

O BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DA LAGOA FEIA NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

José Maria Ribeiro Miro
Instituto Federal Fluminense
jmiro.geo@hotmail.com

Vinícius Santos Lima
Universidade Federal do Espírito Santo
vinicius_ahriman@hotmail.com

Wesley Souza Campos Correa
Universidade Federal do Espírito Santo
wesley.campos.correa@gmail.com

André Luiz Nascente Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo
alnc.ufes@gmail.com

EVENTOS EXTREMOS E IMPACTOS HIDRO METEOROLÓGICOS.

Resumo

Localizada entre os municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã, no estado do Rio de Janeiro, a paisagem da lagoa Feia é marcada por enchentes e inundações. A última ocorreu em dezembro de 2008 deixando famílias desabrigadas. O Judiciário Federal ordenou a implosão de quatro diques, sendo três na lagoa Feia e um no rio Ururaí. No entanto, não houve planejamento e estudos técnicos científicos pelo viés da climatologia e áreas afins que subsidiassem esta tomada de decisão. Para tanto, a elaboração do balanço hídrico climatológico para o ano de 2008 poderá colaborar para um embasamento climatológico da decisão do Judiciário Federal. Objetivou-se para o trabalho correlacionar algumas variáveis condicionantes ao fenômeno da inundação na lagoa Feia e o balanço hídrico climatológico com o método proposto por Thornthwaite & Mather (1955). Como resultado, o ano de 2008 se mostrou atípico se comparado a normal climatológica entre 1973 e 2003, tendo valores de excedente hídrico que chegaram até 300 mm no mês de novembro e 210 mm em dezembro.

Abstract

Located between the cities of Campos dos Goytacazes and Quissamã in the state of Rio de Janeiro, Feia lagoon's landscape is marked by floods. The last one occurred in december 2008, leaving families homeless. The Federal Judiciary ordered the implosion of four dams, three at Feia lagoon and one at the Ururaí river. However, there was no planning and technical studies by the scientific bias of climatology and related fields that subsidize this decision. Therefore, the development of the climatic water balance for the year 2008 will contribute to a climatological basis of the decision of the Federal Judiciary. The aim of the work is to correlate some conditioning variables to the phenomenon of flooding in the Feia lagoon and the climatic water balance with the method proposed by Thornthwaite & Mather (1955). As a result, the year 2008 proved to be atypical compared to climatological normal from 1973 and 2003, with values of water surplus that reached 300 mm in november to 210 mm in december.

Introdução

A lagoa Feia está localizada na Baixada Campista, entre os municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã, na região norte do estado do Rio de Janeiro, estando compreendida entre as coordenadas geográficas 22° e 21° S e 41° e 42° W no fuso 24 S. Ela possui como principais afluentes os rios Macabú e Ururá e como único defluente o canal da Flecha, que segundo Amador (1985) possui sua gênese no máximo transgressivo holocênico, datando entre 7.000 e 5.000 anos antes do presente. De acordo com Lima (2012) o corpo lântico encontra-se numa planície de origem marinha, fluvial e lacustre, com cotas altimétricas entre 5 e 6 metros. Devido à morfologia do terreno, há ocorrência de enchentes e inundações sazonalmente.

Por sua localização geográfica, embutida entre remanescentes da Serra do Mar na região norte do estado do Rio de Janeiro e o Atlântico Sul, os principais sistemas atmosféricos que contribuem para variação do tempo na Baixada Campista são: Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que atua na região de outubro a março; Sistemas Frontais (FF) que atuam durante todo o ano influenciando os índices pluviométricos e de temperatura. Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) que durante o verão ou estações próxima alimenta a ZCAS com umidade proveniente do Atlântico e durante o inverno funciona como bloqueio das frentes frias contribuindo para redução dos índices pluviométricos (VAREJAO-SILVA, 2005; DANNI-OLIVEIRA e MENDONÇA, 2007).

Sob essas características morfo-climáticas, a área é frequentemente atingida por inundações, sendo as obras de engenharia e medidas alternativas para a contenção do fenômeno bastante recorrentes. Lima (2012) identificou que na relação do homem com o seu meio, a sociedade campista e seus gestores empreenderam diferentes esforços para sanar a problemática das inundações na planície holocênica. Soffiati Netto (1998) alerta que as inundações possuem ocorrência espacial localizada nas baixas altitudes da Baixada Campista, estando muito presentes na lagoa Feia e seu entorno imediato, e ainda fala da complexa malha hídrica natural e artificial do município de Campos dos Goytacazes construída pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS.

Foi construído pelo DNOS mais de 1.300 km de canais artificiais, que são obras de drenagem com fim de conter vetores epidêmicos e inundações, o que veio a secar inúmeras lagoas e brejos. Os canais construídos pelo DNOS redirecionaram o fluxo de águas superficiais para a lagoa Feia. Este acidente geográfico atualmente possui a função de “bolsão” para onde se destinam as águas da margem direita do rio Paraíba do Sul. Para Valpassos e Dias Neto (2006) o maior empreendimento realizado pelo DNOS na lagoa Feia foi a construção do canal da Flecha. Iniciada em 1942, a obra teve como objetivo facilitar o escoamento das águas da margem direita do rio Paraíba do Sul para o oceano, com 13 km de extensão por 120 m de largura, que substituiu o sistema natural de escoamento.

Na última inundação ocorrida no fim do ano de 2008, houve 5.550 desalojados e 1.695 desabrigados. Diques irregulares foram construídos por agricultores que visavam evitar a perda da

safra de cana-de-açúcar como já havia ocorrido em anos anteriores. Especula-se que esses diques contribuíram para o agravamento das inundações nas áreas edificadas (QUINTANILHA E OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Lima (2012) nos dias 21 e 22 de dezembro de 2008, sob um período de intensa precipitação, várias áreas edificadas sofreram com as inundações, como o bairro de Ururá e a vila de pescadores de Ponta Grossa dos Fidalgos. Neste período o poder Judiciário Federal ordenou a implosão de três diques na lagoa Feia e um no rio Ururá para abaixar o nível das águas. No entanto, não houve um estudo prévio de natureza climatológica que justificasse essa medida, sendo necessário o questionamento sobre a pertinência da decisão.

As ações e omissões de pessoas físicas ou jurídicas que modificam o ambiente natural, construído em contínuo desrespeito à legislação ambiental e urbanística, têm acirrado os conflitos de interesses, cada vez mais complexos, envolvendo questões ambientais nas áreas urbanas e rurais. Estes conflitos, por sua vez, necessitam de elucidação técnica no âmbito das demandas advindas do poder de polícia dos órgãos de controle ambiental e urbano; das demandas judiciais, ao se transformarem em objeto de Ações Coletivas de defesa do meio ambiente e ainda; e das demandas advindas da atuação do Ministério Público, em sua tarefa constitucional de defesa dos bens ambientais (ARAÚJO, 2006).

Nesse sentido, propomos discussão baseada no balanço hídrico-climatológico o correlacionando com a morfologia do terreno e a capacidade de vazão dos principais corpos lóticos que defluem a lagoa, que pode fornecer subsídios científicos para a tomada de decisões no planejamento e gestão dos recursos hídricos e das ações das populações que habitam as margens dessas entidades espaciais.

Balanço hídrico é instrumento e metodologia que consiste em contabilizar a disponibilidade hídrica do solo computando-se os fluxos positivos e negativos sobre uma determinada área, estes decorrem de trocas entre o solo e a atmosfera (precipitação, condensação, evaporação e transpiração) e do próprio movimento superficial e subterrâneo das águas (VAREJÃO e SILVA, 2005). Tubelis (1984) afirma que os elementos que compõem o balanço hídrico determinam um sistema aberto que se pode caracterizar a partir da água, na qual sua entrada é representada pela precipitação (P) e a saída pelo escoamento (E).

Sabendo-se da relevância de se verificar o comportamento sazonal dos períodos de deficiência, excedente, retirada e reposição, para este trabalho desenvolvido para a lagoa Feia no município de Campos dos Goytacazes, região Norte do estado do Rio de Janeiro, teve-se a preocupação de se comparar o balanço hídrico do ano de 2008 com o da normal climatológica do período de 1973 a 2003, obtidos a partir de dados secundários produzidos por instituições de renomada expertise regional.

Objetivos

O presente artigo tem como objetivo principal correlacionar algumas variáveis condicionantes ao fenômeno da inundação na lagoa Feia e entorno imediato, a saber, a morfologia do terreno, a capacidade de vazão dos principais contribuintes e o balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite & Mather (1955) a fim de fornecer subsídios para o planejamento e gestão do corpo hídrico.

Metodologia

Para a boa condução do trabalho, este se deu em três principais etapas: 1) pesquisa em bibliografia específica e a sites oficiais para coleta e organização dos dados; 2) realização do Balanço Hídrico de 2008: para tanto foram utilizados os dados de temperatura média mensal e de chuva total mensal fornecidos pelo banco de dados históricos da rede de estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Campos no estado do Rio de Janeiro nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21.75°S e Longitude: 41.33°W a 11,20m de altitude em relação ao nível médio do mar.

De posse dos dados para elaboração do balanço hídrico climatológico, empregou-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), através do programa "BHnorm" proposto em planilha EXCEL por Rolim *et al.* (1998). Como capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 100 mm e a evapotranspiração potencial foi estimada seguindo metodologia de Thornthwaite (1948). A inicialização do balanço hídrico seguiu o critério estabelecido por Mendonça (1958). Os resultados são apresentados em tabela, contendo os dados mensais de evapotranspiração real, da deficiência hídrica, do excedente hídrico e do armazenamento de água no solo. As representações gráficas do balanço hídrico seguem as sugestões de Camargo & Camargo (1993), sendo automaticamente elaboradas as figuras do extrato do balanço hídrico. Efetivado o Balanço hídrico de 2008, foi feita a comparação com o Balanço Hídrico Modal realizado para a região através do Projeto "Banco de Dados climáticos do Brasil".

A terceira etapa se deu com a confecção do mapa geomorfológico da área estudada partindo-se do arcabouço teórico-metodológico da Análise Ambiental onde se correlaciona a evolução espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre eles. A Análise Ambiental considera as ferramentas do SIG na ciência geográfica, sendo de interesse de todos que pretendam elaborar modelos que sirvam de subsídio para a tomada de decisões e planejamento regional. Ao analisar uma região com fins de zoneamento, é necessário escolher suas variáveis explicativas, que para o caso utilizo-se a geomorfologia, hidrografia, climatologia para depois determinar qual a contribuição de cada uma delas para a elaboração de um mapa (XAVIER DA SILVA, 1992; CÂMARA E MEDEIROS, 1998)

O mapa foi elaborado tendo como base cartográfica obtida gratuitamente no *site* do Instituto Estadual do Ambiente – INEA que disponibiliza para a sociedade Planos de Informações (PIs) no

formato *shapes* que compõem um banco de dados de natureza espacial e de atributos. Para a produção cartográfica aqui presente foi utilizado o *software* ArcGIS 9.3.1 desenvolvido pela empresa ESRI com a extensão ArcMap, onde foram adicionados os PIs e trabalhados os *layers* de interesse à pesquisa em escala de 1:250.000, buscando compreender as entidades espaciais enquanto elementos pertencentes a conjuntos maiores e integrados.

Resultados

As obras empreendidas pelo extinto DNOS para o aumento da área cultivável e com o fim de sanar vetores epidêmicos na Baixada Campista modificaram fortemente a dinâmica das águas superficiais, concentrando na lagoa Feia o principal destino deste fluxo hídrico. O canal da Flecha como o único meio superficial de vazão das águas da grande lagoa para o oceano historicamente vem se mostrando incapaz de realizar a função para o qual foi construído (Figura 1).

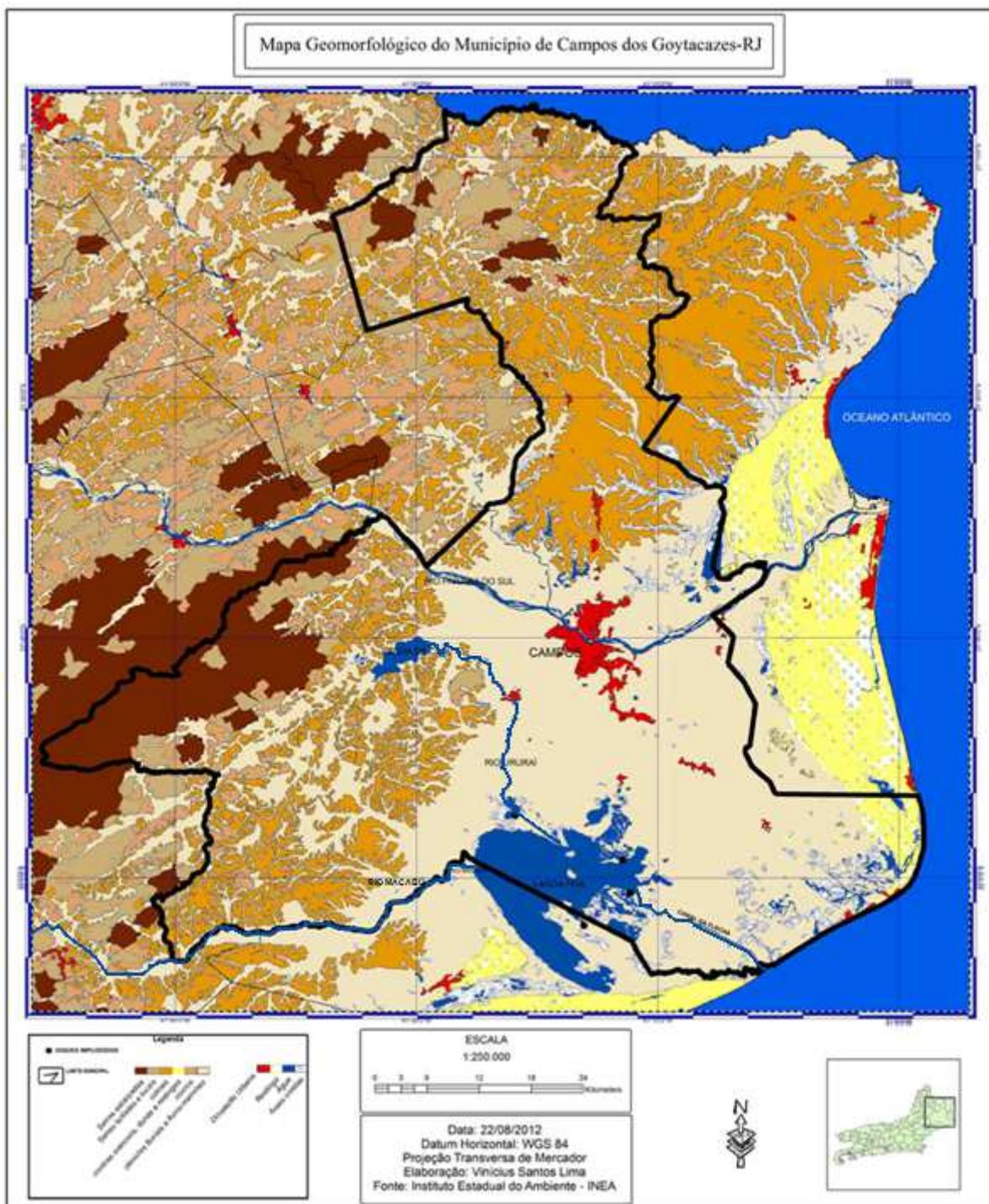


Figura 01: Mapa geomorfológico do município de Campos com destaque para lagoa Feia e seus principais afluentes e defluentes.

De acordo com o Instituto Estadual do Ambiente – INEA (2009) - a vazão atual do canal da Flecha é de 40 m³/s. Porém, como a lagoa Feia possui como principais afluentes os rios Macabú, com vazão máxima de 101 m³/s e Ururá com vazão máxima de 251 m³/s, o que somaria um total de 352 m³/s, é evidente a incapacidade do canal da Flecha em escoar as águas de superfície em períodos de intensa precipitação. Juntamente a esta fragilidade, a vulnerabilidade às inundações se deve também as

características morfológicas regionais, pois a Baixada Campista é uma planície de baixas altitudes. Ressalta-se que esta característica, a ela relacionada se deve, sobretudo, a sua gênese que data do ultimo transgressivo holocênico, sendo área de predomínio dos processos geomorfológicos de sedimentação. Sua construção se deu através de contribuição fluvial - rio Paraíba do Sul, marinha e lacustre, e se faz enquanto elemento marcante na paisagem, como pode se observar na Figura 1.

Como supracitado, em dezembro do ano de 2008, sob período de intensa precipitação, acumulada desde o mês de novembro, o Poder Judiciário Federal ordenou a implosão de quatro diques na lagoa Feia para ampliar a área de superfície do espelho d'água e abaixar seu nível em comunidades como à vila de pescadores de Ponta Grossa dos Fidalgos, localizada às suas margens. A Figura 02 mostra o balanço hídrico climatológico referente ao ano de 2008. Os meses de janeiro, novembro e dezembro apresentaram, respectivamente, o excedente hídrico de 90 mm, 300 mm e 210 mm, no entanto o mês de novembro apresentou ainda uma reposição hídrica de 405 mm. Os meses de abril, maio e agosto apresentaram os maiores valores de deficiência hídrica daquele ano, além disso, os meses de fevereiro e março sofreram retiradas hídricas.

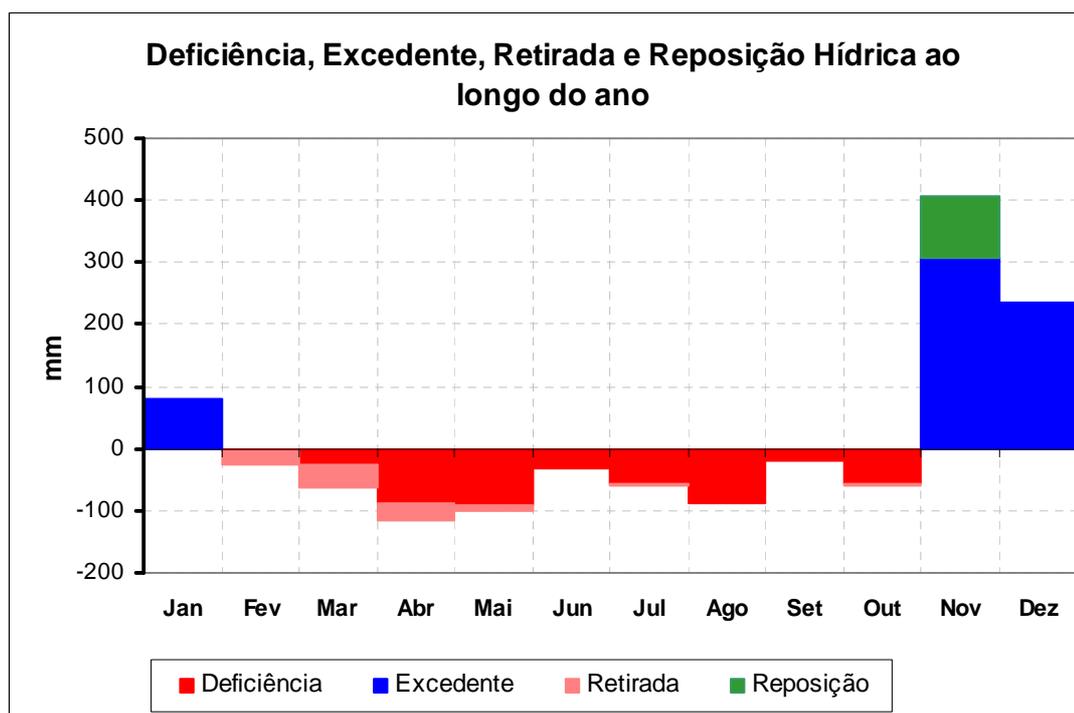


Figura 02: Gráfico do Balanço Hídrico Climatológico do município de Campos dos Goytacazes-RJ no ano de 2008.

O gráfico a seguir, se comparado ao gráfico anterior, pode-se notar que o ano de 2008 foi atípico a normal climatológica regional. A Figura 03 ilustra o balanço hídrico climatológico entre os anos 1973 a 2003 para a área de estudo. A média indica que o meses de novembro, que em 2008 registrou excedente hídrico de 300 mm e dezembro que marcou excedente de 210 mm, possuem uma média dos últimos 30 anos que varia respectivamente de 0 mm a 9 mm de excedente hídrico. Os meses

de agosto e junho apresentam os maiores valores de deficiência hídrica e o mês de dezembro o maior valor de reposição.

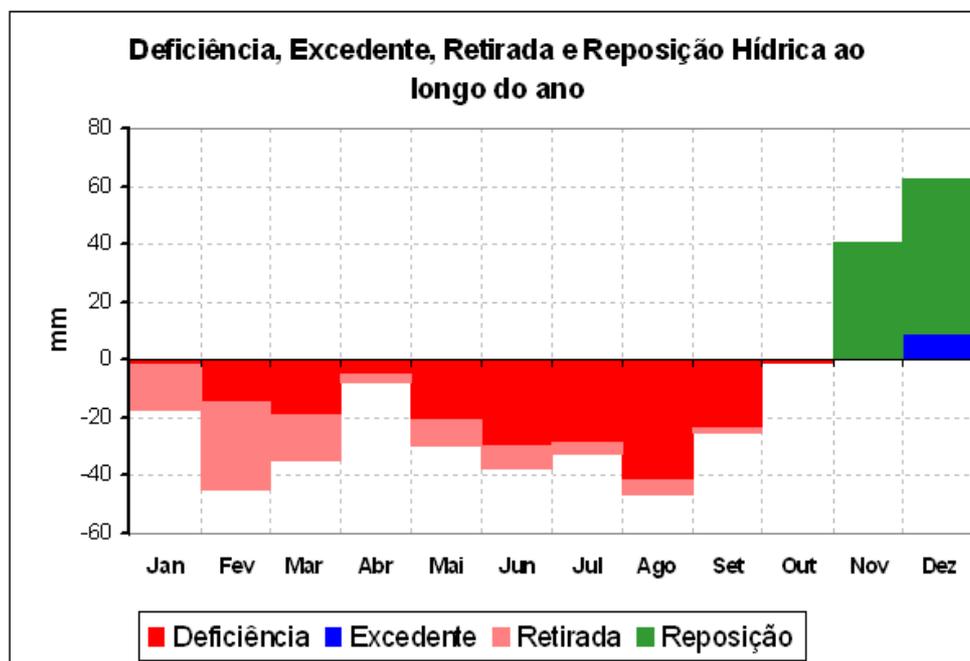


Figura 03: Gráfico do Balanço Hídrico Climatológico do município de Campos dos Goytacazes-RJ entre os anos de 1973 e 2003.

Portanto, a incapacidade de vazão do canal da Flecha em escoar as águas para ele direcionadas em períodos de intensa precipitação, a morfologia do terreno e o excedente hídrico do ano de 2008 se apresentaram como alguns dos principais condicionantes ao fenômeno da inundação na lagoa Feia e seu entorno imediato nos meses de novembro e dezembro do mesmo ano. Como medida-solução para a contenção das inundações o Poder Judiciário Federal no exercício de suas funções ordenou a implosão de quatro diques, como se vê na Figura 04.

| Toponímia | Largura do dique | Material do dique | Extensão da boca | Altura do dique | Coordenadas UTM |
|---------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------------|
| Mandinga/Rio Ururai | 12,40m | Argila | 27,80m | 1,42m | 252378 L 7572679 N |
| Ilha Coroa de Ferro | 10,16 | Argila | 29,42m | 1,36m | 259845 L 7560781 N |
| Ilha dos Fernandes | 5,50m | Argila | 28,44m | 0,94m | 262836 L 75642854 N |
| Ilha dos Carões | 8,66m | Argila e Areia | 25,30m | 2,06m | 263104 L 7567188 N |

Figura 04: Tabela com a toponímia e localização dos diques dados em coordenadas UTM.

Considerações finais

A Baixada Campista, sobretudo da lagoa Feia e sua planície holocênica foi fortemente marcada por intervenções para a contenção de inundações. Desta destacam-se as construções de diques, a construção de canais para drenagem, a dragagem de canais e, em dezembro de 2008, a implosão de diques. Não houve planejamento ou estudos técnicos prévios que justificassem pelo viés da climatologia aliada a outras disciplinas a decisão do Judiciário Federal para a sua implosão. No entanto, o balanço hídrico climatológico, aqui apresentado, evidenciou que o ano de 2008 foi atípico, se comparado a normal climatológica no período de 30 anos equivalente a 1973-2003.

Nesse sentido, o método proposto por Thornthwaite & Mather (1955) se mostrou satisfatório, podendo ser empregado para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Faz-se necessário o incentivo aos estudos ambientais, sobretudo de natureza climatológica para a prevenção de enchentes e inundações que regularmente atingem as comunidades que habitam as margens de corpos hídricos, sejam lânticos ou lóticos.

Os gráficos de balanço hídrico climatológico mostram de maneira sucinta que a decisão do Poder Judiciário Federal, ainda que realizada sem um estudo técnico-científico prévio, foi pertinente para conter as inundações naquele momento, no entanto, desde então não houve ano com tamanho excedente hídrico como o de 2008 não havendo portanto a certeza de que a implosão dos diques solucionará a problemática das enchentes e inundações na lagoa Feia e seu entorno.

Referências bibliográficas

AMADOR, Elmo da Silva. Lagunas fluminenses: classificação com base na origem, idade e processos de evolução. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. 1985.

ARAÚJO, LÍlian Alves de. **Degradação Ambiental Nos Rios Do Estado Do Rio De Janeiro**. Rio de Janeiro, 2006. UFRJ. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simão de. Princípios básicos em geoprocessamento. *In*: ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Embrapa, 1998.

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. **Bragantia**, Campinas, v.52, p.169-172, 1993.

COSTA, M. H. **Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather, 1995**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola. Engenharia na Agricultura, Caderno didático 19. 22 p. 1994.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em < <http://www.inea.rj.gov.br> > Acesso em: 15/08/2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa**. Brasília, 2012.

LIMA, Vinícius Santos. **Os Sistemas de Informações Geográficas como Método de Análise Ambiental na Variação Sazonal do Espelho d'água da lagoa Feia no Período de 2000 a 2011**. Campos dos Goytacazes-RJ: IFF, 2012. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Instituto Federal Fluminense.

MENDONÇA, F., DANNI-OLIVERIA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo. Editora Oficina de texto. 206p. 2007.

QUINTANILHA, Gláycy Junqueira; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de. **Zoneamento de Áreas Sujeitas a Inundações na Baixada Campista-Norte Fluminense com o Auxílio do Geoprocessamento**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 5 n. 1, p. 163-175, jan. / jun. 2011. Disponível em < <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/viewFile/2377/1268> >. Acesso em: 10/07/2012.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

SOFFIATI NETTO, Artur Aristides. Histórico Sócio-ecológico: Aspectos históricos das lagoas do norte do estado do Rio de Janeiro *In*: ESTEVES, Francisco de Assis. **Ecologia das lagoas costeiras**. Macaé: NUPEM, 1998.

TECNORTE, Canais. Campos dos Goytacazes/RJ. Disponível em: < <http://tecnorte.rj.gov.br/index.php> >. Acesso em: 10 dez. 2010.

THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geogr. Rev, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

TUBELIS, A. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1984.

VALPASSOS, C.A.M.& DIAS NETO, J.C.D. **Diferentes percepções da natureza: As intervenções politécnicas, a fiscalização ambiental e pescadores artesanais na Lagoa Feia**. Revista ANTHROPOLÓGICAS, ano 10, vol. 17(2), 2006, pgs. 95 – 116.

VAREJAO-SILVA, M. A.. **Metereologia e climatologia**. Recife, 2005.

XAVIER DA SILVA, Jorge. Geoprocessamento e Análise Ambiental. *In*: **Revista Brasileira de Geografia**, v. 54, n. 3. 2 set. 1992.