma-se a Zona de Convergência da América Sul-ZCAS, que contribui para o aumento de dias chuvosos no estado e na região PERD. Já a estação seca ocorre nos decêndios de abril e a setembro.

A Figura 2, demonstra a diferença de pluviosidade entre as estações meteorológicas, destacando de um modo geral a estação de Caratinga apresenta índices pluviométricos mais elevado se comparados aos de Timóteo, Ipatinga e PERD.

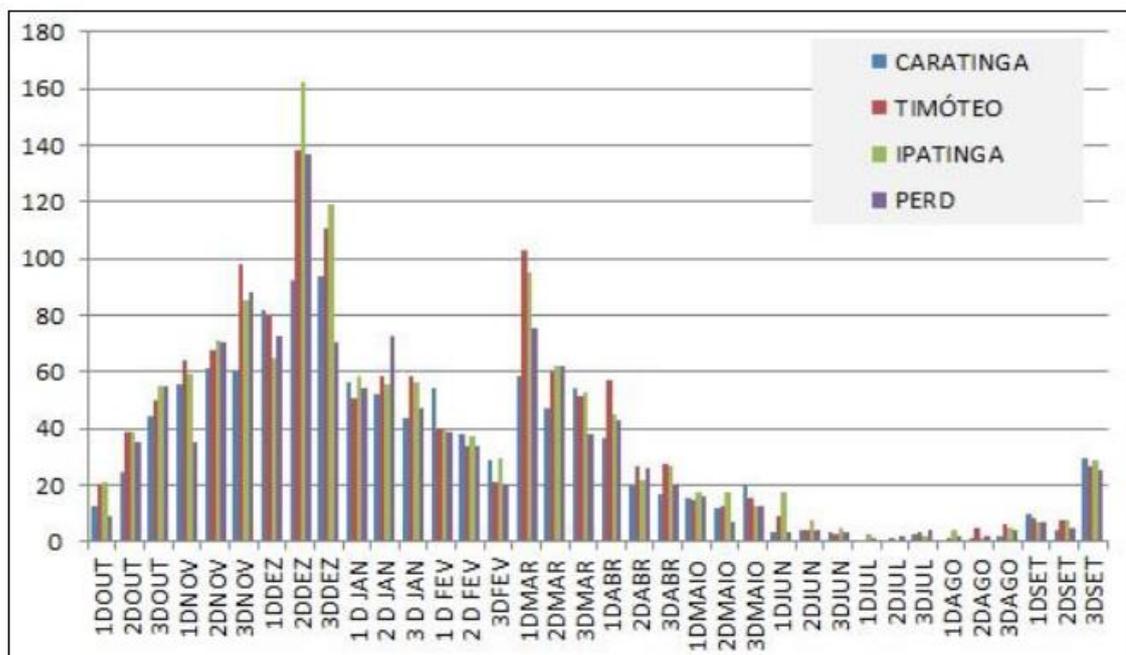


FIGURA 2 - Média das precipitações para o período de 2005-2015 no PERD e entorno.
 Fonte: Antunes (2018).

Os mecanismos atmosféricos que atuam no estado e agem na distribuição dos padrões de chuvas em Minas Gerais e na região em estudo, são o Anticiclone Subtropical da América do Sul-ASAS e o Cavado do Nordeste-CN, além de serem responsáveis pelas condições de tempo no estado. Através do processo de subsidência do ar, contribuem para a ausência de precipitação, ocasionando períodos longos de estiagem na estação seca e veranicos na estação chuvosa, fazendo com que as lagoas do PERD sofram uma perda hídrica considerável (ANTUNES, 2018). Segundo Lima (2019), além destes mecanismos o comportamento do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis-VCAN, também é responsável pela mesma estiagem e veranicos.

Antunes (2018) ressalta que, a estação chuvosa no PERD inicia-se, em média, a partir do 2º decêndio de outubro, apresentando o veranico em fevereiro e finalizando em março com a transição para a estação seca. A estação seca, por sua vez, inicia-se em média, a partir dos decêndios de abril e finaliza com a transição para a estação chuvosa no 3º decêndio de setembro. Porém, cada estação meteorológica analisada apresenta índices pluviométricos diferentes no mesmo decêndio.

Os decêndios mais chuvosos concentram-se nos meses de dezembro e janeiro, com as mais altas cotas pluviométricas variando de 162,5 mm em Ipatinga a 75,6 mm no PERD. Em seguida, a região sofre uma brusca queda pluviométrica nos decêndios de fevereiro, resultante da formação de um veranico climático, ocasionado pela atuação da subsidência do ar do ASAS e do CN.

Em fevereiro as cotas pluviométricas variam de 40,3 mm em Caratinga a 20,1 mm no PERD. A estação chuvosa finaliza-se com os decêndios de março, estendendo-se até o 1º decêndio de abril, que voltam a ter cotas elevadas variando de 102,6 mm em Timóteo a 37,9 mm no PERD.

3.2- Balanço hídrico climatológico de Ipatinga e Caratinga (1961-1990; 1980-2002)

Os balanços hídricos climatológicos da figura 3 demonstram como são distribuídos os processos de deficiência, excedente, retirada e recarga de água no solo para as localidades de Caratinga e Ipatinga.

Comparando-se os balanços de Caratinga (Figuras 3a e 3b), observa-se que a estação chuvosa concentra-se entre os decêndios 2º de outubro e 3º de março, apresentando maiores valores pluviométricos nos decêndios: 3º de novembro com 41,6 mm (Figura 3a) e 2º de dezembro com 57,9 mm (Figura 3b). Nestes, situam-se os decêndios de fevereiro que estendem até o 1º de março, apresentando uma queda brusca das cotas pluviométricas, fenômeno conhecido como *veranico climático*.

Quanto a estação seca (Figuras 3a e 3b), concentra-se entre os decêndios 1º de abril a 1º de outubro, apresentando máximas deficiências hídricas no 1º decêndio de setembro com -14,6 mm (Figura 3a) e -15,4 mm (Figura 3b).

Comparando-se os balanços de Ipatinga (Figuras 3c e 3d), observa-se que a estação chuvosa concentra-se entre os decêndios 3º de outubro e 3º de abril (Figura 3c) e 3º de outubro e 3º de março (Figura 3d), apresentando maiores valores pluviométricos no decêndio: 3º de dezembro com 67,8 mm (Figura 3c) e com 71,2 mm (Figura 3d). Nestes, situam-se os decêndios 2º e 3º de fevereiro, apresentando também uma queda brusca das cotas pluviométricas, fenômeno conhecido como *veranico climático*.

Quanto a estação seca, concentra-se entre os decêndios 1º de abril a 3º de outubro (Figura 3c) e 1º de abril a 2º de outubro (Figura 3d), apresentando máximas deficiências hídricas no 1º decêndio de setembro com -23,4 mm (Figura 3c) e -21,2 mm (Figura 3d).

Conclui-se que em ambas as estações, demonstram um aumento das deficiências hídricas e das cotas pluviométricas, intensificando temporal e quantitativamente as estações seca e chuvosa. Sugere-se com isso, tendência a iniciar um processo de semiaridez, justificando a diminuição anual do nível das águas do rio Doce e do seu sistema lacustre no PERD.

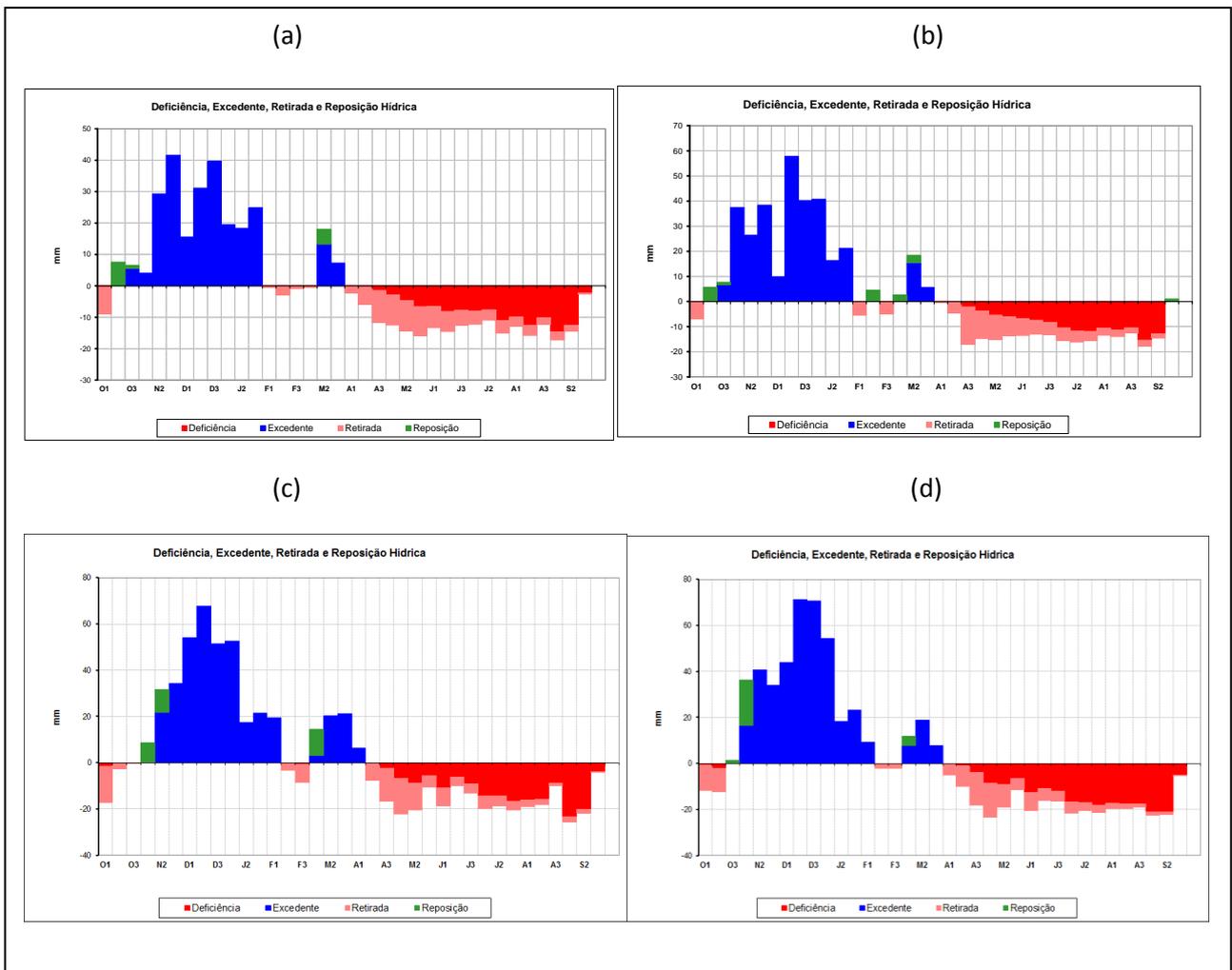


Figura 3: Balanços Hídricos de Caratinga- (a) 1961-1990 (b) 1980-2002; Ipatinga (c) 1961-1990 (d) 1980-2002.

FONTE dos Dados: INMET

3.3 - Resultado dos Balanços Hídricos Climatológicos da Região do PERD (2005-2015)

A princípio foram elaborados os balanços hídricos climatológicos das quatro estações meteorológicas das quais foram extraídos os dados da pesquisa.

Os resultados obtidos nas análises dos dados das estações meteorológicas estão dispostos em forma de gráficos nas Figuras 4, 5, 6 e 7. Estes trazem a representação da reposição, excedente, retirada e deficiência hídrica de cada estação.

As quatro estações estudadas (PERD, Ipatinga, Timóteo, Caratinga) apresentaram totais pluviométricos relativamente semelhantes. Com isso, as características de cada estação mostraram regimes pluviométricos parecidos, sendo o 2º decêndio do mês de dezembro o

decêndio de maior excedente hídrico em todas as quatro estações, e o 2º decêndio de setembro registrou a maior deficiência hídrica para todas as estações analisadas.

Na estação de Caratinga (Figura 4), o excedente foi de 55,8mm e a deficiência - 27,6mm. Em Ipatinga (Figura 5), o excedente obteve totais de 121,0mm e a deficiência foi de - 30,9mm. Já o PERD (Figura 6), apresentou excedente de 97,8mm, deficiência 26,7mm. Em Timóteo (Figura 7), os valores foram de 99,6mm excedente e 28mm de deficiência.

Nos balanços hídricos climatológicos decendiais de todas estações, percebe-se a existência de um veranico climático no mês de fevereiro, já observado por Cupolillo (2015), Pujoni *et al.* (2012) em estudos anteriores de áreas próximas. O veranico causa uma interrupção de chuvas dentro do período chuvoso, fazendo com que o excedente hídrico seja interrompido por vários dias, acarretando problemas de abastecimento e consumo de água para a população, prejudicando a sobrevivência da fauna e flora e do metabolismo complexo do sistema lacustre, de origem tectônica, no PERD. Esse fenômeno é causado pelo posicionamento anômalo da Alta da Bolívia, que permite o avanço de um cavado que penetra no continente, ocasionando um bloqueio atmosférico e forte subsidência. Esse bloqueio, denominado Cavado do Nordeste, fica semiestacionado sobre Minas Gerais e favorece os veranicos.

Na estação meteorológica do município de Caratinga (Figura 4), os 1º e 2º decêndios de outubro, em que ocorre o início da estação chuvosa, estão apresentando retirada e deficiência de água no solo. A partir do 3º decêndio de outubro, inicia-se uma reposição hídrica que aumenta no 1º decêndio de novembro e aponta uma reposição, seguida de um excedente hídrico no 2º decêndio, estendendo-se até o 3º decêndio. Os decêndios de dezembro são os mais importantes por apresentarem cotas pluviométricas mais altas, destacando-se o 2º decêndio de dezembro como o maior excedente hídrico, chegando ao valor de 57 mm. A partir do 3º decêndio de dezembro, há queda dessas cotas, estendendo-se até o 3º decêndio de janeiro, variando entre 18 mm a 1mm. Porém, durante os decêndios do mês de fevereiro, o excedente hídrico desaparece dando lugar à retirada e deficiência hídrica, em função da presença de um fenômeno que se instala sobre o PERD, denominado veranico climático.

No primeiro decêndio do mês de março a reposição hídrica retorna com as últimas chuvas da estação chuvosa, estendendo-se até o 1º decêndio de abril. A partir do 2º decêndio de abril, inicia-se a estação seca que se estende até o 3º decêndio de setembro. Destacam-se os decêndios 3º de agosto e 2º de setembro com valores negativos em torno de -20mm.

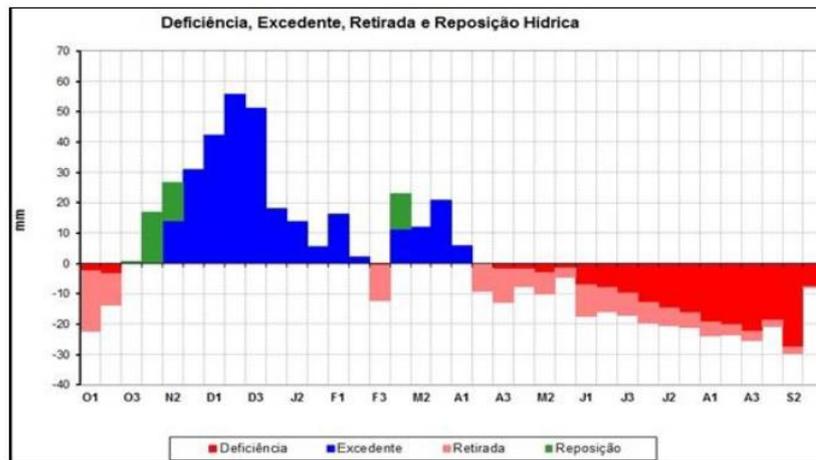


FIGURA 4 - Balanço Hídrico Climatológico Decendial, Caratinga, 2005-2015. Fonte: IGAM, INMET, 2016. Antunes (2018).

No município de Ipatinga (Figura 5), a climatologia entre 2005 a 2015 exhibe, nos dois primeiros decêndios de outubro, retiradas hídricas que variam de 20mm a 577 mm.

A reposição de água no solo aparece no 3º decêndio de outubro estendendo esse excedente até o 3º decêndio de janeiro. O 2º decêndio de dezembro destaca-se com a maior cota pluviométrica com 120 mm, e continua o excedente até o 3º decêndio de janeiro. A partir dos decêndios 1º de fevereiro até o 3º de fevereiro, o processo é substituído pela retirada e deficiência hídrica, caracterizando um veranico.

As chuvas retomam iniciando-se a reposição/excedente hídricos no 1º decêndio de março, perdurando até o 1º decêndio de abril. Em seguida, reinicia-se a retirada e deficiência, a partir do 2º decêndio de abril, dando início à estação seca que perdura até o 3º decêndio de setembro. Destaca-se que a maior deficiência hídrica é observada no 2º decêndio de setembro, com 30 mm. O processo de retirada/deficiência reinicia-se no 1º decêndio de fevereiro (veranico) e perdura pelos dois decêndios seguintes. Reinicia-se a reposição nos 2º e 3º decêndios de março, que reflete até o 1º decêndio de abril com a presença de um excedente hídrico. Nos quatro decêndios seguintes verifica-se a retirada/deficiência, com uma reposição nos decêndios 3º de maio e 1º de junho. Os decêndios de 2º junho a 3º de setembro não possuem tal característica, prevalecendo então a estação seca.

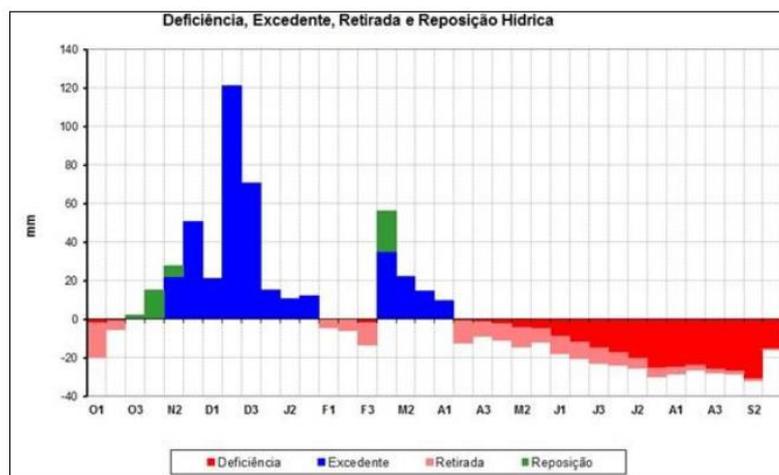


FIGURA 5 - Balanço Hídrico Climatológico decenal, Ipatinga, 2005-2015. Fonte: IGAM, INMET, 2016. Antunes (2018).

O PERD (Figura 6), apresenta nos estudos climatológicos de onze anos, uma retirada e deficiência hídrica nos 1º e 2º decêndios de outubro, iniciando a estação chuvosa no 3º decêndio de outubro com reposição hídrica, seguida de uma retirada/deficiência no 1º decêndio de novembro (veranico), que é substituída por uma reposição no 2º decêndio de novembro. Do 3º decêndio de novembro até o 3º decêndio de janeiro, ou seja, por sete decêndios ininterruptos, prevalece um excedente de água, finalizado no 1º decêndio de fevereiro com a retirada de água do solo, estendendo-se até o 3º decêndio do mesmo mês. Configura-se, portanto, o fenômeno veranico. O mês de março é caracterizado por reposição/excedente em seu 1º decêndio estendendo-se até o 1º decêndio de abril, com cotas pluviométricas variando entre 10 e 20 mm. Inicia-se a partir do 2º decêndio de abril, a estação seca que se estende até ao 3º decêndio de setembro.

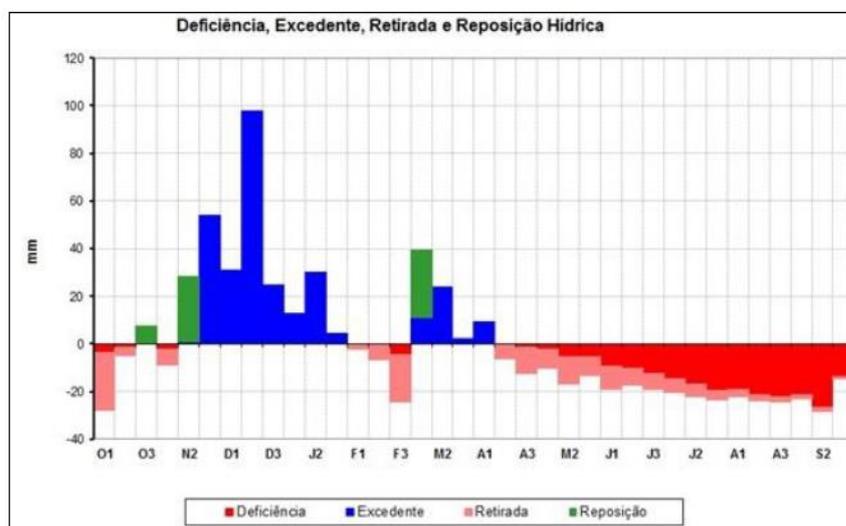


FIGURA 6 - Balanço Hídrico Climatológico Decenal, PERD, 2005-2015. Fonte: IGAM, INMET, 2016. Antunes (2018).

No município de Timóteo (Figura 7), encontram-se nos decêndios de outubro processos de retirada de água, que nos 2° e 3° decêndios são quase nulos. No 1° decêndio de novembro são apresentados a reposição e um pequeno excedente hídrico, dando início à estação chuvosa. No 2° decêndio, o excedente hídrico ultrapassa os 20 mm de chuvas, triplicando esse valor no 3° decêndio de novembro com uma média de 60mm. Em dezembro, segue o excedente hídrico nos três decêndios correspondentes ao mês, apresentando o maior excedente de todo período chuvoso no 2° decêndio de novembro com 100 mm, porém no mês de janeiro, o excedente apresenta uma queda com valores inferiores para o 1° decêndio de 10 mm, 15mm no 2° decêndio e aproximadamente 18mm para o terceiro. O mês de fevereiro chama a atenção por não apresentar nenhuma reposição ou excedente hídrico; o 1° decêndio apresenta uma curta retirada que aumenta no 2° decêndio, e no 3° decêndio de fevereiro a retirada hídrica é notada com destaque, seguida de uma deficiência, instalando-se em Timóteo o veranico. Em contrapartida, no 1° decêndio do mês de março inicia-se o processo de reposição seguido de excedente hídrico, estendendo-se até o 1° decêndio de abril. A partir do 2° decêndio de abril inicia-se a estação seca que se estende até o 3° decêndio de setembro, destacando-se como as maiores cotas pluviométricas negativas, os decêndios 3° de agosto e 2° de setembro, próximas aos 30 mm.

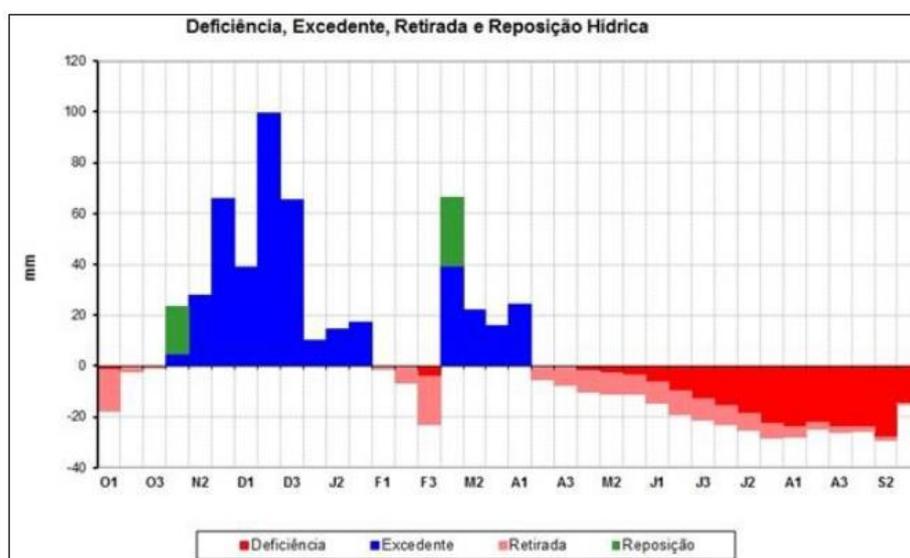


FIGURA 7 - Balanço Hídrico Climatológico Decendial, Timóteo, 2005-2015.
Fonte: IGAM, INMET, 2016. Antunes (2018).

Conclui-se que os resultados das estações de Caratinga, Ipatinga, Timóteo e PERD, corroboram com os resultados anteriores, demonstrando que as deficiências hídricas e das cotas pluviométricas, tornaram-se mais intensas, agravando com isso, possíveis cenários futuros de semiaridez que começam a se configurar em toda região, tornando-se justificável a diminuição dos níveis das águas do rio Doce e do sistema lacustre no PERD.

5 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANTUNES, D. A. Diagnóstico Climatológico do Parque Estadual do Rio Doce – PERD. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Bambuí - MG, 2018.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia dos trópicos**. 16^o ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. 332 p.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 1^a. ed. Saarbrücken - Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. v. 1. 224p.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS- IEF-MG. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Doce**. 2009. Disponível em: <http://www.ief.gov.br/component/content/360?task=view>. Acesso em: 30 mar. 2017.

LIMA, J.M. Análise espaço-temporal das chuvas persistentes na região do Parque Estadual do Rio Doce-PERD (2005 a 2015). Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Bambuí - MG, 2019.

PEIXOTO, E. L. **Caracterização e Perspectivas do Parque Estadual do Rio Doce-MG: Uma abordagem a partir de imagens de sensoriamento remoto e fotografias hemisféricas de Dossel**. Dissertação (mestrado em análise e modelagem de sistemas ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 105f.

PUJONI, D.; CUPOLILLO, F.; BARBOSA, F. A. R.; BARBOSA, P. M. M.; ABREU, M. L. de.; ASSIS, W. L. Parte 2: Estudo de caso do Balanço Hídrico Decendial do Parque Estadual do Rio Doce-PERD e de Timotéo 2009-2010. In: Cngresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** Gramado, 2012.

ROLIM, Glauco de Souza. *el al.* **Planilhas no ambiente EXCELTM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n.1, p 133-137, 1998.

SILVA, A. L.; ROVERATTI, R.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; TIMM, L .C.; BRUNO, I. P.; OLIVEIRA, J. C. M.; NETO, D. D. Variability of water balance components in a coffee crop in Brazil. *Scientia Agricola*, v.63 n.2, 2006.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance. Publications In Climatology. Drexel Institute of tecnology. New Jersey.* v.8, n 1.1955.p. 104. Disponível em: oregondigital.org/catalog/oregondigital:df70pr001#page/13/mode/1up. Acesso em: 28 jun.2017.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo; Nobel. 1 ed.4reimp.1986. p.374.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: PAX ed., 2001. p.532 .

VIANELO, Rubens Leite. **Efeitos das mudanças climáticas na Agricultura**. Belo Horizonte, set/out de 2008 (p.19-36).