



ENTRE EVENTOS E EPISÓDIOS

As excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro

Núbia Beray Armond

Orientador: João Lima Sant'Anna Neto





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CAMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

NÚBIA BERAY ARMOND

ENTRE EVENTOS E EPISÓDIOS

As excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro

Presidente Prudente
Estação Chuvosa de 2014

NÚBIA BERAY ARMOND

ENTRE EVENTOS E EPISÓDIOS

As excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCT/UNESP – *campus* de Presidente Prudente, como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia. Área de Concentração: Produção do Espaço Geográfico.

Orientador: Prof. João Lima Sant’Anna Neto

Presidente Prudente
Estação Chuvosa de 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

A763e Armond, Núbia Beray.
Entre eventos e episódios : as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro / Núbia Beray Armond. - Presidente Prudente : [s.n.], 2014
239 f.

Orientador: João Lima Sant'Anna Neto
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Eventos extremos. 2. Episódios extremos. 3. Gênese das chuvas. 4. Produção do espaço. 5. Rio de Janeiro. I. Sant'Anna Neto, João Lima. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

BANCA EXAMINADORA



PROF. DR. JOÃO LIMA SANT'ANNA NETO
PRESIDENTE



PROFA. DRA. MARGARETE CRISTIANE C. T. AMORIM
(UNESP/FCT)



PROFA. DRA. CARLA MACIEL SALGADO
(UFF)



NUBIA BERAY ARMOND

Presidente Prudente (SP), 03 de outubro de 2014.

RESULTADO: 

DEDICATÓRIA

A “vovó” Marita Sá Correia (*in memoriam*), para quem a geografia sempre foi muito mais do que a ciência geográfica.

Ao Thyago Araújo (*in memoriam*), novo e cedo que foi, mas que, de algum lugar, me faz ter a certeza de que é preciso lutar, acreditar e não desistir de construir uma outra sociedade.

AGRADECIMENTOS

Confesso que, desde o início da minha trajetória acadêmica, escrever a parte dos agradecimentos tem sido algo muito especial. Talvez porque eu tenha aprendido, desde os tenros anos de graduação, que a construção do conhecimento é sempre coletiva, jamais individual. Esse processo não é composto apenas pelos encontros em sala de aula, laboratórios e leituras. É algo que faz parte do processo de produção da vida, em seus múltiplos sentidos. Por conferir tamanha importância às pessoas, talvez seja por isso que eu rejeite os agradecimentos curtos e impessoais. Até porque muitas pessoas, grupos e situações fizeram parte desses que eu posso considerar 30 dos meses mais intensos da minha vida.

Em primeiro lugar, agradeço a minha família. Meus pais, Maria Helena e Estelmo, a quem devo muito mais que educação: devo caráter, referenciais de vida. Devo isso tudo e mais aquilo que as palavras não contemplarão jamais, só os sentimentos. Amo vocês sem medida. A Rúbia, que compartilhou o ventre e cresce comigo há 23 anos, mas a quem eu acompanhei, mesmo de longe, crescer muito mais nesses últimos 30 meses principalmente como ser humano. Tenho muito orgulho de você, te admiro e te amo muito, irmã.

Agradeço também aos amigos da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (São Gonçalo – RJ), que na longa distância acompanham minha trajetória e sempre torceram muito pra que tudo desse certo. À Karina Araújo, irmã que a vida me deu, pelo apoio, momentos felizes, pela manutenção da nossa amizade mesmo a 1000km de distância... por TUDO! Te amo, amiga! Ao Bruno Austríaco, a quem devo boa parte da minha concepção antropológica de mundo. Irmão, saudades! Ao Jeffersom (Big Jeff), Marcel Gavazza, Caroline Castro (Dirigente), Felipe Mariano (Russel), Gabriel Fortunato (Biel), Aline Sathler, Lucas Cesar, Gabriel Merat, Paloma Feitosa (Palomete)... obrigada por serem meu porto, por estarem sempre comigo, por terem colaborado na construção do meu caráter.

Aos amigos da AGB – Niterói, que me fazem admirar, lutar cada vez mais pela entidade e acreditar numa g(G)eografia diferente. Fabrícia (Presidenta), Astrogildo (Astro), Felipe Moura, Karina, Tinoco (a síntese personificada da alma da entidade), Lucas Honorato (a figura pública), Luis Henrique (Marola), Ronald, e outros que posso ter esquecido: a vocês, meus sinceros e admiradores agradecimentos.

Agradecimento especial ao Lucas Mourão Tavares. Sem ele, a pesquisa na Agência InfoGlobo não teria sido concluída com êxito! Grata eternamente!

Ao engenheiro Nelson Lima, da agência Rio – Águas, por disponibilizar as informações referentes ao mapeamento dos pontos de drenagem. Obrigada!

Ao Departamento de Geografia da FFP/UERJ, por terem dado a base da minha concepção de mundo e de Geografia. Especialmente aos professores e amigos da FFP que compartilharam comigo lugares nas trincheiras de luta por uma sociedade diferente.

Ainda nos tempos gonçalenses, agradeço especialmente a Anice Afonso, minha mãe acadêmica. Obrigada por acreditar em mim, por me apoiar, pelo incentivo, por estar sempre comigo, pelas boas energias enviadas... Os sonhos fazem os filhos saírem debaixo da asa da mãe. Obrigada por mantê-la aberta pra mim. Você sabe o quanto fez parte dessa trajetória, o quanto a minha concepção de ciência geográfica, de Geografia Física, de Universidade deve à sua orientação – que foi além das referências bibliográficas. Foi orientação para a VIDA.

Aos companheiros que proporcionaram ótimos momentos durante a estadia na pós-graduação! Natacha (Nati – “*primeira bateriaaaaa!*”), João Cândido (Joãozinho – “*o que pra ele é o cotidiano, pra você é uma experiência antropológica*”), Raquel (Rachel), Rafael Catão (Rafa), Danilo Alcântara (Dan), Régis, Marcel Bordin, Dener, José Sobreiro Filho (Nino), Eliane, Cássio (DJ Cassios Burns), Laís de Santi, Lucinete (Nete), Renata Prates (Renatinha), Afonso Junior,

Waguinho e Edna (“*E aí, mulé?*”), Aline Sulzbacher, Eduardo Morais (Du), Archanjo, Andréa Porto-Sales (“*Galéra perigóóóóósaáá!*”), Zé e Karina – e Miguelzinho, Rodrigo Simão (“*A gente está por aí, né, cara*”), Altieris (“*Mas, olha só Nú*”), Silmara, Natália Cristina (NatiGeo), entre outros.

Agradecimento mais do que especial a mais linda, sólida, solidária, leal, inteligente, parceira e (nem sempre, mas boa parte) etílica família GAIA (+ agregados)! Obrigada por serem amigos, orientadores, mães e pais. Por colaborarem com o crescimento intelectual e pessoal. Confesso que ganhei muitos irmãos durante essa estadia na nossa “maloca”!

A Melina Fushimi (Melis), a quem nos últimos tempos a vida tratou de tentar separar do clã, mas que está sempre conosco. É lembrada pelo seu sorriso sincero, senso de humor, solidariedade e uma incrível capacidade de beber cerveja! Saudades!

A Tainá Suizu (*Índia Guerreira* – by Educa), pela amizade sincera, as ajudas no ArcGis, as risadas, os momentos felizes, as festas, a parceria, a lealdade. Te adoro, garota!

Ao Fernando (Heck), pela criticidade, amizade, parceria. Por ajudar a construir minha forma de enxergar o mundo e de fazer geografia. Por mostrar a importância da práxis. Obrigada, cara!

Ao Juscelino (Jusce), pelas críticas acadêmicas, amizade, lealdade, parceria, cumplicidade, solidariedade, amizade... obrigada!

A Camila Rampazzo (Camilinha), pelas contribuições, conversas, companhia, discussões geográficas e pelo carinho de sempre! Pequena “gênia”!

Ao Ronaldo Araújo, com quem pude, nos últimos tempos, estabelecer uma relação extremamente cordial, companheira e solidária. Mas, acima de tudo, com quem aprendi a subverter o peso das hierarquias que, com nosso convívio no GAIA, pareciam nem existir. Obrigada e sucesso, meu amigo!

A virginiana mais querida do GAIA, Karime Fante (Karimão), por ter chegado devagar e conquistado a todos nós, *outsiders*, com sua aguçada sensibilidade, sua sinceridade sutil, seu sexto sentido apuradíssimo e com esse coração que abraça todo mundo com uma força e segurança inabaláveis. Obrigada por estar sempre conosco. Você é minha irmã, e eu vou estar sempre aqui, tá?

Ao Cirso (Vinicius Carmello) e ao Baiano (Lindberg Junior), por representarem mais do que as palavras podem contemplar – mas que, ainda assim, a gente tenta.

Por serem dois dos meus irmãos mais velhos. Meus amigos. Meus orientadores. Pela ajuda providencial nos momentos mais críticos. Por servirem de inspiração nos momentos de dúvida. Pela pureza e sinceridade da nossa amizade, que é, justamente por isso, verdadeira (“*Bial, é por afinidade, tá?*”). Sem vocês eu jamais poderia estar onde estou, tampouco pensar em seguir adiante. A vida, generosa que é comigo, me deu em 2009 dois presentes que ficarão comigo por toda a vida. Amo vocês.

Ao Agnaldo, meu irmão mais velho, meu pai, meu amigo, meu conselheiro, meu parceiro zodiacal. Obrigada por me ajudar a ser uma pessoa melhor todos os dias. Compartilhar meu cotidiano com você é uma dádiva. Quando olho para o lado e vejo que posso bater na sua porta a noite e contar com você para, desde matar baratas (com o Baiano e o Cirso inclusive!) até chorar nos seus ombros, eu confirmo minha certeza de certas coisas não são por acaso. Irmão... te amo!

Ao Claudio Smalley, com quem aprendi que, na vida, a nossa posição é de eternos aprendizes. Mas, sempre, seguindo aguerridamente o coração. Você é especial, meu amigo. Obrigada!

Ao Jota (Jonatas), que muito rápido conquistou a todos com sua inteligência, capacidade e amizade.

Ao Marcio Catelan e Letícia - os padrinhos (não me odeiem por isso!) - pelo zelo, cuidado e carinho. Vocês são especiais nessa trajetória. Obrigada pelas contribuições acadêmicas, leitura dos textos... mas, principalmente, por fazerem esse percurso muito mais humano, leve e divertido.

A essa minha família “geográfica”, obrigada por acreditarem mais em mim do que eu mesma.

A minha outra paixão, minha família Cowboys Rugby Club. A Bruna Saraiva (Bruninha, ou Bad - “*E essa Núbia knock-on aqui?*”), Suellen Nogueira (13), Evelyn Cremones (Évy), Mariana Vieira (Piu), Ludmila Novaes (Lud), Jéssica Andrade (Judô), Lorrane Araújo (Lola), Monique Pimentel (Mô), Thais Almeida, Bruna Pimenta (Pandeiro), Anna Collina (“*Cara... cuidado com o Jack!*”), Fernanda Araújo (Fer), Ellen Tamara, Juliana Rodrigues (Ju), Glenda Sabatel (Pitoca), Graziella (Gra), Amanda (Balan), Amanda (Amandinha/Pandinha), Michele (Barbie da Favela). Aos queridíssimos Mateus Fachin (Facinho), Thiago (Presidente da Furiosa) e Marcelo (Corumbazinho), meus queridos Cowboys. Aos treinadores Sérgio Gibim (Serginho), Marlon Altavini (Coach), Fabio Senra (Peruano), Luis Sanches, Luciano Noronha (Berolo), Murilo.

Obrigada por me mostrarem a importância de cuidar não só da mente, mas também do corpo. De acreditar em si mesmo. De mostrar que a superação se dá não em comparação com o outro, mas em comparação a si mesmo. Amo vocês, senhoras!

Ainda, a Yara Eleutério (Capitã) e Stephanie Alves (Fani), pela lealdade de estarem comigo e acreditarem em mim em todos os momentos, sem exceção e incondicionalmente. Parece que nos conhecemos há décadas. Amigas... vocês são pra sempre!

Ao José Aurélio (Lelo), que me ensinou a caminhar, a andar e, depois, a (tentar) correr. Meus primeiros passos se devem a você!

As(os) camaradas do movimento estudantil da FCT/UNESP, por manterem viva a luta por uma outra Geografia, outra universidade, outra sociedade. Foi uma honra compartilhar o mesmo lugar que vocês nas trincheiras da já histórica greve de 2014.

Aos amigos de Kent – Ohio (USA), que tornaram aquela estada menos solitária!

Aos meus irmãos brasileiros lá fora, Alexandre Amormino (Lê), minha versão masculina, pelo grande coração, disponibilização da casa, discussões acadêmicas, saídas, amizade, lealdade. I love you SO MUCH, bro! E ao Rômulo Miranda (Rom), pelo carinho, amizade, por dividir tantos momentos.

To prof. Scott Sheridan, for the generosity and patience. I’ve learned a lot! You are a great researcher, I feel really honored to have worked under your supervision.

I would like to say “thank you SO MUCH” to my U.S. rugger family, Kent State Women’s Rugby (“KSU Women’s Rugby, we will kick your a**!!”) for the welcome, patience and generosity during my stay in Kent. It was a great pleasure and an honor to wear your jersey during the Fall 2013. Thanks for vibrate with me in every single try, in every new skill applied in the games, in every single dribbling. Thanks for put so much trust in my rugby skills. Thanks for so much support this foreign person here! You guys were and you are essentials in my trajectory. And I also will be your rookie forever! I am pretty sure we will meet again – in the Nationals! Yes, we can!

A (tia) Camylla Fonseca, que, de um jeito inusitado, chegou na reta final desse trabalho dando a leve certeza de que os melhores instantes, fatos, coisas e pessoas são aquelas que nos permitem ser feliz. Obrigada! <3

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP, pela excelente formação no nível de mestrado. Agradecimentos especiais para prof. Eda Goes e seus sempre cordiais e animados bate-papos. Obrigada pelo carinho! E para o João Osvaldo (J.O.), com quem tive a honra de estabelecer diversos diálogos sobre temas que nos são tão caros: epistemologia,

ontologia, método, conceitos de natureza. E mesmo sobre universidade, movimento sindical, AGB, movimento de área... Você sempre foi uma grande fonte de inspiração, e, ao chegar a Prudente, só pude constatar isso. Obrigada, João!

A Cinthia Onishi, pela grande parceria com os estudantes nos seus tempos de apuros nesses 30 meses de pós-graduação! Obrigada, Cinthia!

A Carla Maciel Salgado e Margarete Amorim, por aceitarem o convite da banca de qualificação e de defesa e contribuírem com tanta qualidade para o crescimento deste trabalho.

Ao CNPq, pelos 6 primeiros meses de remuneração/bolsa. A FAPESP, pela concessão da bolsa de pesquisa no país (MS) e fora do país (BEPE).

Por fim, ao Sant'Anna Neto, por ser uma das minhas maiores fontes de inspiração e referência. Seu compromisso político com os sentidos e funções da produção do conhecimento é algo raro hoje em dia. A Geografia do Clima esteve presente desde a escolha do tema até propriamente a escrita deste trabalho.

Ao João Lima, por confiar em mim desde o primeiro momento em que começamos a discutir o projeto de dissertação. Por me ensinar os “segundos passos” na pesquisa em Geografia do Clima, praticamente pegando em minha mão e me ensinando a andar. Por me mostrar os sentidos do papel do orientador (posição com a qual, aliás, sempre tive sorte). Por muitas vezes ser amigo e pai. Pela generosidade, lealdade e proteção, que vem desse coração enorme. Pelos whiskies e risos!

Obrigada por não se colocar no lugar do Sant'Anna Neto.

CIDADE LAGOA

Compositores: Cícero Nunes e Sebastião Fonseca
(Interpretada por Monica Salmaso)

Essa cidade, que ainda é maravilhosa
Tão cantada em verso e prosa
Desde o tempo da vovó

Tem um problema vitalício e renitente
Qualquer chuva causa enchente
Não precisa ser toró

Basta que chova mais ou menos meia hora
É batata, não demora
Enche tudo por aí

Toda cidade é uma enorme cachoeira
Que, da Praça da Bandeira,
Vou de lancha ao Catumbi

Que maravilha nossa linda Guanabara
Tudo enguiça, tudo para
Todo trânsito engarrafa

Quem tiver pressa, seja velho ou seja, moço
Entre n'água até o pescoço
E peça a Deus pra ser girafa

Por isso agora já comprei minha canoa
Pra remar nessa lagoa
Cada vez que a chuva cai

E se uma boa me pedir uma carona
Com prazer eu levo a dona
Na canoa do papai

LISTA DE SIGLAS

ASAS	Anti-ciclone subtropical do Atlântico Sul
CDO	<i>Climate Data Online</i>
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CHA	Chuva Acumulada
DM	<i>Dry Moderate</i> (seco moderado)
DP	<i>Dry Polar</i> (polar seco)
DT	<i>Dry Tropical</i> (seco tropical)
EC	Estação Chuvosa
EMC	Estação Menos Chuvosa
EM-DAT	<i>The International Disaster Database</i>
FE	Frente Estacionária
FF	Frente Fria
FPA	Frente Polar Atlântica
FQ	Frente Quente
FR	Frente Reflexa
IT	Instabilidade Tropical
mEc	Massa Equatorial Continental
MM	<i>Moist Moderate</i> (úmido moderado)
MP	<i>Moist Polar</i> (polar úmido)
mPa	Massa Polar Atlântica
mPt	Massa Polar Atlântica Tropicalizada
MT	<i>Moist Tropical</i> (tropical úmido)
MT+	<i>Moist Tropical Plus</i> (tropical úmido <i>plus</i>)
mTa	Massa Tropical Atlântica
mTaC	Massa Tropical Atlântica Continentalizada
mTc	Massa Tropical Continental
NCDC	<i>National Climate Data Center</i>
NDC	Número de Dias de Chuva
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OCL	Frente Oclusa
OMJ	Oscilação de Madden-Julian
ONU	Organização das Nações Unidas
Rep	Repercussões da Frente Polar Atlântica
SCU	Sistema Clima Urbano
SSC	<i>Spatial Synoptic Classification</i>
TR	<i>Transitional</i> (transicional)
UNISDR	<i>United Nations International Strategy for Disaster Reduction</i>
VCAN	Vórtice Ciclônico em Altos Níveis
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

RESUMO

A relação entre a variabilidade dos elementos do clima e as suas possíveis influências na vida nas grandes cidades constitui-se em uma das principais formas de abordagem para a compreensão dos impactos deflagrados a partir das suas dinâmicas. Dentre eles, para o mundo tropical, um dos elementos que mais é sentido no cotidiano da cidade são as chuvas. São inúmeros os transtornos que ela pode deflagrar, sobretudo em realidades metropolitanas de países de formação socioespacial como os da América Latina. É nesse contexto que esta dissertação, intitulada “Entre eventos e episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro”, tem como objetivo analisar a gênese das chuvas que causam repercussões na área de estudo em questão - no caso, são estudados os alagamentos. Ao utilizar como forma de abordagem a Geografia do Clima, buscou-se atrelar a realização de uma análise dos elementos atmosféricos em sua dinâmica (por meio da análise rítmica), junto com a identificação qualitativa dos alagamentos ocorridos no município do Rio de Janeiro. Para isso, recorreu-se a estudos históricos sobre a produção do espaço urbano, sua dinâmica e as alterações em suas formas “naturais”. Posteriormente, uma análise detalhada da variabilidade espaço-temporal das chuvas em diferentes escalas foi feita no sentido de identificar os principais sistemas atmosféricos geradores de eventos extremos de chuva. Num terceiro momento, buscou-se verificar os locais de ocorrência de alagamentos no município. Estabeleceu-se a realização de uma decomposição do processo de gênese tanto de eventos extremos (aqueles dias que apresentam limiares pluviométricos estatisticamente acima da média), e episódios extremos (aqueles dias em que as chuvas, intensas ou não, geraram repercussões no espaço urbano). Identificou-se que a Frente Polar Atlântica respondeu pela maior parte dos eventos e episódios extremos, seguida da Frente Estacionária e da Zona de Convergência do Atlântico Sul. Quanto às repercussões, considerou-se que nem todas as chuvas intensas deflagraram episódios. A ocorrência deles se encontra significativamente relacionada com as alterações históricas no sítio urbano, bem como os padrões de construção da cidade que refletem uma produção do espaço desigual e combinada no município do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: eventos extremos; episódios extremos; gênese das chuvas; produção do espaço; Rio de Janeiro.

ABSTRACT

The relationship between climate elements' variability and its possible influences on life in big cities is one of the main ways to approach the understanding of impacts. Rainfall is, in the tropical world, a felt element in the daily life. Disorders can be triggered, particularly in metropolitan realities in Latin America' socio-spatial formation countries. Following this way, this dissertation, entitled "Between events and episodes: the exceptionalities of rain and flooding in Rio de Janeiro' urban space" aims to analyze the rain genesis that cause repercussion in the study area in question – floods are studied. Atmospheric elements' analysis were performed by its dynamics, (through rhythm analysis), with qualitative flooding identification in Rio de Janeiro using Geography of Climate as a way of approaching. Historical studies on the production of urban space, its dynamics and natural forms changes were made. In addition, spatial-temporal rainfall variability at different scales in detail was made to identify the atmospheric systems main generators of extreme rainfall. Thirdly, sites of flooding' occurrence were determined. An extreme events (days with rainfall above average) and extreme episodes (days with repercussion in urban space, no necessarily with intense rainfall) decomposition of its genesis was performed. Atlantic Polar Front was accounted for most of extreme events and episodes, followed by Stationary Front and the Convergence Zone of the South Atlantic. Not all heavy rains triggered episodes. Changes in urban site, as well as patterns of city building are related to episodes' occurrence and reflects an uneven and combined production of urban space in Rio de Janeiro city.

Key words: extreme events; extreme episodes; rain genesis; production of space; Rio de Janeiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Número de ocorrências de inundações por país (1974 – 2003).	24
Figura 2: Distribuição espacial dos telepluviômetros sobre mapa hipsométrico do município do Rio de Janeiro	37
Figura 3: Zoneamento da cidade do Rio de Janeiro e listagem de bairros (2010).	47
Figura 4: Identificação das áreas de fundação da cidade do Rio de Janeiro sobre prancha cartográfica histórica do Rio Antigo (século XVI).	49
Figura 5: Expansão urbana a partir do Morro do Castelo, com aterro de pântanos e alagadiços, já no século XVII.	50
Figura 6: Localidades aterradas até o século XIX. Verifica-se a predominância de aterros na Zona Central da cidade do Rio de Janeiro.	52
Figura 7: Sequencia das modificações na região do Porto do Rio de Janeiro (respectivamente: 1608, 1710, 1817 e 2002).	56
Figura 8: Localidades fisiograficamente alteradas entre o século XVI e XX no Rio de Janeiro. Verifica-se a predominância das áreas litorâneas.	59
Figura 9: Mapa de hipsometria, hidrografia e sub-bacias hidrográficas.	60
Figura 10: Sequencia das modificações na orla da praia de Copacabana (respectivamente: 1893, 1927, 1956 e 2007).	62
Figura 11: Perfil dos processos de enchente e inundações	71
Figura 12: Os climas do Rio de Janeiro segundo o IBGE	93
Figura 13: Regime de ventos para Janeiro, Abril, Julho e Outubro no Rio de Janeiro.	97
Figura 14: Regime de precipitação (média mensal) para Janeiro, Abril, Julho e Outubro no Rio de Janeiro.	99
Figura 15: Regime de precipitação (média sazonal/do trimestre) para verão, outono, inverno e primavera no Rio de Janeiro.	101
Figura 16: Média de precipitação na série histórica (1999-2010)	106
Figura 17: Média dos Números de Dias de Chuva (1999-2010) no município do Rio de Janeiro.	110
Figura 18: Distribuição espacial das médias mensais de chuva (1999-2010) no município do Rio de Janeiro.	116
Figura 19: Postos pluviométricos representativos utilizados para a análise em escala horária.	117
Figura 20: Chuva acumulada nos anos-padrão (respectivamente 1999, 2006 e 2010) no município do Rio de Janeiro.	128
Figura 21: Chuva acumulada – CHA, em 2011 e 2012 no município do Rio de Janeiro.	130
Figura 22: Quantidade de citações por bairro nos anos analisados (1999, 2006, 2010, 2011 e 2012).	218

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Total de desastres registrados entre 1900 e 2012, segundo categorias (Climatológicos, Meteorológicos, Hidrológicos, Geofísicos e Biológicos)	23
Gráfico 2: Número de desastres relacionados ao clima ao redor do mundo (1980-2011)	25
Gráfico 3: Fluxograma, apresentando as chaves de análise presentes na dissertação.	29
Gráfico 4: Elementos do clima segundo a normal climatológica 1961-1990	94
Gráfico 5: Precipitação mensal e máxima em 24h (valores médios da normal climatológica) no Rio de Janeiro.	95
Gráfico 6: Regime de precipitação (média mensal) no Rio de Janeiro.	100
Gráfico 7: Porcentagem de ocorrência de cada situação sinótica (mensal) – Estação do Aeroporto do Galeão. (DP – polar seco; DM – seco moderado; DT – tropical seco; MP – polar úmido; MM – úmido moderado; MT – tropical úmido; MT+ - tropical úmido plus; TR – transicional)	105
Gráfico 8: Painel de chuva acumulada anual no município do Rio de Janeiro (1999-2010), segundo zoneamento (De Sepetiba a Cidade de Deus – Zona Oeste; de Anchieta a Sumaré – Zona Norte; de Itanhangá a Laranjeiras – Zona Sul; de GeoRio a Santa Teresa – Zona Central).	108
Gráfico 9: Painel - totais de Números de Dias de Chuva – NDC - no município do Rio de Janeiro, segundo zoneamento (De Sepetiba a Cidade de Deus – Zona Oeste; de Anchieta a Sumaré – Zona Norte; de Itanhangá a Laranjeiras – Zona Sul; de GeoRio a Santa Teresa – Zona Central).	109
Gráfico 10: Desvios percentuais por posto pluviométrico (1999-2010) no município do Rio de Janeiro.	111
Gráfico 11: Número de passagens frontais por ano no município do Rio de Janeiro	112
Gráfico 12: Soma das médias mensais de precipitação da série histórica, em trimestres	113
Gráfico 13: Gráfico de superfície – média mensal da série histórica (todos os postos) no Rio de Janeiro (precipitação em milímetros).	114
Gráfico 14: Desvio padrão mensal nos anos da série histórica	115
Gráfico 15: Porcentagem de chuva por período do dia – respectivamente, postos a sotavento (Santa Cruz, Bangu, Penha e Tijuca) e a barlavento (Grota Funda, RioCentro e Vidigal).	118
Gráfico 16: Média das chuvas por hora do dia – respectivamente, postos a sotavento (Santa Cruz, Bangu, Penha e Tijuca) e a barlavento (Grota Funda, RioCentro e Vidigal).	120
Gráfico 17: Identificação dos anos-padrão através dos dados dos postos pluviométricos no Rio de Janeiro – desvio padrão	124
Gráfico 18: Identificação dos anos-padrão – agrupamento em Ward (distância euclidiana)	126
Gráfico 19: Eventos extremos por ano-padrão	129
Gráfico 20: Quantidade de extremos por mês do ano (respectivamente, 2011 e 2012) no Rio de Janeiro.	130
Gráfico 21: Tipo e frequência dos sistemas geradores de eventos extremos de chuva	190
Gráfico 22: Distribuição de eventos por mês, nos anos analisados (1999, 2006, 2010, 2011 e 2012)	191
Gráfico 23: Tipo e frequência dos sistemas geradores de episódios extremos de chuva	216

Gráfico 24: Distribuição de eventos por mês, nos anos analisados (1999, 2006, 2010, 2011 e 2012) 217

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definição dos telepluviômetros do município do Rio de Janeiro utilizados para rebatimento	39
Quadro 2: Fórmulas para definição dos anos-padrão segundo técnica do desvio-padrão	40
Quadro 3: Limites de classe para definição dos anos-padrão segundo técnica dos quantis	41
Quadro 4: Métodos hierárquicos de agrupamento segundo valores de correlação cofenética	42
Quadro 5: Valores adotados para precipitação mínima considerada como chuva intensa	74
Quadro 6: Síntese dos principais sistemas atmosféricos atuantes no Brasil (padrões de circulação secundária)	83
Quadro 7: Valores utilizados para a definição dos tipos de tempo segundo SSC (para as siglas: DM – Seco Moderado; DP – Seco Polar; DT – Seco Tropical; MM – Úmido Moderado; MP – Úmido Polar; MT – Úmido Tropical).	103
Quadro 8: Identificação dos anos-padrão – percentis	125

LISTA DE PRANCHAS

Prancha 1: Evento do dia 15 de Janeiro de 1999	133
Prancha 2: Evento do dia 09 de Abril de 1999	135
Prancha 3: Evento do dia 04 de Janeiro de 2006	137
Prancha 4: Evento do dia 10 de Fevereiro de 2006	139
Prancha 5: Evento do dia 26 de Março de 2006	142
Prancha 6: Evento do dia 23 e 24 de Maio de 2006	144
Prancha 7: Evento do dia 29 de Agosto e 04 de Setembro de 2006	147
Prancha 8: Evento do dia 07 de Outubro de 2006	149
Prancha 9: Evento do dia 14 de Novembro de 2006	152
Prancha 10: Evento do dia 21 de Dezembro de 2006	154
Prancha 11: Evento do dia 15 e 22 de Janeiro de 2010	156
Prancha 12: Evento do dia 01 de Junho de 2010	159
Prancha 13: Evento do dia 17 de Julho de 2010	161
Prancha 14: Evento do dia 28 de Fevereiro de 2011.	163
Prancha 15: Evento do dia 15 de Março de 2011.	166
Prancha 16: Evento do dia 14 de Setembro de 2011.	168
Prancha 17: Evento do dia 13 de Novembro de 2011.	170
Prancha 18: Evento do dia 8 a 26 de Dezembro de 2011.	173
Prancha 19: Evento do dia 01 a 10 Janeiro de 2012.	176
Prancha 20: Evento do dia 04 de Março de 2012.	178
Prancha 21: Evento do dia 04 de Abril de 2012.	180
Prancha 22: Evento do dia 30 de Abril de 2012.	182
Prancha 23: Evento do dia 05 de Agosto de 2012.	184
Prancha 24: Evento do dia 26 de Setembro de 2012.	186
Prancha 25: Evento do dia 21 de Outubro de 2012.	188
Prancha 26: Episódio do dia 12 de Março de 1999	193
Prancha 27: Episódio do dia 27 de Janeiro de 2006	195
Prancha 28: Episódio do dia 17 de Abril de 2006	198
Prancha 29: Episódio do dia 25 de Fevereiro a 17 de Março de 2010.	200
Prancha 30: Episódio do dia 30 de Março a 07 de Abril de 2010.	203
Prancha 31: Episódio do dia 26 e 27 de Outubro de 2010.	205
Prancha 32: Episódio do dia 05 de Dezembro de 2010.	207
Prancha 33: Episódio do dia 27 de Dezembro de 2010.	209
Prancha 34: Episódio do dia 11 a 18 de Janeiro de 2011.	211
Prancha 35: Episódio do dia 24 a 26 de Abril de 2011.	213
Prancha 36: Episódio do dia 13 de Dezembro de 2012.	215

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	21
Da estrutura da dissertação	32
Dos procedimentos metodológicos	35
CAPÍTULO 1 – DOS LUGARES	44
1.1. Da urbanização no Rio de Janeiro: entre a natureza e a história	46
1.1.1. Rio de Janeiro pré-século XIX	48
1.1.2. Rio de Janeiro a partir do século XIX	53
1.2. Sobre vulnerabilidade, risco e episódios extremos	64
1.2.1. As geografias da vulnerabilidade e do risco	64
1.2.2. Uma reflexão sobre inundações, alagamentos e episódios extremos	69
CAPÍTULO 2 – DE SEUS CLIMAS (e, principalmente, de sua chuva)	78
2.1. Dos climas da Geografia a Geografia do Clima	79
2.1.1. Pelo que há de geográfico no Clima	79
2.1.2. O que há de meteorológico no Clima: a matriz estadunidense e a Classificação Sinótico-Espacial – SSC	86
2.1.3. Em busca pelo que, do clima, interessa a Geografia	89
2.2. O clima do Rio de Janeiro	92
2.2.1. Caracterização climática	92
2.2.2. Da gênese das chuvas	98
2.2.3. Classificação segundo o SSC	103
2.3. As chuvas no período recente (1999-2010)	106
2.3.1. Das chuvas anuais/sazonais	106
2.3.2. Das chuvas sazonais/mensais	113
2.3.3. Das chuvas diárias/horárias	117
CAPÍTULO 3 – DAS EXCEPCIONALIDADES: EVENTOS E EPISÓDIOS	122
3.1. Da definição dos anos-padrão	123
3.1.1. Desvio padrão	123
3.1.2. Percentis	124
3.1.3. Agrupamento em Ward	125
3.2. Dos eventos extremos e de sua gênese	127
3.2.1. No ano-padrão SECO de 1999	132
3.2.2. No ano-padrão HABITUAL de 2006	136
3.2.3. No ano-padrão CHUVOSO de 2010	155
3.2.4. Nos anos de 2011/2012	162
3.3. Dos episódios e de sua gênese	192
3.3.1. No ano-padrão SECO de 1999	192
3.3.2. No ano-padrão HABITUAL de 2006	194
3.3.3. No ano-padrão CHUVOSO de 2010	199
3.3.4. Nos anos de 2011/2012	210
CONSIDERAÇÕES FINAIS	220

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	228
ANEXO I	237
ANEXO II	238

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Nos últimos tempos, os impactos relacionados aos processos e dinâmicas do tempo e do clima têm estado cada vez mais em pauta, e são discutidos nos âmbitos político, econômico e ambiental. O debate sobre a interferência das atividades humanas no clima e de que forma essa relação interfere no *modus vivendi* das sociedades, sobretudo em grandes aglomerações urbanas, tem sido realizado numa perspectiva global.

A abordagem de episódios relacionados à dimensão ambiental vem se destacando ao longo dos anos. A partir da década de 1970, a conferência de Estocolmo (1972) trouxe o protagonismo das causas e consequências das atividades humanas em relação à natureza (PORTO-GONÇALVES, 2006). Verbetes como qualidade de vida, os variados tipos de poluição, fontes de energia limpa, pegada ecológica e desenvolvimento sustentável vêm entrando na pauta quando o se trata de meio ambiente. Dentro desta seara, o que tem adquirido destaque são os desastres ou catástrofes atrelados à chamada dimensão natural.

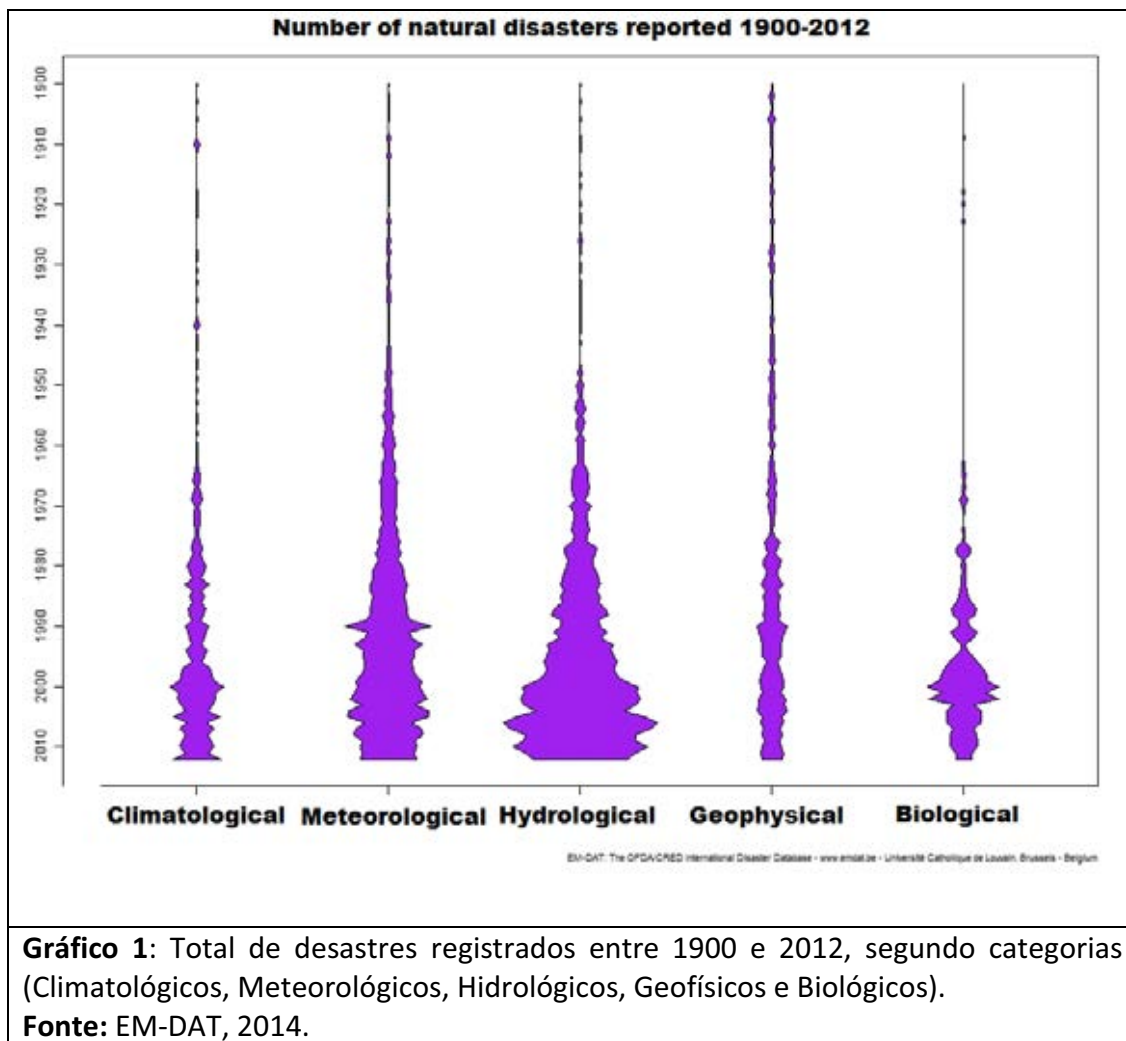
Em consulta ao banco de dados do *Emergency Events Database* - EM-DAT (2014), verifica-se que o número de desastres reportados e registrados aumentou sensivelmente a partir da década de 1970. Considera-se que a inserção das então novas tecnologias computacionais, com o maior número de áreas sob medição e a possibilidade de se analisar esses dados em rede, pode ter auxiliado esse processo (gráfico 1).

O relatório anual estatístico do EM-DAT (2012) descreveu as definições dos tipos de desastre natural, segundo subgrupos. De acordo com a sua classificação, os desastres **geofísicos** seriam aqueles originários da dinâmica interna do planeta Terra, como terremotos, vulcões, movimentos de massa (sem interferência das chuvas ou de outros fatores de interferência externa). Os **meteorológicos**, eventos causados por processos atmosféricos de pequena duração e em meso-escala, num espectro de minutos para dias (grandes tempestades, por exemplo). Os **climatológicos** seriam causados por processos de longa duração em meso e macro-escala. Eles são compreendidos dentro da dinâmica da variabilidade climática intra-sazonal até multi-decadal, como a ocorrência de temperaturas extremas, secas e incêndios. Os desastres naturais definidos como **biológicos** são aqueles causados pela exposição de organismos vivos a substâncias tóxicas e bactérias nocivas. Epidemias, infestação de insetos, debandada de animais são exemplos dessa categoria.

Dentre todos esses tipos de desastre, a maior parte daqueles reportados se encontra nas categorias **hidrológica**. O EM-DAT (2012) define como desastres hidrológicos como

aqueles causados por desvios no “ciclo natural da água” e/ou transbordamento de corpos d’água (inundações e movimentos de massa ligados a chuvas)¹.

Nessa categoria, ainda, estão às inundações rápidas (*flash floods*), alagamentos e enchentes, episódios amplamente conhecidos na realidade tropical.



No que se refere à distribuição espacial dos desastres em geral ao redor do mundo, números absolutos mostram que os países mais afetados se encontram no Sudeste Asiático,

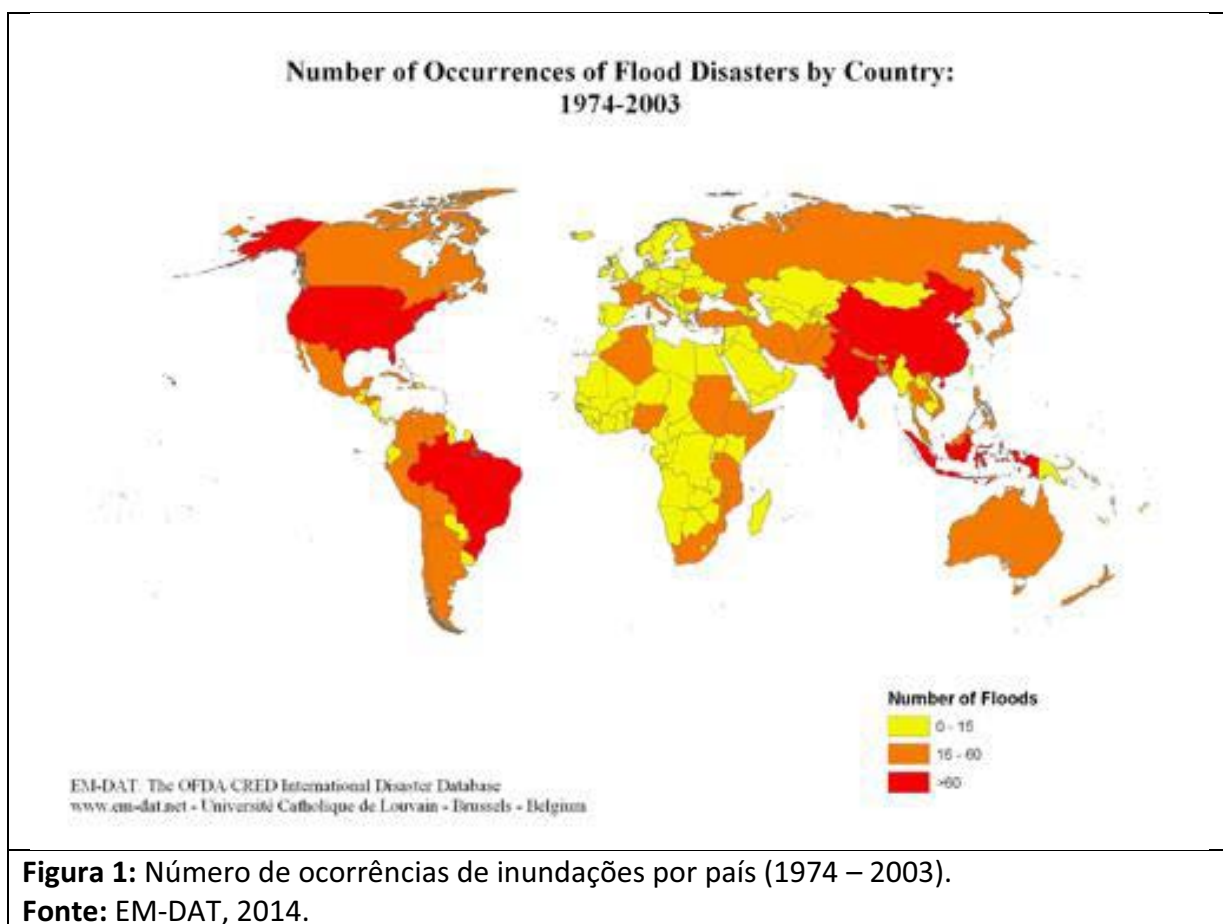
¹ Respectivamente:

- *Geophysical* – events originating from solid earth. Main types: earthquake, volcano, mass movement – dry;
- *Meteorological* – events caused by short-lived/small to meso scale atmospheric processes (in the spectrum from minutes to days). Main types: Storm;
- *Hydrological* – events caused by deviations in the normal water cycle and/or overflow of bodies of water caused by wind set-up. Main types: flood, mass movement – wet;
- *Climatological* – events caused by long-lived/meso to macro scale processes (in the spectrum from intra-seasonal to multi-decadal climate variability). Main types: extreme temperature, drought, wildfire;
- *Biological* – disaster caused by the exposure of living organisms to germs and toxic substances. Main types: epidemic, insect infestation, animal stampede (EM-DAT, 2012, p. 7).

nas ilhas da Oceania, Estados Unidos e Brasil. Um olhar mais atento aos diferentes tipos de desastres mostra que aqueles ligados a **inundações** (reportados em maior número desde a década de 1970), tem ocorrência frequente em países nas faixas tropicais (figura 1).

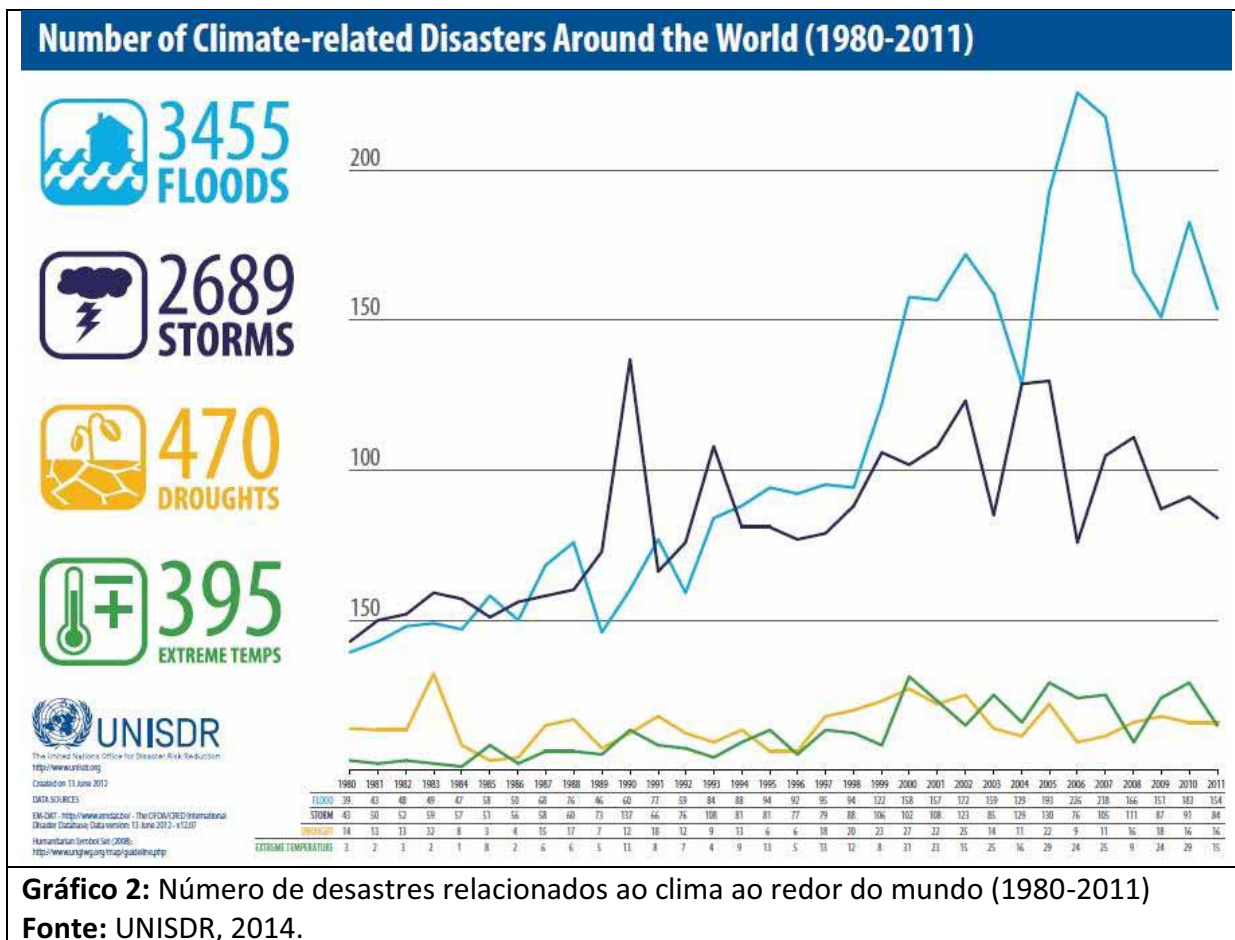
Para esta agência, os critérios objetivos adotados para a definição de um desastre consideram a ocorrência de um dos elementos abaixo:

- 10 ou mais óbitos;
- 100 ou mais pessoas afetadas;
- declaração de estado de emergência;
- pedido de auxílio internacional.



Ao alegar o reconhecimento do aumento do número de pessoas afetadas por desastres naturais, a Organização das Nações Unidas – ONU, fundou, no ano 2000, o *United Nations International Strategy for Disaster Reduction* - UNISDR. O UNISDR se constitui em uma força-tarefa interna, um secretariado que reúne uma série de países em comitês regionais para a construção de estratégias com vistas à redução ou mitigação dos desastres

naturais. Por meio de encontros bianuais, os países se reúnem regionalmente para discutir políticas e práticas voltadas ao desenvolvimento de soluções para os desastres (UNISDR, 2014). Essa agência também identifica os problemas relacionados a inundações como um dos mais frequentes no mundo (gráfico 2).



Nos dados da UNISDR observa-se que, a partir de meados dos anos 1990, existe uma intensificação do número de inundações e alagamentos reportados. Nos anos recentes, houve um pico no ano de 2006 (que apresentou acima de 200 ocorrências), e outro no ano de 2010 (aproximadamente 180 ocorrências de inundações).

Pesquisadores interessados em discutir e analisar os desastres no âmbito da América Latina fundaram de forma pioneira no ano de 1992 na Costa Rica a *La Red – Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina*. Essa rede reúne pesquisadores de várias partes da América Latina que, baseados na teoria da Gestão do Risco, definiram como um de seus princípios básicos:

La investigación debe estar ubicada conceptualmente dentro de un marco en el cual se defina la problemática de los desastres como un problema no resuelto del desarrollo, bajo el precepto de que los desastres no son un problema de la naturaleza per se, sino más bien un problema de la relación entre lo natural y la organización y estructura de la sociedad. En consecuencia, la investigación debe partir del principio de que los desastres no son un problema independiente coyuntural o excepcional sino, tanto en su causalidad como en términos de las opciones reales y viables de ser superados, algo que atañe a la sociedad y los procesos de desarrollo en sí (LA RED, p. 3, 1992).

A perspectiva do estudo dos desastres, segundo os pesquisadores do grupo, situa-se principalmente na análise do que são, segundo eles, as formas de organização e estruturação da sociedade. O problema, então, deixa de residir puramente na natureza, com o incentivo a uma reflexão sobre as formas de atuação de diversos grupos sociais e poder público não apenas na identificação das áreas de maior vulnerabilidade, mas principalmente no gerenciamento do risco.

Ao redor do mundo, várias tentativas de adaptação, ou mesmo de mitigação, a esses episódios, tem sido o carro chefe das políticas públicas atreladas à dimensão ambiental, principalmente nas cidades dos países chamados de economia central. São propostas uma série de adaptações às condições ambientais das cidades. As características do sítio urbano, disponibilidade dos recursos naturais e mesmo as possibilidades de ocorrência de desastre são consideradas na viabilização da estabilidade dessas cidades, principalmente no que diz respeito à infraestrutura de novas construções e zoneamento territorial.

Entretanto, nos países da América Latina, o quadro é um pouco diferente. A quase inexistente consideração das características físicas do terreno sobre os quais a cidade está edificada, junto a um processo de urbanização que teve como carro-chefe a valorização do solo urbano e a praticamente ausência de uma política de Estado que possa permitir que as populações residam em áreas pouco vulneráveis torna essa situação um tanto quanto complexa (SATTERTHWAITE *et. al*, 2009).

Segundo Satterthwaite *et. al* (2009), as políticas públicas urbanas geralmente viabilizam o **aumento** da vulnerabilidade da população pobre aos desastres relacionados ao clima, mais do que reduzem-na. O que existe, na verdade, é uma relação antagônica entre a governança urbana e os grupos de baixa renda. Para eles, é um fato que o planejamento urbano e as normatizações, legislação e gerenciamento do zoneamento urbano apenas

servem para aqueles que têm o poder, e serão utilizados como instrumento para evitar que os grupos mais pobres possam ter alguma participação para alterarem as suas condições de sobrevivência e, conseqüentemente, de adaptação aos desastres. Assim, para os autores, a chave está na compreensão de como o processo de urbanização criou ou exacerbou os riscos à variabilidade climática². Essa perspectiva pode ser verificada, guardadas as suas especificidades, na ocorrência de desastres relacionados ao clima no Brasil.

Grandes tragédias relacionadas a impactos hidrometeorológicos foram registradas na história do país. No mês de Janeiro de 1967, ocorreu um episódio extremo que desencadearia aquele que viria ser um dos maiores desastres da história do país. Com precipitação intensa desde o litoral norte de São Paulo até o Rio de Janeiro, foi neste último onde ocorreram significativos deslizamentos de terra. O desastre da Serra das Araras (município de Piraí – RJ) foi um dos mais marcantes não só em termos de volume de chuva precipitada, mas também em número de vítimas. Só na cidade do Rio de Janeiro, foram registrados cerca de 558mm em 48h no posto pluviométrico da Tijuca. Estima-se que mais de 1500 óbitos tenham ocorrido por conta dos deslizamentos (SERRA, 1970b). Neste mesmo ano, a cidade de Caraguatatuba – SP também foi palco de um intenso deslizamento de terra que vitimou cerca de 400 pessoas.

Analisando as chuvas intensas na Guanabara, Serra (1970b) também elege o ano de 1967, especificamente seu verão, para detalhamento dos fenômenos meteorológicos atuantes que marcaram este como um dos anos com elevados totais de precipitação. Ao ater-se ao mês de fevereiro, o autor identifica um episódio no qual cerca de 300mm de precipitação em 48h foi registrado nos postos da Praça XV, Gávea e Laranjeiras (eixo Centro – Zona Sul do Rio de Janeiro). A origem, segundo ele, veio de uma Frente Polar Atlântica de avanço relativamente lento sobre o Rio de Janeiro, que ainda contou com um reforço de Massa Polar, o que causou numerosos transtornos especialmente na Zona Sul da cidade.

Em períodos contemporâneos, a tragédia do vale do Itajaí - SC, no ano de 2008, e mais recentemente a de Niterói - RJ (2010) e Rio de Janeiro - RJ (2010, 2011) - que são

² *The key here is to understand how the processes that shape urbanization create or exacerbate risk-to climate variability, to the direct and less direct impacts of climate change and to other hazards unrelated to climate change or variability. (...) There's also not much point in discussing how to adapt urban planning and its regulatory framework to reduce people's vulnerability to climate change when planning and regulation enforcement will only serve those with power and will be used to evict and dispossess poorer groups whenever it serves those in power to do so (SATTERTHWAITE et al, 2009, p. 7-8).*

analisados neste trabalho – demonstraram ser mais complexa a compreensão da relação entre precipitação e suas consequências espaciais. Nos últimos tempos, os impactos desencadeados por chuvas, principalmente em áreas urbanas, acabaram por selar a necessidade de auxílio, por parte de diversas esferas da sociedade, em lidar com esse problema.

No caso brasileiro, no ano de 2011 foi fundado o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais - CEMADEN. Com sede inicial em Cachoeira Paulista, o Centro foi realocado em São José dos Campos em 2013 e atua como parte da estratégia do Governo Federal, principalmente a partir da criação da Força-Tarefa Nacional de prevenção de desastres naturais. Essa força pode ser sumarizada em uma série de medidas de identificação, controle, mitigação, na tentativa de resolução dos problemas relacionados aos desastres desencadeados pelas chuvas³.

Em linhas gerais, a temática dos desastres é abordada, quase em sua totalidade, em relação à precipitação, principalmente quando se fala em lugares situados na faixa tropical, na qual a chuva é uma forte característica. Essas mazelas, em sua grande parte, são creditadas à mudança climática, que é noticiada como tendo influência praticamente direta enquanto causa e consequência das atividades urbanas e industriais desordenadas.

Reflexo disso é que, nos grandes centros urbanos de ambientes tropicais, a associação entre as chuvas e episódios como alagamentos, inundações e deslizamentos tem sido noticiada praticamente como aquém da complexidade gerada a partir da relação entre a dimensão climática e as dinâmicas de produção do espaço. Como se as chuvas, independente de sua natureza e intensidade, fossem a causa de todo o problema pelos transtornos, perdas materiais e humanas ocorridas nos espaços urbanos.

A mídia (impressa e digital), por vezes, enfatiza a dimensão da tragédia de forma sensacionalista ao atribuir a “culpa” às chuvas ou a segmentos da sociedade residentes naquelas chamadas “áreas de risco”.

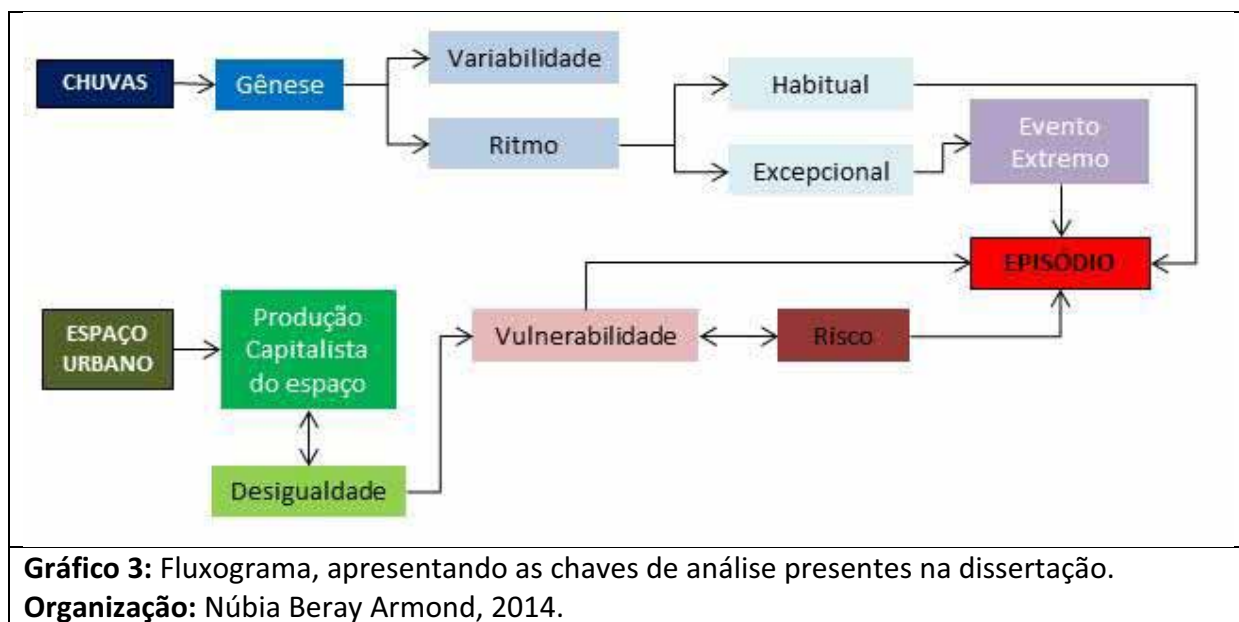
Instituições no interior do poder público, muitas vezes atrelados aos grandes meios de comunicação, também se utilizam de abordagens fatalistas e acabam por evitar a discussão sobre o que seriam os fatos geradores dos problemas: processos de intervenção no espaço urbano que levam em consideração o interesse de poucos em detrimento da

³ Informações extraídas das seguintes notícias: <http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2012/01/governo-decide-criar-forca-tarefa-para-prevencao-de-desastres-naturais.html>

necessidade de muitos. Certos episódios extremos fazem recordar, que orações ao São Pedro, conhecido no âmbito do catolicismo por possuir as chaves das “portas dos céus” e terem lhe atribuído, portanto, o poder de ser o “santo da chuva”, foram solicitadas para que a chuva cessasse.

Entretanto, a questão da relação entre as chuvas e os transtornos socioambientais no espaço urbano não se dá de forma linear, tampouco teológica. As perdas materiais e humanas desencadeadas a partir de episódios de chuvas, especialmente no verão (período de pluviosidade mais significativa em nossa estação chuvosa), não podem e nem devem ser compreendidas e explicadas a partir da dinâmica de uma natureza que, segundo Porto-Gonçalves (2006), não é mais “natural”.

Considera-se que o arcabouço teórico-metodológico que a ciência geográfica possui para a análise da realidade relaciona diversas variáveis em sua dimensão espacial para o estudo da produção do espaço em sociedade. A Geografia pode auxiliar a pôr em relevo a complexidade e as contradições inerentes à relação entre chuvas e espaço urbano.



A complexidade demandada por essa relação possui, de forma inerente, uma dimensão espacial. Os desastres relacionados à chuva nas cidades faz emergir a sua geografia, principalmente quando se observa, para além dos dados pluviométricos, aqueles atrelados ao planejamento urbano e as áreas periféricas ou menos privilegiadas da cidade. A lógica das reflexões existentes na presente dissertação segue o padrão identificado no fluxograma (gráfico 3).

Parte-se do pressuposto que a produção do espaço urbano se dá de forma desigual, e a cidade acaba expressando esse processo. A cidade, com suas construções, seus fixos, suas formas, é edificada segundo uma lógica de (re)produção do espaço urbano que dificilmente privilegia a sociedade de uma forma equitativa. Aqueles locais mais insalubres do ponto de vista da saúde ambiental, muito próximos de córregos e corpos d'água, ou mesmo as encostas, acabam sendo a única alternativa restante para a parcela da sociedade que sofre de forma mais significativa com a especulação imobiliária e demais formas hegemônicas de produção da cidade.

A reprodução da vida dessas camadas da população acaba por sobrepujar a preocupação com a dimensão espacial da sua própria existência (no que se refere à moradia principalmente). Assim, acaba sendo “comum” que, em todo verão, pessoas percam pertences, casas inteiras e mesmo que óbitos ocorram.

Assim, a relação entre urbanização e excepcionalidades, em suas múltiplas dimensões e escalas, é um processo relevante para o presente estudo.

Intitulada “Entre eventos e episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no município do Rio de Janeiro”, a pesquisa teve como objetivo a realização de uma análise eminentemente geográfica sobre as chuvas que deflagram transtornos (alagamentos e inundações) no espaço urbano do Rio de Janeiro. Tem como pano de fundo a perspectiva da relação indissociável entre as dimensões da natureza e da produção do espaço na análise do fenômeno climático em áreas urbanas, transversalizada a partir das escalas. Tomam-se aqui as premissas propostas por Sant'Anna Neto (2001b, 2008 e 2013), que compreende o Clima, na escala do urbano, enquanto produção social.

Considera-se que a sucessão habitual dos tipos de tempo é sentida e vivida pela sociedade na escala do ritmo. É na escala do ritmo que o tempo se materializa, se espacializa e se historiciza. O tempo é, portanto, a manifestação, realização material e parte constituinte do clima, que é compreendido na dimensão da abstração, como teoria (SANT'ANNA NETO, 2001a). O clima constitui-se no tempo em história. Sendo assim, o ritmo é a escala, por excelência, em que se dá a interação entre a dinâmica atmosférica e a dimensão social.

Isso é o que se busca demonstrar nas formas de análise presentes no trabalho, a partir de vários estudos, como os realizados por Brandão (1987, 2003, 2005) para o Rio de

Janeiro, Oliveira e Hermann (2005) para Santa Catarina, Gonçalves (2003) para Salvador, dentre outros, quando da análise da relação entre espaço urbano e chuvas intensas.

A conexão entre esses dois elementos acabou por demandar uma análise histórica das transformações do espaço urbano carioca. As particularidades do sítio urbano do Rio de Janeiro são exemplificadas através de elementos como suas diferentes cotas altimétricas em diferentes pontos da cidade, principalmente no que se refere à mudança rápida do gradiente altimétrico em uma curta distância. Essas especificidades são vistas também na sua localização costeira e na densa rede hidrográfica presente na cidade. Dentre outras características, considera-se que o Rio de Janeiro apresenta uma espacialidade peculiar das chuvas.

Entretanto, as formas pelas quais os sujeitos e agentes sociais vêm produzindo o espaço na cidade através dos anos é fundamental, pois muitos dos transtornos relacionados às chuvas na cidade do Rio de Janeiro são recorrentes e podem ter sua gênese atribuída às intensas modificações fisiográficas operadas no sítio urbano carioca, como aterros de antigas áreas de manguezais, de canais e a implosão de morros. Essas especificidades fazem com que até mesmo as chuvas de pouca intensidade possam desencadear transtornos significativos na área urbana.

Em outras palavras: saber sob quais condições atmosféricas os episódios de inundações e alagamentos ocorre é de elevada importância. Sistemas como a Frente Polar Atlântica - FPA, a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS e demais sistemas atmosféricos contribuem de forma significativa na produção de chuvas de considerável volume sobre a cidade do Rio de Janeiro. Porém, identificar os locais nos quais esses episódios acontecem, e o porquê da sua ocorrência nesses locais, reflete a sua geograficidade e a importância da abordagem geográfica. A perspectiva da produção do espaço, assim, adquire centralidade na análise geográfica do clima e, por isso, a exploramos ao longo do texto.

Análises estatísticas descritivas e multivariadas, a inserção de técnicas de classificação de sistemas atmosféricos em “situações sinóticas” (KALKSTEIN *et al*, 1998; SHERIDAN, 2002), a análise rítmica (MONTEIRO, 1969; 1971) e a utilização de uma “cartografia histórico-geográfica” do Rio de Janeiro foram recursos metodológicos utilizados em função da perspectiva analítica da Geografia do Clima neste trabalho.

Da estrutura da dissertação

No desenvolvimento da dissertação, propôs-se uma estruturação dividida em três capítulos.

O primeiro capítulo, intitulado “**Dos lugares**”, teve como objetivo apresentar as implicações socioambientais do processo histórico de urbanização no Rio de Janeiro. Como se trata de uma região metropolitana, extremamente edificada, com densidade populacional elevada e, principalmente, com uma dinâmica urbana complexa, uma breve leitura de referenciais sobre a produção do espaço foi realizada. Sua localização entre a serra e o mar, com significativos gradientes de altitude atrelados à sua urbanização evidenciou a necessidade de um estudo aprofundado sobre essas dinâmicas. A existência de áreas vulneráveis a inundações e alagamentos na cidade do Rio de Janeiro trouxe à tona a necessidade de se considerar as diferenças intra-urbanas que contribuem para esse processo.

Antes de se proceder detalhadamente a análise, foi apresentado os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho. Esse tópico trouxe, basicamente, as formas pelas quais a dissertação foi construída, tanto em relação às técnicas quanto a estruturação dos referenciais teóricos. Técnicas estatísticas, como estatística descritiva, programas de geoprocessamento e edição de imagens foram usadas para a construção das representações visuais. Notícias veiculadas no jornal “O Extra” foram utilizadas como suporte qualitativo à análise, por se tratar de um jornal de considerável circulação na cidade e que tem significativa veiculação nas classes populares. Notícias da mídia digital também foram utilizadas como recurso qualitativo para a análise dos locais afetados.

Para a caracterização da área de estudo, abordaram-se não apenas os seus aspectos climáticos – campo de estudos no qual se insere este trabalho, mas a ocupação urbana do Rio de Janeiro foi descrita e discutida historicamente segundo seus aspectos sócio-espaciais através das alterações na paisagem.

Após, foram discutidos os conceitos de vulnerabilidade e risco. Admitiram-se os dois conceitos neste trabalho, pois se compreende que os locais mais vulneráveis a episódios de natureza hidro-climática na cidade são produtos sócio-históricos de um processo urbanização que relega às camadas menos abastadas da população as áreas mais susceptíveis a eventos como alagamentos, deslizamentos e afins. A vulnerabilidade, nesse

contexto, é entendida como medida do risco (VEYRET, 2007). Neste trabalho, a vulnerabilidade e o risco foram relacionados aos desastres de dimensão climática, especificamente as inundações na perspectiva do EM-DAT (*flash floods*).

A análise do município do Rio de Janeiro, realizada a partir de uma matriz conceitual que considera as dinâmicas sociais em associação aquelas de natureza climática, se encaixou na perspectiva da Geografia do Clima. Assim, o capítulo 2, intitulado “**De seus climas (e, principalmente, de sua chuva)**”, foi iniciado com a apresentação da proposta de Sant’Anna Neto (2001a, 2001b, 2008, 2013). Essa base teórica foi utilizada, principalmente, para os estudos do clima enquanto fenômeno geográfico ao partir das contradições inerentes à produção do espaço urbano.

Após discussão sobre as escalas geográficas do clima e a definição da escala de análise utilizada no trabalho (ritmo), foi realizada a caracterização climática e, principalmente, das chuvas, da área de estudo, baseada nas classificações do IBGE, de Serra e Ratisbonna (1941), Serra (1970a), Sant’Anna Neto (2005).

A caracterização das chuvas na série histórica em estudo (1999-2010 – 2011-2012), também foi apresentada em sua dinâmica diária, mensal, sazonal, anual e interanual. Foram escolhidas essas duas séries históricas em separado por conta da aquisição de dados de natureza qualitativa (mapa de pontos de drenagem susceptíveis a inundações e alagamentos) que abarcavam apenas os anos de 2011-2012. Assim, optou-se por utilizar duas séries na tentativa de estabelecer uma relação mais robusta entre os dados quantitativos de precipitação e dados de impactos. Foi analisada a estrutura horária da precipitação pluviométrica durante os dias, as médias mensais por ano e a média na série histórica, os desvios em relação a media mensal, as estações chuvosas e menos chuvosas, os totais anuais, entre outras análises.

O terceiro e último capítulo foi intitulado “**Das excepcionalidades: eventos e episódios**”. Conforme o título, as excepcionalidades foram divididas em dois eixos: as excepcionalidades meteorológicas, que representaram os desvios de precipitação acima da média ou do valor admitido para os eventos extremos (no caso da presente dissertação, acima de 20mm em 24h). O segundo eixo analisou as excepcionalidades tratadas como geográficas, aquelas que geraram algum tipo de repercussão noticiada nos jornais e contribuíram para a ocorrência de inundações – os episódios. Ambos foram analisados

conforme a sua gênese, estudada através dos gráficos de análise rítmica, que aliou dados meteorológicos de superfície e a interpretação de cartas sinóticas. Em síntese, no segundo eixo, os eventos extremos foram analisados segundo seus sistemas atmosféricos geradores, e as localidades que apresentaram maior susceptibilidade às inundações (áreas de maior vulnerabilidade) foram identificados segundo as notícias veiculadas em jornais e mídia digital – o que caracterizou o episódio.

As **considerações finais** trouxeram uma síntese da análise dos dados, com a apresentação da distribuição espacial das chuvas em sua relação com os fatores geográficos do clima. Abordaram também a variabilidade temporal das chuvas na série histórica em estudo, bem como o detalhamento analítico dos eventos e episódios tanto em escala temporal quanto espacial. A gênese dos eventos extremos de chuva e episódios também foi discutida, principalmente segundo os seus sistemas atmosféricos atuantes. As localidades afetadas em relação às inundações foram descritas e analisadas segundo o mapa de bairros citados, o que permite a identificação de fatores atrelados à dinâmica da produção do espaço, a características físicas do terreno e a proximidade da linha de costa, por exemplo, como importantes para inferir a vulnerabilidade desses locais.

Assim, os objetivos do trabalho foram:

Objetivo geral

Analisar a gênese dos episódios de chuvas intensas e suas formas de repercussão no espaço urbano do município do Rio de Janeiro (1999-2010 – 2011-2012).

Objetivos específicos

- Analisar a variabilidade das chuvas no período em análise (1999-2010 – 2011-2012);
- Identificar, em escala temporal, os períodos de chuva intensa;
- Analisar a gênese das chuvas juntamente com seus mecanismos de ação (dinâmica e conexões);
- Analisar as repercussões dos episódios de chuva intensa e inundações no período em estudo;

Dos procedimentos metodológicos

A análise sobre as chuvas no Rio de Janeiro (1999-2010 – 2011-2012) e seus impactos de natureza hidrometeorológica foi realizada no presente trabalho segundo duas formas de análise: a primeira se refere à compreensão do processo de produção do espaço urbano do Rio de Janeiro. A segunda se refere aos dados de chuva e seu tratamento estatístico-procedimental e dinâmico-genético. Ambas, em relação, contribuíram para uma compreensão complexa do fenômeno climático em áreas urbanas e seguem o proposto pelo referencial teórico embasado na Geografia do Clima.

Da construção do referencial teórico

A construção do referencial teórico seguiu o seguinte caminho: primeiro, buscou-se a identificação e caracterização da área de estudo. Não se centrou apenas em sua localização, mas esta parte procurou abordar o município do Rio de Janeiro na produção histórica do espaço geográfico. Após, procurou-se relacionar a ocorrência de problemas ligados aos impactos das chuvas com a produção do espaço, primeiramente abordando o conceito de risco e vulnerabilidade. A susceptibilidade a inundações pelos aspectos físicos também foi considerada. Reconheceu-se que esses tipos de transtorno podem ocorrer de forma desigual no espaço urbano, e que diferentes níveis de vulnerabilidade podem ser identificados em diferentes grupos sociais.

Seguiu-se a identificação e caracterização do problema abordado na dissertação (alagamentos e inundações desencadeados por chuvas intensas ou não).

Ao identificar a participação de sistemas atmosféricos em sua dinâmica, pôde-se estabelecer o seu encadeamento habitual - análise dinâmica e genética dos tipos de tempo. A Climatologia Geográfica propõe esse estudo de forma a esmiuçar, através de escalas interanuais e decenais até escalas horárias, o padrão dos elementos do clima e sua variabilidade. Porém, essa análise se realiza ao relacionar a forma pela qual a sociedade interage com o tempo e o clima, sobretudo a partir das suas contradições – o que justificou o percurso teórico por uma Geografia do Clima.

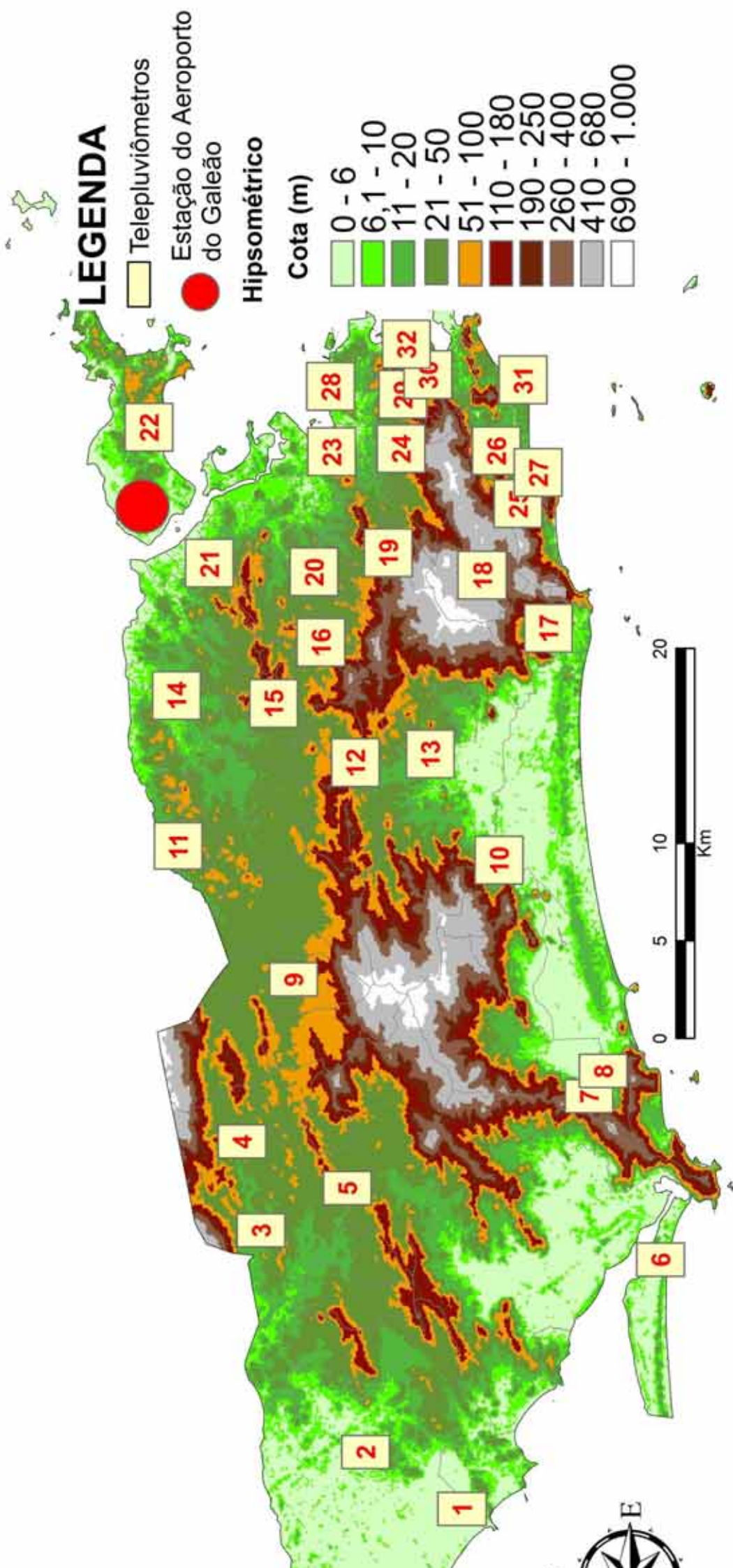
Da origem dos dados

Inicialmente foram utilizados os dados de chuva a cada 15 minutos coletados por 32 telepluviômetros distribuídos por diferentes bairros do município do Rio de Janeiro, disponibilizados pela Fundação GeoRio. Tais postos (figura 2) apresentaram dados que contemplam toda a série histórica proposta (1999-2012).

Para auxiliar na caracterização climática da área de estudo, bem como identificar as principais situações atmosféricas nas quais se encontram os episódios de chuva extrema, foi realizada a análise em situações sinóticas na série histórica através da metodologia *Spatial Synoptic Classification – SSC*.

A partir da proposta elaborada por Kalkstein *et al* (1996) e desenvolvida com maior detalhamento em Kalkstein *et al* (1998) e Sheridan (2000 e 2002), foram coletados dados da estação meteorológica do Galeão, disponíveis na base de dados *Climate Data Online – CDO*, hospedado no *National Climatic Data Center - NCDC* na *National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA*. Foram utilizados dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica e nebulosidade em 4 (quatro) horários diferentes (0300, 0900, 1500 e 2100) no período de 1999-2012.

Foi realizada a pesquisa e a identificação de reportagens de jornais que tratassem do tema da dissertação (alagamentos e inundações) na cidade do Rio de Janeiro. Foi escolhido o jornal *O Extra*, por ser de grande circulação e abordar temas relacionados ao cotidiano dos moradores da cidade do Rio de Janeiro e sua Região Metropolitana. Realizou-se um levantamento a partir de palavras-chave (enchente, alagamentos, inundações, chuva) no banco de dados eletrônico do jornal, acessado a partir da sede da Agência InfoGlobo, no Rio de Janeiro. Os dados de jornal foram utilizados, sobretudo, no que se refere à localização das áreas afetadas pelos impactos hidrometeorológicos no município do Rio de Janeiro.



LEGENDA

Telepluviômetros

Estação do Aeroporto do Galeão

Hipsométrico

Cota (m)

- 0 - 6
- 6,1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 50
- 51 - 100
- 110 - 180
- 190 - 250
- 260 - 400
- 410 - 680
- 690 - 1.000

Base cartográfica: IBGE (2012)
 Imagens SRTM: Embrapa (Brasil em Relevo - 2012)
 Base de dados: Fundação GeoRio (2012)
 Datum: SIRGAS 2000 . Zona: 22 S
 Autor: Núbia Beray ARMOND
 Contato: João Lima Sant'Anna Neto

Grupo de Pesquisa



Instituição



Apoio



Figura 1: Mapa hipsométrico do município do Rio de Janeiro
 Fonte: Fundação GeoRio
 Autor: Núbia Beray Armond, 2014.

A ausência de sistematização de ocorrências e notificações dos episódios como deslizamentos, alagamentos e inundações por órgãos responsáveis dificultou a aquisição de dados qualitativos sobre o fenômeno em estudo. Por fim, foi realizada busca na agência Rio Águas, na qual se obteve um mapa de pontos de alagamento e inundações no município do Rio de Janeiro. Por se constituir em uma agência nova na divisão de obras da prefeitura, os dados qualitativos compilados em mapa são oriundos apenas do ano de 2011 até os dias atuais.

Como a proposta da série histórica era de 1999 a 2010, optou-se por realizar **duas escalas de análise temporal das excepcionalidades**. A primeira teve série mais longa, com vistas à caracterização da variação das chuvas no município, tanto em sua distribuição espaço-temporal quanto no que diz respeito à investigação de seus sistemas geradores (das chuvas tomadas como extremas – aquelas acima de 20mm em 24h). Para os episódios em relação com os impactos identificados e registrados na cidade, foram tomados dados em escala horária dos anos de 2011 e 2012, que foram analisados em função da intensidade da chuva em escala horária.

Do tratamento estatístico dos dados de chuva - Preenchimento de falhas

Os dados dos postos pluviométricos foram exportados para o software *Microsoft Excel*, no qual se organizou a tabulação dos totais de precipitação em por dia, mês, ano e horário, segundo o posto pluviométrico.

A ampla maioria dos postos não apresentou falhas que pudessem prejudicar significativamente a proposta do trabalho. Entretanto, optou-se por preencher os dados faltantes de acordo com os critérios de proximidade entre postos e similaridade no que se refere à altimetria. Manteve-se a estrutura original da planilha, que apresenta os dados em células que fornecem os dados a partir de intervalos de 15 minutos, os quais, caso apresentasse falhas, estas seriam preenchidas.

Observa-se que há uma concentração maior de telepluviômetros nas chamadas Zona Central, Zona Sul e Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, enquanto na medida em que se se dirige para a Zona Oeste, a rede fica mais rarefeita (figura 2).

O resultado apresentou os postos com dados faltantes e dois postos, dos quais foram tomados à média que foi utilizada para o preenchimento dos dados faltantes (quadro 1).

Quadro 1: Definição dos telepluviômetros do município do Rio de Janeiro utilizados para rebatimento			
Telepluviômetros	Cota (m)	Rebatimento 1	Rebatimento 2
Sepetiba	62	Santa Cruz	Campo Grande
Santa Cruz	15	Sepetiba	Campo Grande
Gericinó	10	Campo Grande	Bangu
Mendanha	30	Campo Grande	Bangu
Campo Grande	30	Mendanha	Bangu
Guaratiba	0	Campo Grande	Sepetiba
Grota Funda	10	Riocentro	Tanque
Itaúna	10	Itanhangá	Tanque
Bangu	15	Anchieta	Campo Grande
RioCentro	0	Grota Funda	Cidade de Deus
Anchieta	50	Irajá	Madureira
Tanque	73	Madureira	Cidade de Deus
Cidade de Deus	15	RioCentro	Tanque
Irajá	20	Anchieta	Madureira
Madureira	45	Tanque	Piedade
Piedade	72	Cachambi	Madureira
Itanhangá	80	Vidigal	Jardim Botânico
Sumaré	355	Tijuca	Santa Teresa
Grajaú	80	Cachambi	Piedade
Cachambi	25	Piedade	Grajaú
Penha	111	Madureira	Piedade
Ilha	0	Saúde	Penha
GeoRio	25	Saúde	Laranjeiras
Tijuca	340	Sumaré	Santa Teresa
São Conrado	75	Vidigal	Copacabana
Jardim Botânico	0	Copacabana	Vidigal
Vidigal	85	Jardim Botânico	Itanhangá
Saúde	35	GeoRio	Laranjeiras
Santa Teresa	170	Urca	Vidigal
Laranjeiras	60	Urca	Saúde
Copacabana	90	Urca	Vidigal
Urca	90	Laranjeiras	Copacabana

Fonte: Fundação GeoRio

Caracterização climática e identificação dos Anos-Padrão e análise rítmica

Os dados de chuva foram agrupados em planilha eletrônica em totais anuais, sazonais, mensais e diários por posto. Informações como o número de dias de chuva, média anual, média mensal da série e seus respectivos desvios percentuais também foram identificadas em planilha. Uma análise geral sobre o acumulado mensal, diário e a intensidade das chuvas foi feita no sentido de estabelecer uma classificação de quais as principais características das chuvas que podem desencadear inundações e alagamentos.

Para a escolha dos anos-padrão da série histórica (1999-2010), foram utilizadas três técnicas estatísticas: desvio-padrão, quantil (percentil) e análise multivariada de agrupamento. A intenção de utilizar 3 (três) técnicas diferentes para fins comparativos se deu na tentativa de avaliar qual delas indicaria com mais eficácia os anos extremos, principalmente os extremos chuvosos – interesse principal do presente estudo. As técnicas utilizadas se situam no campo da estatística descritiva, que trata da organização de valores de uma mesma natureza (desvio padrão e quantil), e da multivariada (análise de agrupamento).

Para a análise por desvio padrão e percentis, foi utilizado o software *Microsoft Excel*. No primeiro caso (desvio padrão), foi extraído do total anual de cada posto pluviométrico a sua média e seu desvio-padrão. Com esses dados foram estabelecidas 5 classes de tendência de precipitação, geradas a partir das fórmulas presentes no quadro 2 e aplicadas em planilha eletrônica, representada pelas seguintes cores no painel espaço-temporal:

Quadro 2: Fórmulas para definição dos anos-padrão segundo técnica do desvio-padrão	
DEFINIÇÃO DO ANO-PADRÃO	FÓRMULA
CHUVOSO	$P > \bar{P} + \sigma$
TENDENTE A CHUVOSO	$\bar{P} + \frac{\sigma}{2} < P < \bar{P} + \sigma$
HABITUAL	$\bar{P} - \frac{\sigma}{2} < P < \bar{P} + \frac{\sigma}{2}$
TENDENTE A SECO	$\bar{P} - \sigma < P < \bar{P} - \frac{\sigma}{2}$
SECO	$P < \bar{P} - \sigma$

Onde P e \bar{P} se referem aos valores de média de precipitação pluviométrica anual, durante o período de estudo (1999 a 2010) e σ se refere ao desvio padrão para esse mesmo período.

Essa classificação foi aplicada segundo cada posto pluviométrico. Para a visualização dos anos-padrão, foi utilizada a ferramenta formatação condicional, que editou cada série de dados de acordo com o resultado da fórmula obtido, o que atribuiu cores para classificar a série e possibilitou uma melhor visualização dos anos - padrão.

No que se refere à definição de anos-padrão pela técnica de percentis, esta também foi executada a partir do software de planilha eletrônica *Microsoft Excel*. Foram tomadas as médias anuais e foi aplicada a seguinte fórmula:

$$Q(P) = Y_i + \left[\frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right] (Y_{i+1} - Y_i)$$

Onde:

Y_i = média do posto

P = percentil

P_i = número do posto / total de número de postos + 1

Assim como análise em que se utilizou a técnica com desvio padrão, nos percentis foram estabelecidas 5 (cinco) classes de chuva, representados pelas seguintes cores no painel têmporo-espacial, a saber:

Quadro 3: Limites de classe para definição dos anos-padrão segundo técnica dos quantis	
CLASSES	Limites das Classes Teóricos
CHUVOSO	$Y_i \geq Q(0,85)$
TENDENTE A CHUVOSO	$Q(0,65) \leq Y_i < Q(0,85)$
HABITUAL	$Q(0,35) < Y_i < Q(0,65)$
TENDENTE A SECO	$Q(0,15) < Y_i \leq Q(0,35)$
SECO	$Y_i \leq Q(0,15)$

Conforme representado no quadro 3, os limites de classe dos anos compreendem os 85% superiores (anos extremamente chuvosos), de 65 a 85% (tendentes a chuvosos), 35% a 65% (habituais), 15% a 35% (tendentes a secos) e 15% (secos).

A escolha por intervalos de classe de amplitude diferenciada entre si se deu pela necessidade de identificar os anos-padrão mais extremos. Por isso a escolha dos limiares de 15%, reconhecidos como os extremos chuvosos e extremos secos na série.

A análise multivariada de agrupamento, de acordo com Hair *et al.* (2009), constitui-se em um grupo de técnicas cuja finalidade é agregar objetos com base nas características que eles possuem. Foram utilizados os softwares *R* e *Minitab* v.15. Para estabelecer quais técnicas estatísticas de agrupamento seriam mais adequadas, foi realizada no software *R* a chamada “correlação cofenética”.

Esta análise se constitui em medida empregada para avaliar o grau de correlação, ou estabelecer uma medida de similaridade, de distância entre os pares de objetos produzidos por cada método de agrupamento, verificando a distância inicial entre os pares. O máximo valor da correlação cofenética é 1 (um), e indica correlação perfeita. Entretanto, esse valor é teórico e praticamente impossível de atingir. Por esse motivo, considera-se que valores próximos ou acima de 0.8 indicam uma boa correlação.

Foi aplicada a correlação cofenética aos dados de totais anuais de chuva da série histórica por posto pluviométrico.

Quadro 4: Métodos hierárquicos de agrupamento segundo valores de correlação cofenética	
Métodos de Agrupamento	Correlação Cofenética
Ligação Simples (Single Linkage)	0.6794964
Ligação Completa (Complete Linkage)	<u>0.7560984</u>
Ligação Mediana (Median Linkage)	0.657406
Ligação Média (Average Linkage)	<u>0.7600291</u>
Método do Centróide (Centroid)	0.7141044
Método de Ward (Ward)	<u>0.7532169</u>

De acordo com o resultado produzido e ilustrado no quadro 4, optou-se pela utilização do método de Ward, que consiste num procedimento de agrupamento hierárquico no qual a similaridade utilizada para unir os agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos somados sobre todas as variáveis. De acordo com Hair *et al.* (2009), esse método tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido à minimização da variação interna.

A partir dessas informações, foram plotados os totais anuais por estação no software *MiniTab* v. 15.0. O programa gerou dendrogramas, que se constituem em representações gráficas dos dados que auxiliam a projetar observações atípicas, intuito deste trabalho. Os dendrogramas representaram graficamente a classificação dos anos nas 5 classes pré-estabelecidas e utilizadas também nas outras técnicas.

Foram realizados 35 (trinta e cinco) gráficos de análise rítmica para os eventos e episódios de chuva ocorridos no município. Conforme descrito, optou-se por duas naturezas de análise (eventos e episódios), que demandaram dois tipos de limiares para identificação de extremos: dias que apresentassem chuvas superiores a 20mm em 24h e os valores apresentados a partir da equação de intensidade. Esses limiares foram definidos para o município do Rio de Janeiro, sobretudo, em comparação com aquelas do Centro-Sul do Brasil. Os gráficos contaram com dados de precipitação (mm), pressão atmosférica (mb), umidade relativa do ar (%), temperaturas média compensada, máxima e mínima (oC), direção e velocidade do vento (m/s), nebulosidade (décimos), luação e altura da maré (m). Foram utilizados dados de aproximadamente 4 a 6 dias antes do evento/episódio e 1 dia depois do evento/episódio, a fim de analisar o desenvolvimento rítmico dos sistemas atmosféricos. Sua identificação foi realizada com base em Monteiro (1969, 1971) e Boin e Zavattini (2013). Uma

linha com as classificações produzidas a partir do SSC foi inserida abaixo daquela dos sistemas atmosféricos no gráfico de análise rítmica.

Os 35 (trinta e cinco) gráficos fizeram parte da constituição das também 35 (trinta e cinco) pranchas analíticas produzidas neste trabalho. Com o objetivo de conjugar o maior número de informações possível para a análise dos eventos e episódios, ela incorporou, além dos gráficos de análise rítmica: mapas de média das chuvas na série histórica, mapa da média dos números de dias de chuva – NDC - na série histórica, mapa da chuva acumulada – CHA – do ano em análise, gráfico com o número de extremos (eventos e episódios) por ano e por posto, imagens do satélite GOES das datas mais críticas, bem como cartas sinóticas da Marinha do Brasil.

As figuras e mapas foram elaborados no software *ArcGis* 9.3, com a utilização do método de *krigagem* preditiva simples, com modelagem e definição das classes a partir de determinação manual.

Caracterização climática e análise sinótica por meio do *Spatial Synoptic Classification* (SSC)

Uma breve caracterização das chuvas a partir das médias e dos totais mensais de chuva acumulada, número de dias de chuva e desvios percentuais em relação à média da série histórica (por posto pluviométrico) foi realizada. Os gráficos espaço-temporais de precipitação foram elaborados em software de planilha eletrônica, *Microsoft Excel* 2007.

Os dados foram organizados em planilha eletrônica e a os padrões definidos para as situações sinóticas foram determinados, inicialmente, de forma manual a partir da consulta à normal climatológica da cidade, aos valores médios da série histórica em estudo e a outras classificações realizadas a partir de postos localizados na faixa tropical dos Estados Unidos, nomeadamente Tampa e Miami (ambos situados na península da Flórida). A revisão bibliográfica sobre os principais sistemas atmosféricos atuantes no Rio de Janeiro, bem como os padrões e variabilidade dos elementos do clima foi realizada e serviu de subsídio ao estabelecimento dos valores para cada uma das 7 (sete) classificações produzidas pelo SSC. Os dados, já organizados, bem como os padrões já definidos para cada situação sinótica foram, assim, lançados no software SSC (SHERIDAN, 2002), sendo gerada a classificação sinótica diária para a estação meteorológica.

A cidade é, também, o lugar de mais efetiva
interação entre o Homem e a Natureza.
Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (2003)

No Rio de Janeiro, a natureza encontra a história.
Maurício de Almeida Abreu (2006)

CAPÍTULO 1 DOS LUGARES

A apropriação pouco consequente do sítio urbano é parte inerente à produção do espaço, principalmente do ponto de vista das dinâmicas da “natureza”. As cidades brasileiras são historicamente produzidas segundo o modo de produção capitalista. Essa lógica faz com que, através do trabalho, o sítio se torne terra para que possa ser comercializada. Suas características, como proximidade da praia, de áreas verdes urbanas, de cursos d’água, de aterros sanitários, entre outros, faz com que seu valor (e também seu preço) aumente ou não. Caso as suas características iniciais não sejam elementos que contribuam com a elevação do valor da terra, se pode alterar mesmo o sítio urbano para que ele possa, assim, ser incorporado e comercializado. A natureza acaba por ser apropriada e produzida conforme os interesses dos sujeitos de classes sociais hegemonicamente produtoras da cidade.

Como será discutido nos capítulos seguintes, tal processo historicamente produzido reflete, inclusive, no chamado “espaço físico” de qualquer área urbana, mais ainda dos espaços metropolitanos, como é o caso do Rio de Janeiro, área de estudo desta dissertação. Inicialmente, de acordo com Galvão (1992), ocorre o período de conhecimento da natureza pelo homem na cidade. Reconhecidos como obstáculos ou facilitadores, elementos como a Baía de Guanabara, a baixada e os maciços costeiros figuraram uma relação que a autora definiu como conflituosa no processo de ocupação do Rio de Janeiro.

Abreu (2006) demonstrou, ainda, como historicamente se deu o processo de urbanização do Rio de Janeiro, caracterizado principalmente pela incorporação das áreas “periféricas” para a ocupação com o afastamento das classes média e alta do Centro da cidade.

De acordo com Coelho (2007), pelo menos desde o século XVII ocorreu o desmanche de morros e aterramento nas áreas de manguezal e alagadiços inclusive, para ampliação da parte continental da cidade, entre outras alterações que, nos dias atuais, podem auxiliar na explicação de alguns dos principais problemas ambientais urbanos.

A crescente ocorrência de desastres que se dão principalmente nos grandes centros urbanos quando, no verão, as chuvas são mais intensas, ou mesmo no inverno, quando o ar seco e os vários dias sem chover provocam problemas respiratórios, é uma realidade tropical que afeta, sobretudo, os mais pobres.

Nesse contexto, a produção desigual do espaço acaba por contribuir para a existência de diferentes susceptibilidades e/ou riscos e vulnerabilidades de acordo com as diferentes formas de reprodução social da existência de sujeitos das diferentes classes sociais. É a partir dessa perspectiva que se analisou, em história, a produção do espaço urbano do Rio de Janeiro.

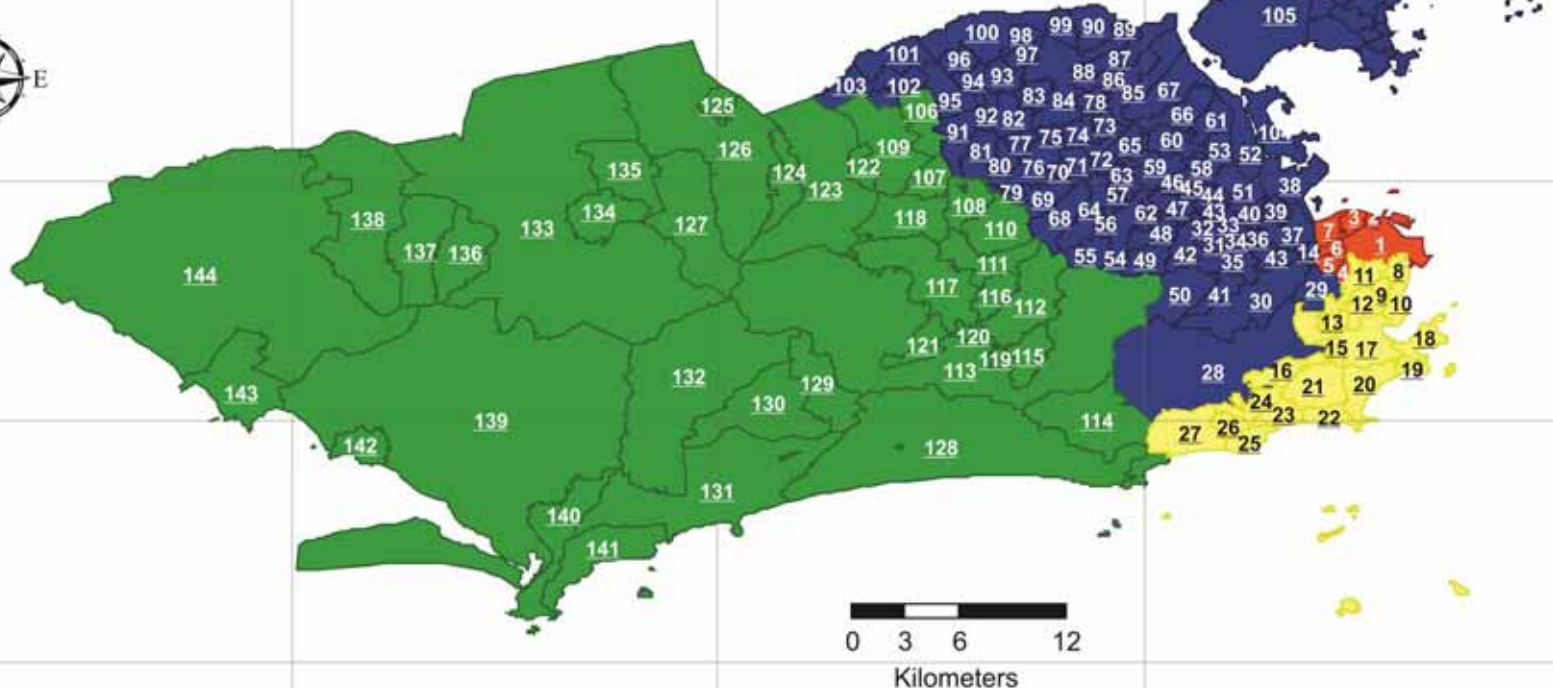
1.1. Da urbanização no Rio de Janeiro: entre a natureza e a história

Sob as coordenadas 22° 54' 10" S, e 43° 12' 28" W, a cidade do Rio de Janeiro se localiza no litoral do Estado de mesmo nome, na região Sudeste do Brasil, e se constitui na segunda maior metrópole brasileira, atrás apenas de São Paulo. Segundo dados do IBGE (2013), possui uma área de 1.182,296 km² e população de aproximadamente 6,3 milhões habitantes. Compreende altitudes variadas, situadas entre o nível do mar e 1025m. Oficialmente é constituída por 160 bairros, gerenciados por sub-prefeituras que são alocadas extraoficialmente em 4 grandes regiões ou zonas: Zona Oeste, Zona Norte, Zona Sul e Zona Central (figura 3).

As zonas Central e Sul apresentam menor número de bairros em relação as zonas norte e oeste. A história de ocupação, de acordo com Abreu (2006) e Coelho (2007) demonstra que ambas as zonas foram as primeiras a serem ocupadas, respectivamente, a partir de meados do século XVI. Com o adensamento populacional, a demanda de áreas para construção aumentou, e os vetores de ocupação se espalharam em direção a áreas mais distantes da zona norte e da zona oeste. Além da "maturidade" das zonas de ocupação mais antiga, a origem rural das primeiras freguesias localizadas nessas áreas distantes, principalmente da Zona Oeste, também ajuda a explicar a reduzida quantidade de bairros, porém, de extensão considerável e relativamente recente ocupação.

Para proceder à análise da ocupação do Rio de Janeiro, inicialmente se estabelece, seguindo o que foi realizado em Abreu (2006), uma periodização que tem como marco temporal o século XIX. Segundo o autor, é, sobretudo a partir da inserção dos bondes e trens que se inicia a urbanização na cidade, interferindo diretamente nos processos intra-urbanos de produção do espaço.

Preocupado com os problemas relacionados à produção desigual do espaço urbano no Rio de Janeiro, o autor reconhece que é com a expansão dos sistemas de transporte que a cidade começa a apresentar, de forma mais contundente, uma valorização seletiva de certas áreas de seu território em detrimento de outras, além da inserção da lógica urbana na cidade. Essa diferenciação é exemplificada através da localização das classes médias e altas na chamada Zona Sul, para a qual os sofisticados bondes realizavam o transporte, e das áreas suburbanas, para onde as classes populares se dirigiam em busca de um menor custo de vida para se fixar.



LEGENDA

Bairros da Zona Oeste

- 106 - Deodoro
- 107 - Campo dos Afonsos
- 108 - Vila Valqueire
- 109 - Vila Militar
- 110 - Praça Seca
- 111 - Tanque
- 112 - Freguesia
- 113 - Jacarepaguá
- 114 - Itanhangá
- 115 - Anil
- 116 - Pechincha
- 117 - Taquara
- 118 - Jardim Sulacap
- 119 - Gardênia Azul
- 120 - Cidade de Deus
- 121 - Curicica
- 122 - Magalhães Bastos
- 123 - Realengo
- 124 - Padre Miguel
- 125 - Gericinó
- 126 - Bangu
- 127 - Senador Camará
- 128 - Barra da Tijuca
- 129 - Camorim
- 130 - Vargem Pequena
- 131 - Recreio dos Bandeirantes
- 132 - Vargem Grande
- 133 - Campo Grande
- 134 - Senador Vasconcelos
- 135 - Santíssimo
- 136 - Inhoaíba
- 137 - Cosmos
- 138 - Paciência
- 139 - Guaratiba
- 140 - Barra de Guaratiba
- 141 - Grumari
- 142 - Pedra de Guaratiba
- 143 - Senatiba
- 144 - ...

Bairros da Zona Norte

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 14 - Pça. da Bandeira | 59 - Inhaúma | 90 - Vigário Geral |
| 28 - Alto da Boa Vista | 60 - Complexo do Alemão | 91 - Marechal Hermes |
| 29 - Rio Comprido | 61 - Ramos | 92 - Honório Gurgel |
| 30 - Tijuca | 62 - Todos os Santos | 93 - Coelho Neto |
| 31 - Riachuelo | 63 - Pilares | 94 - Barros Filho |
| 32 - Sampaio | 64 - Piedade | 95 - Guadalupe |
| 33 - Rocha | 65 - Engenho da Rainha | 96 - Costa Barros |
| 34 - S. Francisco Xavier | 66 - Olaria | 97 - Acari |
| 35 - Vila Isabel | 67 - Penha | 98 - Parque Columbia |
| 36 - Mangueira | 68 - Quintino Bocaiúva | 99 - Jardim América |
| 37 - S. Cristóvão | 69 - Cascadura | 100 - Pavuna |
| 38 - Caju | 70 - Engenheiro Leal | 101 - Anchieta |
| 39 - Vasco da Gama | 71 - Cavalcanti | 102 - Ricardo de Albuquerque |
| 40 - Benfica | 72 - Tomás Coelho | 103 - Parque Anchieta |
| 41 - Andaraí | 73 - Vila Kosmos | 104 - Cidade Universitária |
| 42 - Engenho Novo | 74 - Vicente de Carvalho | 105 - Ilha do Governador |
| 43 - Jacaré | 75 - Vaz Lobo | |
| 44 - Jacarezinho | 76 - Madureira | |
| 45 - Maria da Graça | 77 - Turiaçu | |
| 46 - Del Castilho | 78 - Vila da Penha | |
| 47 - Cachambi | 79 - Campinho | |
| 48 - Méier | 80 - Oswaldo Cruz | |
| 49 - Lins de Vasconcelos | 81 - Bento Ribeiro | |
| 50 - Grajaú | 82 - Rocha Miranda | |
| 51 - Manguinhos | 83 - Colégio | |
| 52 - Maré | 84 - Irajá | |
| 53 - Bonsucesso | 85 - Penha Circular | |
| 54 - Engenho de Dentro | 86 - Brás de Pina | |
| 55 - Água Santa | 87 - Cordovil | |
| 56 - Encantado | 88 - Vista Alegre | |
| 57 - Abolição | 89 - Parada de Lucas | |

Bairros da Zona Centro

- 1 - Centro
- 2 - Saúde
- 3 - Gamboa
- 4 - Catumbi
- 5 - Estácio
- 6 - Cidade Nova
- 7 - Santo Cristo

Bairros da Zona Sul

- 8 - Glória
- 9 - Catete
- 10 - Flamengo
- 11 - Santa Teresa
- 12 - Laranjeiras
- 13 - Cosme Velho
- 15 - Humaitá
- 16 - Jardim Botânico
- 17 - Botafogo
- 18 - Urca
- 19 - Leme
- 20 - Copacabana
- 21 - Lagoa
- 22 - Ipanema
- 23 - Leblon
- 24 - Gávea
- 25 - Vidigal
- 26 - Rocinha
- 27 - São Conrado

Fonte da base cartográfica: IBGE (2012)
 Fonte da base de dados: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (2013)
 Projeção: UTM. Datum: SIRGAS 2000
 Zona: 22 S



Apoio



Desta forma, o marco temporal é colocado para delimitar aquelas que foram as características de um Rio de Janeiro ainda sob influência de dinâmicas coloniais e aquilo que viria a ser o embrião das características urbanas que a cidade apresenta nos dias atuais. Sendo assim, são definidos os períodos anteriores ao século XIX e após o século XIX para a subsequente e breve caracterização do espaço urbano do Rio de Janeiro. Cabe ressaltar que todo esse processo foi tributário da intensa relação entre a ocupação e as alterações das dinâmicas ambientais fisiográficas e morfológicas na produção do espaço urbano.

1.1.1. Rio de Janeiro pré-século XIX

De acordo com Coelho (2007), os portugueses que chegaram ao Rio de Janeiro no século XVI encontraram vantagem na utilização da Baía de Guanabara para iniciar o processo de ocupação local. Sua estreita abertura para o mar possibilitava a proteção do local contra corsários e indígenas, e sua densa rede hidrográfica à época fez com que os colonizadores pudessem ampliar sua atuação para além da área costeira. Desde então, a cidade do Rio de Janeiro passou por consideráveis alterações fisiográficas ao longo do tempo.

A partir da fundação da cidade no Morro Cara de Cão (1565), visto na figura 5, as terras do que hoje se constitui na cidade do Rio de Janeiro e de considerável parte de sua atual região metropolitana, foram concedidas como sesmarias a quem se dispusesse a povoar e cultivar a área. Coelho (2007) afirma que, por volta de 1587, a população da cidade era de aproximadamente 3.850 pessoas. Destas, em torno de três mil eram indígenas, cerca de cem eram africanos e aproximadamente 750 eram portugueses.

Segundo Abreu (2006), antes do século XIX o Rio era uma cidade estrangulada entre os seus morros – Morro do Castelo, Morro de São Bento, Morro de Santo Antônio e morro da Conceição. Entre eles, o processo de ocupação se deu com o aterramento de brejos e mangues.

No decorrer do século XVII, a cidade continuaria por se desenvolver a partir do Morro do Castelo (figura 4), então seu núcleo mais importante, circundado por lagoas e pântanos, mas basicamente bastante restrita ao que hoje se constitui na Zona Central da cidade.

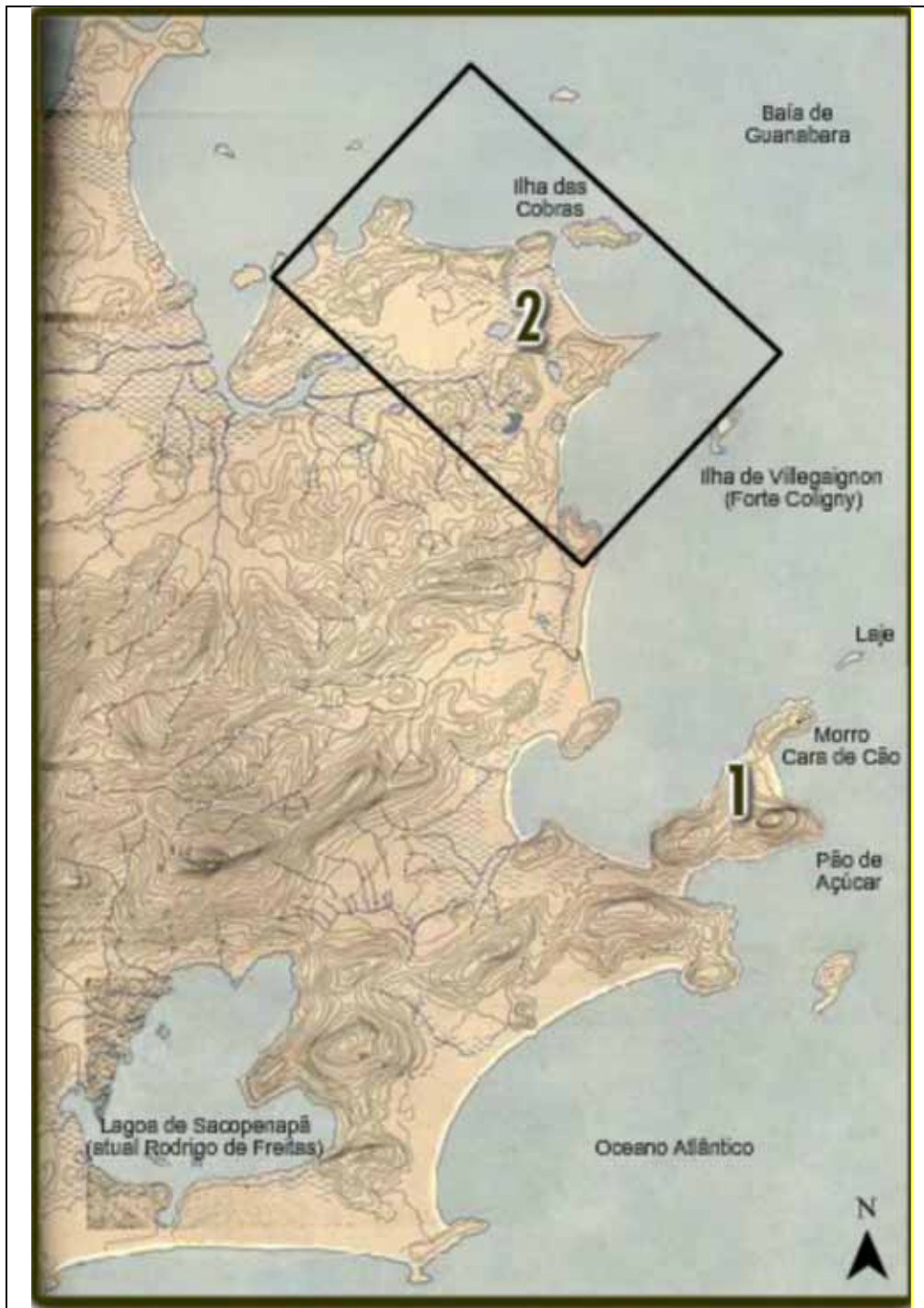


Figura 4: Identificação das áreas de fundação da cidade do Rio de Janeiro sobre prancha cartográfica histórica do Rio Antigo (século XVI).

1 – Morro Cara de Cão, local de fundação da cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro;

2 – Local de expansão da cidade após expulsão dos Franceses em 1567 – Morro do Castelo.

Fonte: Armazém de Dados – Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (acesso:

http://portalgeo.rio.rj.gov.br/armazemzinho/web/Aplicativos_Novos/rio_mapas/principal.html)

A partir deste século é que se têm registros das principais alterações morfológicas na cidade, como o aterramento de lagoas, pântanos, áreas de manguezal, praias, enseadas e o desmonte de morros e ilhas. Nas palavras de Coelho (2007), “... na busca de espaço para a implantação da cidade, [...] iniciava-se a luta do homem contra brejos e pântanos, que duraria mais de três séculos”.

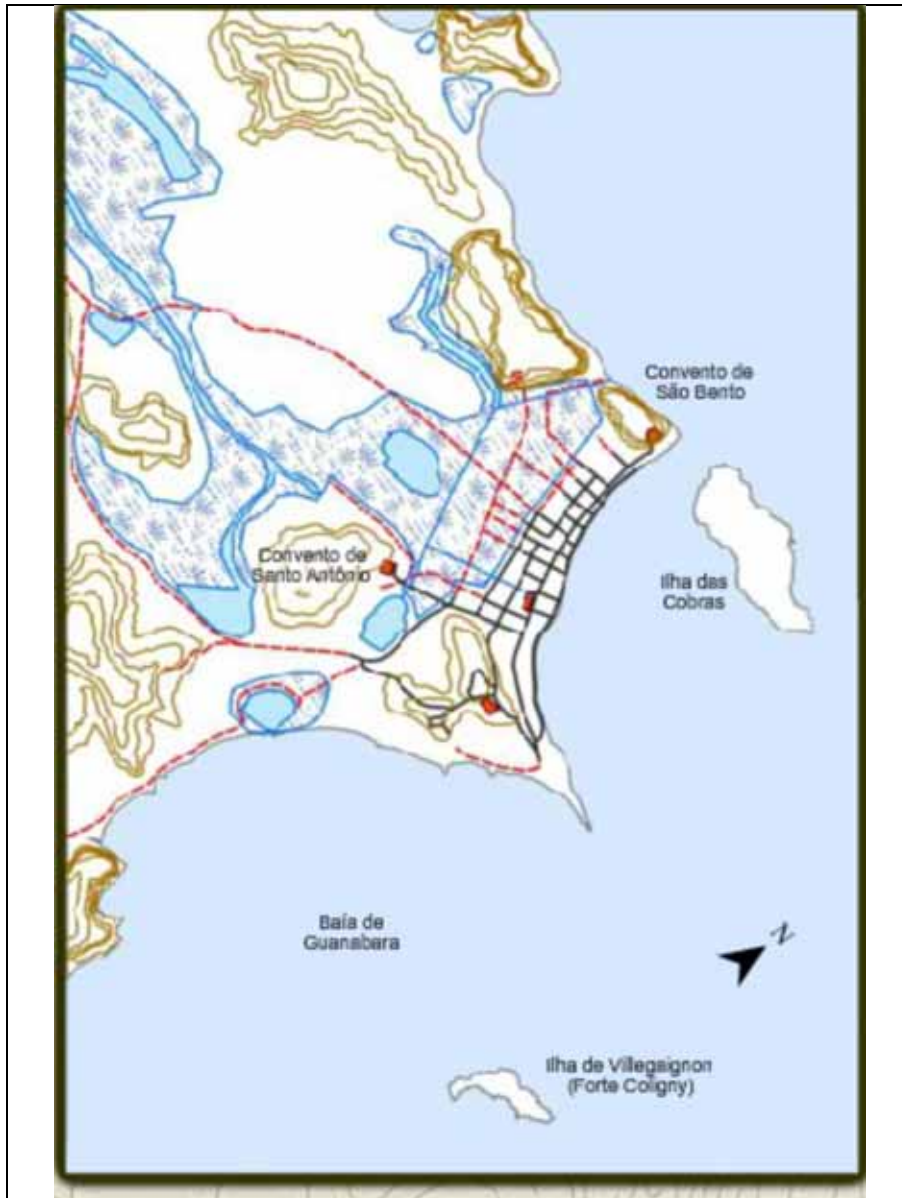


Figura 5: Expansão urbana a partir do Morro do Castelo, com aterro de pântanos e alagadiços, já no século XVII.

Fonte: Armazém de Dados – Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (acesso:

http://portalgeo.rio.rj.gov.br/armazenzinho/web/Aplicativos_Novos/rio_mapas/principal.html)

Segundo o autor, a existência de 120 engenhos no entorno da Baía de Guanabara demonstrava o desenvolvimento social da região no século XVII, marcado pela fixação do homem a terra impulsionada pela produção da cana-de-açúcar na região. Seu cultivo foi responsável não só pelo desenvolvimento econômico do Rio de Janeiro, como também impulsionou o crescimento demográfico e a chegada de escravos para trabalhar nas lavouras.

Para Andreatta *et al.* (2009), a economia colonial, à época baseada na produção de açúcar e a exploração de recursos naturais, demandava a ampliação do território para além do núcleo urbano. Era preciso, também, incorporar novas áreas para embarcadouros e abrir vias de comunicação com traçado paralelo e perpendicular ao mar para ligar a costa ao interior, possibilitando, assim, a circulação de mercadorias.

À época, a importância das atividades eclesiástica nas dinâmicas da produção das atividades da cidade era tal que a construção de uma capela funcionava como o estabelecimento de um núcleo inicial de uma futura freguesia. Nessa época, a criação de povoados e cidades se dava a partir de fazendas, nas quais se construíam capelas. Assim, a cidade passou a ser dividida em freguesias – porções de terra nas quais atividades agrícolas e ocupações urbanas eram desenvolvidas (ABREU, 2006).

Da pesca de baleia ao cultivo de cana-de-açúcar, essas atividades provocaram o crescimento da demanda de locais para ocupação na cidade. A busca pela incorporação de novas áreas, atrelada a ideias higienistas na época, fez com que o que hoje se constitui na área central do Rio de Janeiro, desde o Cais do Porto até a atual avenida Beira-Mar e da Praça XV até a Praça Tiradentes, seja fruto do aterramento de um alagadiço no século XVIII.

Segundo Andreatta *et al.* (2009), dessas atividades do período colonial resultaram a construção do antigo Terreiro do Paço, atual Praça XV e antiga Praia do Peixe. Hoje, ela representa um dos espaços mais emblemáticos do Centro, e foi construído ao estilo do Terreiro do Paço de Lisboa, que se debruçava sobre o Tejo.

Identificados na figura 6, a atual Rua Uruguaiana, na região central da cidade, também sofreu alterações para capturar o escoamento do esgoto dos moradores da cidade, vindos do que hoje é o Largo da Carioca. Às proximidades dos Arcos da Lapa situava-se a Lagoa do Desterro e mais uma série de alagadiços, todos também aterrados posteriormente. Considera-se que, no século XVIII, a primeira grande obra urbanizadora foi a que deu origem ao atual Passeio Público, localizado nas proximidades do morro de Santa Teresa. A antiga Lagoa do Boqueirão foi aterrada a partir do desmonte do Morro de Mangueiras. O Passeio Público surgiu

a altura do novo “status” do Rio de Janeiro: o de sede do vice-reinado, e foi concebida a exemplo dos parques de Lisboa, como jardins públicos.

Ou seja, apresentam alterações datadas ainda do século XVIII, predominantemente, a Zona Central, e os bairros da Lapa e Santa Teresa (ABREU, 2006).

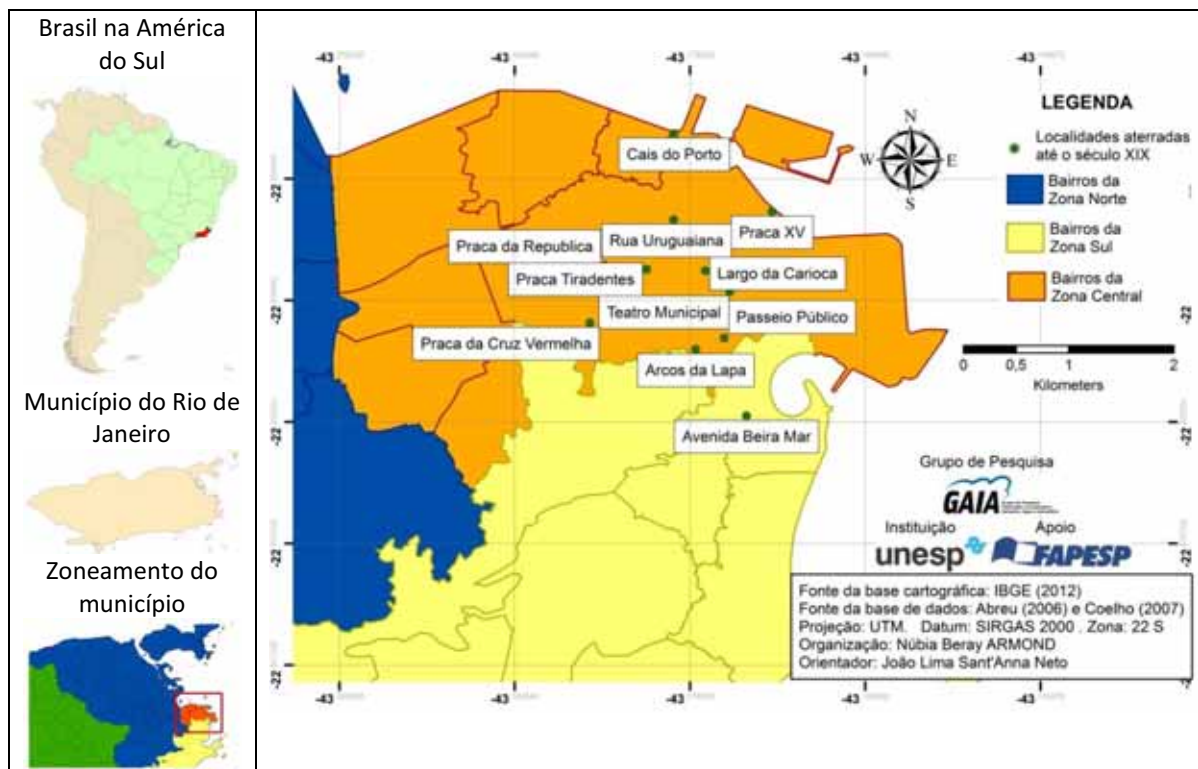


Figura 6: Localidades aterradas até o século XIX. Verifica-se a predominância de aterros na Zona Central da cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Abreu (2006) e Coelho (2007).

Organização: Núbia Beray Armond, 2014.

De acordo com Coelho (2007), até a chegada da família real, um dos pontos de lançamento de esgoto era a atual Praça da República, que comportava fossas abertas para abrigar os rejeitos produzidos na cidade. O mesmo ocorria nas regiões à beira-mar, nas quais barris eram despejados e depois lavados.

No caso do atual Largo da Carioca, a antiga Lagoa de Santo Antônio se estendia até as imediações do Teatro Municipal. O funcionamento de um curtume acabou causando sua eutrofização, e devido aos maus odores por esse processo, foi considerada causadora de pestilências. Primeiramente ela foi drenada para a Rua Uruguaiana e, então, aterrada.

Segundo Abreu (2006), podia-se notar uma diferenciação social entre as freguesias urbanas. As áreas do Paço Real e as freguesias da Candelária e São José – hoje correspondentes ao Centro da cidade – transformaram-se em locais de residência das classes mais abastadas,

que também ocupavam as ruas da Lapa e os atuais bairros da Glória, do Catete e Botafogo com residências de fim de semana. As classes menos abastadas eram impossibilitadas, a época, de ocupar a porção oeste da cidade por conta da existência de manguezais (atual bairro Cidade Nova). Assim, eles adensavam o que hoje se constitui na Zona Central do Rio, dando origem aos atuais bairros da Saúde, Santo Cristo e Gamboa.

O adensamento urbano das localidades de classe mais abastada acabou sendo provocado por um surto de chácaras, principalmente em Botafogo, o que desencadeou também o surgimento de diversas novas freguesias, como a da Glória. Durante a maior parte do governo dos vice-reis, na segunda metade do século XVIII, grande parte das lagoas e alagadiços dessa área da cidade foi aterrada (COELHO, 2007).

Nesse período inicial, a expansão da ocupação se dava basicamente na Zona Central em direção à Zona Sul, principalmente das classes mais abastadas. Os demais processos de adensamento populacional se davam, inicialmente, muito em parte em função de atividades econômicas no interior das zonas rurais, ou como moradia para a população que trabalhava na agricultura da cana.

1.1.2. Rio de Janeiro a partir do século XIX

Anteriormente restrita à área central e alguns pontos da zona sul (figura 6), com a vinda da família real portuguesa ao Brasil, a área de São Cristóvão também passou a ser destino procurado pelas classes ricas. O provimento de transporte para a área, juntamente com a infraestrutura necessária à fixação da família Real no local, fez com que o bairro rapidamente apresentasse moradias de alto padrão, fenômeno que se estendeu até a área da ponta do Caju.

A partir da segunda metade do século XIX, a cidade apresenta um novo período de expansão, marcado pela incorporação de novas áreas e pela intensificação de freguesias periféricas, principalmente a da Lagoa (que hoje viria a se constituir no bairro da Lagoa).

Para o Rio de Janeiro, o século XIX representa a primeira fase de significativa expansão da malha urbana, orientada pelas necessidades de reprodução do capital estrangeiro (ABREU, 2006). A inauguração das estradas de ferro acelerou a ocupação das áreas da zona norte, e bondes de burro acabaram por incentivar a ocupação da Zona Sul.

Essa expansão foi identificada num período anterior ao século XIX. Ela continuava a acontecer, mas sob características diferentes. O que antes eram antigas chácaras de fim-de-semana da aristocracia passou a serem residências permanentes. Os bairros de Botafogo,

Glória e Catete foram procurados por famílias de alta renda do chamado “segundo reinado”. Multiplicou-se a construção de mansões, principalmente aquelas pertencentes a grandes fazendeiros do café. O adensamento populacional em Botafogo era tão grande que, em 1843, foi inaugurado uma série de barcos a vapor ligando o bairro ao Saco do Alferes (atual bairro Santo Cristo). Das estratégias para incorporação de áreas na zonal sul, a única que viria incorrer neste processo de forma tardia era o atual bairro do Leblon, no século XX.

De acordo com Abreu (2006), a primeira concessão para o serviço de bondes de burro foi outorgada à empresa estadunidense *Botanical Garden Railroad Company* (que se tornaria a Companhia Ferro Carril do Jardim Botânico), que servia à freguesia da Glória. Posteriormente, empresas similares obtiveram concessão para atuar em outras partes da cidade, servindo aos bairros de São Cristóvão, Andaraí Pequeno (atual Tijuca), Saúde, Santo Cristo, Gamboa, Caju, Catumbi e Rio Comprido. A empresa Rio de Janeiro Street Railway Company (posteriormente Companhia São Cristóvão) calculou que seus bondes transportavam cerca de 3.000.000 de passageiros nas linhas de São Cristóvão e Tijuca. O ramal da Gávea foi inaugurado em 1873, ampliando ainda mais sua intervenção para a Zona Sul.

Nesse período, o poder público abria e conservava as estradas e caminhos que uma camada dos cidadãos demandava – geralmente aqueles das classes de renda mais alta. Conforme lidavam com uma congestionada ocupação no Centro (área reconhecidamente de classe alta), essa população ia se deslocando em direção à Lapa, Catete, Glória, Botafogo e São Cristóvão.

Segundo o autor, existe uma profunda associação bonde/loteamento. O exemplo da Vila Isabel, para Abreu (2006) é emblemático, no qual o bonde demandava o bairro do mesmo nome, criado em 1873 pela Companhia Arquetônica, em terrenos pertencentes outrora à família imperial.

Na medida em que a Companhia Jardim Botânico se estendia à Zona Sul, possibilitava a intensificação da ocupação dessa área pelas classes abastadas – notadamente o bairro da Lagoa. As demais companhias integravam a área central da cidade, como os bairros proletários correspondentes aos atuais Santo Cristo, Gamboa, Saúde e Catumbi. Integravam também os ricos bairros de chácaras da Zona Norte (Tijuca e Andaraí), que, com a expansão para a Zona Sul, estariam fadados ao desaparecimento. Botafogo chegou a ser o bairro mais procurado pela aristocracia estrangeira e pela alta burguesia brasileira para a moradia em uma cidade que já contava com, aproximadamente, 500 mil habitantes.

Para Abreu (2006), foi nessa época que se deu a difusão da relação entre a modernidade e a moradia a beira-mar, o que ajudou a alavancar, conseqüentemente, a ocupação das áreas litorâneas pelas classes altas.

Uma das origens, inclusive, do status quo atribuído ao litoral e a proximidade com o mar tem a ver com o período de instalação da corte portuguesa no Rio de Janeiro. Quando da vinda de D. João VI, seu médico o recomendou banho de mar como cura para uma doença que o acometia. Em seu jardim (o Paço da Quinta da Boa Vista), foi instalada uma “Casa de Banhos”, com vestiário e lugar de repouso para o rei em suas incursões à Praia de São Cristóvão, aterrada (ANDREATTA *et al.*, 2009).

O aterro do Saco de São Diogo em meados do século XIX, uma extensa área de manguezal que se estendia da foz do rio Comprido até a atual Praça Onze, foi fundamental para a incorporação de novas áreas para a ocupação. Ainda que a drenagem à época fosse deficiente, a partir dessa obra foram criados os bairros da Cidade Nova, que naquela época também compreendiam os bairros do Estácio, Catumbi e do Rio Comprido (ABREU, 2006).

Enquanto se processava a urbanização na Cidade Nova, a área denominada Engenho Velho (atuais bairros do Alto da Boa Vista, Andaraí, Grajaú, Maracanã, Praça da Bandeira, Tijuca e Vila Isabel), que se constituía numa antiga freguesia rural, começava a retalhar as antigas fazendas e sítios existentes. Assim, enquanto os ricos tinham prioridade na ocupação de novas áreas, contando com infra-estrutura de transporte e de engenharia adequadas, aos mais pobres e, geralmente, trabalhadores, só lhes restava a ocupação das antigas áreas destinadas aos ricos e locais com pouca infraestrutura e, geralmente, insalubres para residir.

Com a entrada do capital estrangeiro, que obtinha concessões do Império para o provimento de serviços públicos, o Centro da cidade passou a ser palco de intensa modernização urbanística. Contraditoriamente, com o deslocamento das classes altas para a Zona Sul, o Centro ainda mantinha a sua condição de local de residência das populações mais pobres, fazendo proliferar habitações como cortiços. A necessidade da população carente, tanto livre quanto escrava, de residir nas proximidades do seu local de trabalho fazia com que a Zona Central ainda fosse procurada como local de moradia.



Cais do Porto – 1608



Cais do Porto – 1710



Cais do Porto – 1817



Cais do Porto - 2002

Figura 7: Sequencia das modificações na região do Porto do Rio de Janeiro (respectivamente: 1608, 1710, 1817 e 2002).

Fonte: ANDREATA *et al.*, 2009.

Aliás, segundo Abreu (2006), a proliferação dos cortiços no Centro da cidade fez com que a administração pública iniciasse uma campanha ferrenha de combate através de um discurso sanitarista. A administração do prefeito Barata Ribeiro (1893) ficou marcada como aquela que destruiu o famoso cortiço Cabeça de Porco através de um forte aparato policial-militar.

Esse acontecimento chamou atenção para o início do processo de intervenção de forma mais direta do Estado sobre o processo de urbanização. Suas intervenções se fariam ainda mais frequentes no decorrer dos séculos XIX e XX, auxiliando na estratificação social do tecido urbano carioca.

Segundo Coelho (2007), em função do aumento da exportação de café e da importação de artigos estrangeiros, a partir da segunda metade do século XIX foram elaborados vários planos de melhoramentos da região do Cais do Porto (figura 7).

Como as áreas das proximidades da Praça XV e do Centro, ainda na zona costeira, possuíam alto valor da terra, optaram por atuar numa extensa área na cidade, focada entre o morro de São Bento e São Cristóvão e englobando as chamadas enseadas da Saúde e da Gamboa, e o Saco do Alferes (bairros da Saúde, Gamboa e Santo Cristo). Esses projetos foram executados a partir do início do século XX, aterrando, inicialmente, uma área correspondente a 175.000m². O entulho utilizado viria da demolição do morro do Senado (atual Praça da Cruz Vermelha), da terraplanagem de duas ilhas (Melões e das Moças) da Baía de Guanabara (2.800.000m³) e da areia retirada dos bancos de areia da Baía (3.000.000m³).

Paralelamente a estas obras, estavam em andamento também a construção do já extinto canal do Mangue (nas proximidades de São Cristóvão, hoje parte da Avenida Francisco Bicalho) e da Avenida Central (hoje a avenida Rio Branco).

Ainda no início das obras, constatou-se que esse novo cais já não seria suficiente para atender à expansão comercial do porto do Rio de Janeiro. Com a primeira etapa finalizada em 1911 sob a administração de Pereira Passos, a sua ampliação apontava para a extensão da orla entre o Canal do Mangue (resquício do Saco de São Diogo) e a Ponta do Caju. Ela só viria a ser realizada em 1924, resultando na necessidade de um aterro de 555.000m².

Além do desaparecimento de lagoas, alagadiços e enseadas, as obras de construção do Cais do Porto também levaram ao desaparecimento de diversas ilhas. A ilha dos Melões e das Moças (nas proximidades do Saco do Alferes, atual Santo Cristo) foram terraplanadas e incorporadas ao continente. A ilha dos Ferreiros, no atual bairro do Caju, foi incorporada ao

continente na segunda fase da obra. Mais tarde, já na segunda metade do século XX, oito ilhas foram unidas por um enorme aterramento, dando origem à atual Ilha do Fundão, onde se situa a UFRJ. Ainda nesse período, a porção oeste da Ilha do Governador foi aterrada, incorporando as ilhas do Boticário e Santa Rosa. Além do aterramento de diversas porções de manguezal no que hoje correspondem à Ilha do Governador, outras ilhas da Baía de Guanabara foram incorporadas ao continente no decorrer do século XX. Nesse período, a população do Rio de Janeiro já chegava ao patamar dos 2,5 milhões de habitantes.

Praias também desapareceram e/ou sofreram modificações por conta de aterros. Dentre as praias apontadas por Coelho (2007) que desapareceram no lado oeste da Baía de Guanabara (próximas a cidade do Rio de Janeiro), pode-se destacar a praia das Areias de Espanha, depois Praia da Lapa, na área que hoje corresponde ao Passeio Público até a região da Glória; a Prainha, onde hoje se situa a Praça Mauá; a praia de Chichorra, junto ao morro da Gamboa e as praias de São Cristóvão e do Caju (que atualmente dá nome aos bairros do Rio). A enseada de Inhaúma, em Manguinhos, também desapareceu por sucessivos aterros.

A construção de vias de acesso, muitas vezes subsidiadas e/ou apoiadas pelo poder público, fez com que várias outras áreas fossem prioritariamente ocupadas no decorrer da história do Rio de Janeiro. Os bondes de burro, posteriormente os bondes elétricos e os trens foram fundamentais para que se pudesse viabilizar o transporte, principalmente da população de classe alta, em sua migração para a Zona Sul. A isso se somou o aterramento de diversas áreas de pântanos, enseadas, lagoas, manguezais e ilhas, e o desmonte de morros, sob um discurso de higienização da cidade. À classe trabalhadora, restava a ocupação das áreas centrais e, após a incorporação dos trens em meados do século XIX, a expansão suburbana para a Zona Norte – ambas profundamente alteradas fisiograficamente, como já abordado anteriormente.

Segundo Abreu (2006), se os bondes penetravam em áreas que já vinham sofrendo processo de urbanização desde a primeira metade do século, os trens no início do século XX cumpriram o papel de transformar as antigas freguesias rurais da Zona Norte em áreas urbanizadas. A partir de então, toda a cidade começava a sofrer o impacto de uma industrialização que procurou, a princípio, localizações próximas ao Centro, se transferindo para as áreas suburbanas apenas no decorrer do século XX.

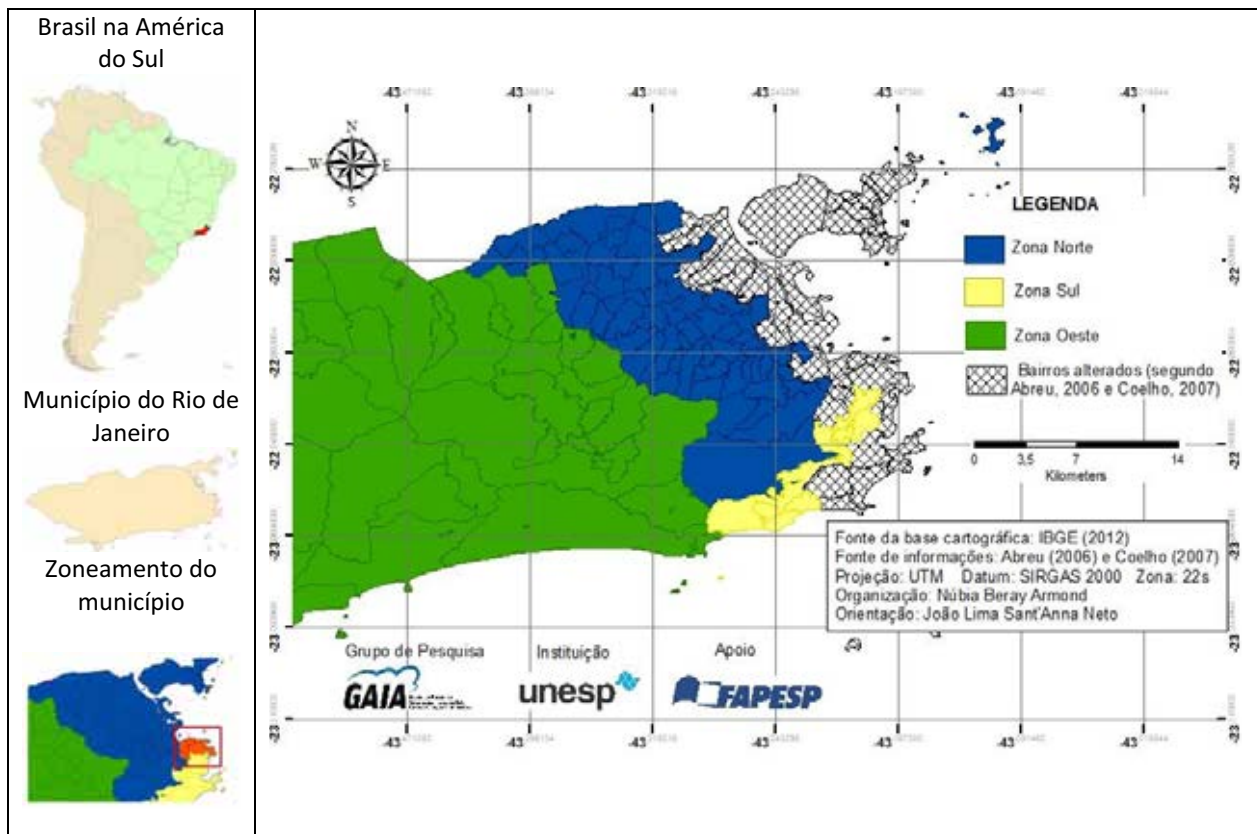


Figura 8: Localidades fisiograficamente alteradas entre o século XVI e XX no Rio de Janeiro. Verifica-se a predominância das áreas litorâneas.

Fonte: Abreu (2006) e Coelho (2007).

Organização: Núbia Beray Armond.

Em suma, parte considerável das principais áreas de ocupação urbana (sejam elas áreas residenciais ou comerciais) da cidade do Rio de Janeiro foi produzida em meio a profundas alterações no que se pode chamar de “meio natural” da cidade. No início da colonização, a ocupação se deu majoritariamente a partir da Zona Central inicialmente (século XVI, XVII e XVIII), sendo ampliada para as zonas Sul (séculos XVIII e XIX), Norte e Oeste (XIX e XX), conforme observado na figura 8.

Todas essas alterações se deram, de forma substancial, a partir da relação entre os morros e os cursos d’água. Conforme visto, vários morros foram explodidos em nome da urbanização e modernização da cidade. Considerável parte do material produzido a partir dos morros foi utilizado no aterro de manguezais, lagoas, rios e cursos d’água, o que alterou a dinâmica original dos canais e produziu outros tipos de solo.

Cabe ressaltar a densidade de cursos d’água que deságuam na Baía de Guanabara nessa porção da cidade (figura 9).

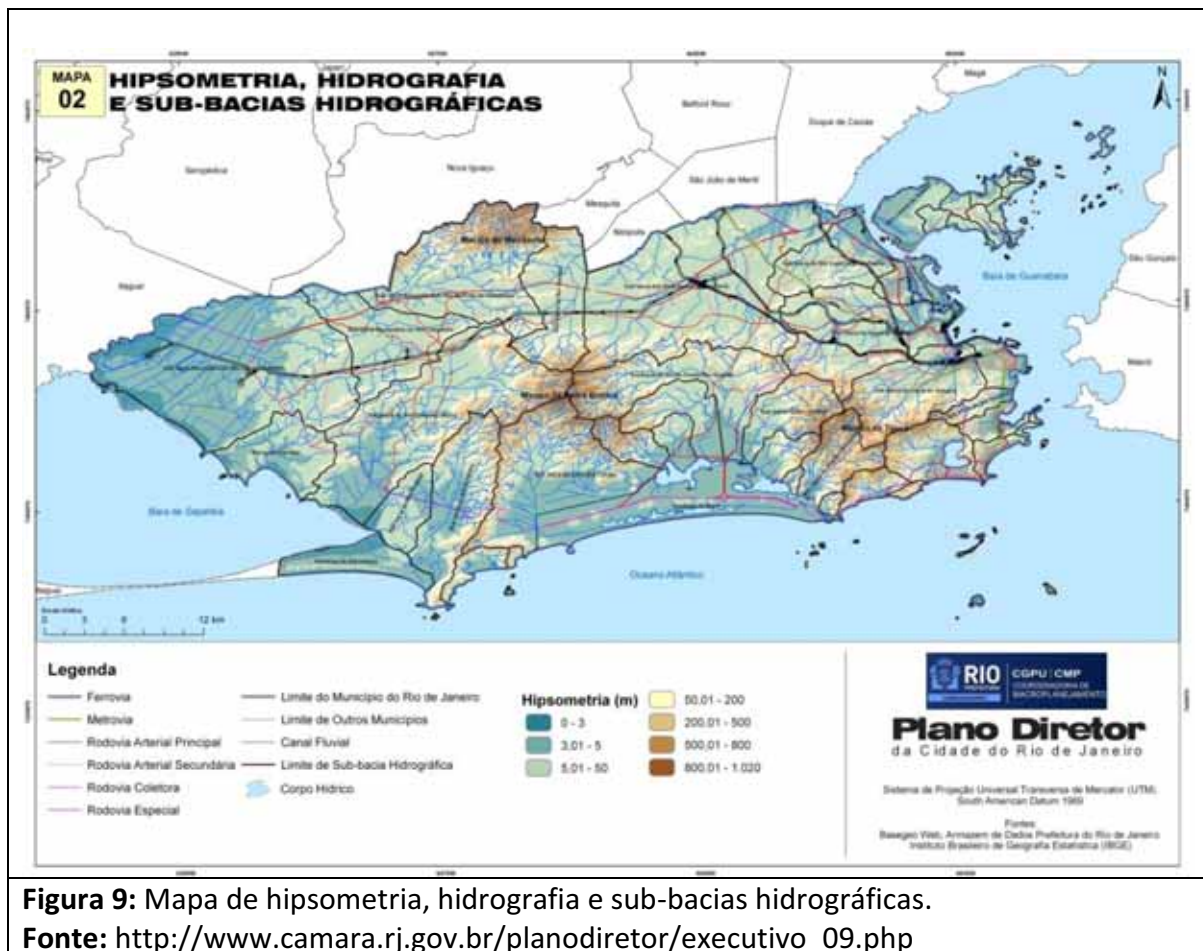


Figura 9: Mapa de hipsometria, hidrografia e sub-bacias hidrográficas.

Fonte: http://www.camara.rj.gov.br/planodiretor/executivo_09.php

Ao abordarem a relação entre o Rio de Janeiro e a sua orla, Andreatta *et al.* (2009) relataram que, na zona central do Rio, os atributos dessa relação se alteraram no século XX. A cidade expandiu-se, tornando-se metropolitana e, ao redor da Baía de Guanabara, desenvolveu-se um complexo marítimo-industrial importante, com as usinas de Manguinhos e Duque de Caxias. Porém, não foi apenas a dinâmica urbana em seu sentido de funções e processos que foi alterada. Os processos de alteração morfológica/fisiográfica em partes do terreno da cidade prosseguiram no decorrer do século XX, desde suas primeiras décadas.

Em 1908 houve a Exposição Universal, que comemorava o centenário da abertura dos portos e apresentava a produção natural e manufaturada do país, bem como a reurbanização da nova capital da República. Os autores destacam:

Um fato associado à Exposição Universal de 1908 é paradigmático dessa cidade que vai construindo sua própria morfologia e, com repetidos aterros, vai mudando suas praias de lugar, avançando mar adentro (p. 8).

Para a realização da exposição, foi criada uma praia artificial: a Praia Vermelha, com material extraído do Pão de Açúcar. Este aterro uniu essa unidade do relevo à cidade. Pouco mais de dez anos mais tarde, nos anos 1920, uma empresa privada realizou um aterro de 2km² de extensão para a criação do bairro da Urca. Essa empresa, ao mesmo tempo em que exercia o papel de conquista do território para além da linha da costa, também funcionava como operadora imobiliária, o que já demonstra os principais agentes hegemônicos de produção do espaço urbano na cidade do Rio de Janeiro. Essa expansão foi caracterizada como um marco para a nova orientação de crescimento da cidade: para a zona sul, principalmente para as praias oceânicas.

Ainda na década de 1920, o Morro do Castelo, sede da fundação da cidade, foi demolido para dar lugar à Exposição comemorativa do Centenário da Independência, em 1922. Foram avançados cerca de 67 mil m² para o mar. Vinte anos depois, ali se construiu o aeroporto Santos Dumont, ampliando ainda mais a área de aterro para o mar.

Com o aterro oriundo do Morro do Castelo, houve o saneamento e urbanização da Lagoa Rodrigo de Freitas, com a criação do Jardim de Alah, continuando a expansão para a zona sul. A sequência era os bairros da Glória, Flamengo e Botafogo, incluindo a arborização das ruas da borda litoral. O crescimento urbano de Botafogo, ainda no século XIX, junto a fama que foi adquirindo a praia de Copacabana, possibilitou a abertura de um acesso urbanizado em 1855 – a ladeira dos Tabajaras, que viabilizou a construção das primeiras casas.

O cais de pedra construído para reter as ressacas delimitou a avenida da orla marítima delimitou a construção da Avenida Atlântica, marcando, assim, a moda do banho de mar no Rio de Janeiro (ANDREATTA *et al.*, 2009) (figura 10).



Praia de Copacabana – 1893



Praia de Copacabana -1927



Praia de Copacabana – 1956



Praia de Copacabana - 2007

Figura 10: Sequencia das modificações na orla da praia de Copacabana (respectivamente: 1893, 1927, 1956 e 2007).

Fonte: ANDREATA *et al.*, 2009.

O pós-guerra é marcado por um considerável crescimento imobiliário, que prosseguiu com as operações de aterro da costa e construção de túneis, com o objetivo de vencer a topografia, sempre em direção à zona sul. Ampliou-se o Túnel Novo (para além da Urca) e, na década de 1970, foram iniciadas obras em Copacabana para saneamento (com o objetivo de atender toda a zona sul), a ampliação da Avenida Atlântica e o alargamento, através de aterramento, do cordão de areia da praia de Copacabana.

No início da segunda metade do século XX, com uma população aproximada de 2,5 milhões, o deslocamento da capital do Rio de Janeiro para Brasília faz com que a cidade passe por um período de transição. O governo de Carlos Lacerda (primeiro governador eleito do período) promoveu intensas campanhas para obras de saneamento e urbanização da cidade. A mais notável delas foi o Aterro do Flamengo, em 1964. A Glória também foi aterrada neste período, com o desmonte do Morro de Santo Antonio, que concedeu material para aterrar toda a faixa da Glória – Flamengo – Botafogo.

O fortalecimento da matriz rodoviária faz com que a cidade presenciasse a criação de redes arteriais viárias. No final dos anos 1960, a construção do Elevado da Perimetral viabilizou a conexão entre os eixos norte-sul, passando pelo Centro e beirando a costa, também servindo como conexão com a Ponte Rio-Niterói, criada nos anos 1970. Nessa década, ampliou-se o anel viário litorâneo, com o alargamento de Copacabana, Ipanema e Leblon. A criação da auto estrada Lagoa-Barra, nesse período, viabilizou a expansão e desenvolvimento de toda a região da Baixada de Jacarepaguá.

Ainda que a Constituição de 1988 e as leis municipais e estaduais de preservação e proteção ambiental tenham proibido a transformação da morfologia costeira da cidade, por outro lado, outras partes da cidade passam alterações até os dias atuais.

Conforme Andreatta *et al.* (2009), a paisagem urbana do Rio de Janeiro pode ser considerada um paradoxo. Reconhecida que é, em nível mundial, por suas características naturais, ela foi, como talvez pouquíssimas cidades do mundo, resultado de alterações radicais da sua topografia original. São, assim, diferentes as naturezas do Rio de Janeiro.

Seja para contemplar os anseios da corte e das elites coloniais, seja para alimentar o mercado imobiliário ou mesmo para dar suporte às indústrias crescentes, um sem-número de canais, lagoas, rios, manguezais foram aterrados, e morros foram implodidos em determinados períodos da história e as costas, majoritariamente, de novas áreas a serem apropriadas. De acordo com Abreu (2006), no Rio de Janeiro a natureza encontra a história. E foi às custas de

relações extremamente predatórias com essa natureza que o espaço urbano do Rio de Janeiro vem sendo historicamente produzido.

1.2. Sobre vulnerabilidade, risco e episódios extremos

1.2.1. As geografias da vulnerabilidade e do risco

A partir da década de 1960, com a emergência dos movimentos ambientalistas, tem crescido a percepção de que são cada vez mais frequentes as grandes calamidades. Não só aquelas de origem “natural”, como as chuvas torrenciais, furacões, terremotos e vulcanismos, mas aqueles de origem “social” também têm merecido destaque, como as guerras, a fome, a miséria, a pobreza urbana, as situações de insalubridade as quais vivem a maior parte da população mundial, etc.

Pode-se dizer que tais acontecimentos rebateram nas ciências em geral, e nas ciências sociais em particular, principalmente com relação as suas matrizes teóricas e epistemológicas. Com o surgimento das diferentes vertentes da teoria social crítica, sobretudo aquelas pautadas na desigualdade enquanto elemento central da análise, a compreensão da sociedade se complexifica e novos conceitos são colocados à prova nessa análise.

Uma delas é a associação profunda entre risco e vulnerabilidade nas suas dimensões socioeconômica e civil (KOWARICK, 2009). A violência e a atuação truculenta dos aparelhos de Estado comparecem de forma cotidiana nas grandes metrópoles como produto dessa vulnerabilidade civil. O modo capitalista de produção, baseado na propriedade privada e na divisão do trabalho, traz o desemprego, a ocupação de propriedades alheias, públicas ou privadas, com destinação a moradias precárias nos grandes centros urbanos. Aliás, faz dessa uma realidade cotidiana para a maior parte da população.

As consequências desse processo, decorrentes de uma produção desigual do espaço, são inúmeras e demandam à ciência geográfica outras abordagens sobre as múltiplas facetas do fenômeno urbano. A ocorrência de deslizamentos, chuvas intensas, longos períodos de seca, alagamentos e inundações, noticiada de forma cada vez mais frequente pelos meios de comunicação, tem se constituído em pautas de pesquisa para a ciência geográfica.

A vulnerabilidade apresenta-se, assim, como a possibilidade – historicamente determinada – de ocorrência de um desastre. Nesse sentido, ela se constitui na medida do risco, outro conceito basilar nos estudos sobre o ambiente na contemporaneidade.

Ao trazer a tona uma reflexão sobre o meio ambiente urbano, Souza (2000) afirma que os impactos ambientais negativos são extremamente diferenciados no espaço. Assim como os impactos também são diferenciados, na mesma medida, a capacidade de regulação do modo de produção via Estado ou via mercado, deflagrando a atuação hegemônica de certos grupos sociais. Assim como na abordagem econômica, se faz necessário a identificação desses agentes, pois a pobreza e o risco ambiental acabam por apresentar uma relação indissociável.

Nesse contexto, expressões como “fator antrópico” e “ação humana”, comumente utilizadas no vocabulário científico ambiental contemporâneo, não permitem uma verdadeira compreensão da natureza da “questão ambiental”. A complexidade da questão, segundo Souza (2000), poderá ser desvendada a partir de uma análise profunda dos fatores que conduzem, por exemplo, à segregação socioespacial, que, por conseguinte, produzem problemas como desmatamento de encostas e interrupção de caminhos naturais de drenagem das águas pluviais.

De acordo com Mendonça (2011), a vulnerabilidade socioambiental urbana está profundamente atrelada a uma série de questões políticas, econômicas, culturais e tecnológicas que explicitam diferentes condições de fragilidade de grupos aos riscos. Porém, o planejamento urbano acaba por negligenciar a dimensão climática na cidade, abrindo um canal para que os impactos desencadeados por algum de seus elementos seja sentido de forma profunda principalmente nas grandes metrópoles.

Giddens (2002), ao analisar as sociedades tradicionais (o que considera como pré-modernas, precedentes à industrialização), constata a inexistência de uma compreensão do risco. Em seu lugar, essas sociedades relegariam aos deuses, ao destino ou ao passado os infortúnios sofridos por elas. As rupturas e impactos causados não só pela “natureza”, mas pelos grupos sociais, a essa época, teriam uma explicação ligada à dimensão astrológica.

Para o autor, contemporaneidade seria marcada como o período do fim da natureza, no qual poucos aspectos do ambiente material que nos envolve deixaram de ser afetados pela sociedade. Teríamos passado de uma compreensão de “o que a natureza poderá fazer de nós” para “o que fizemos da natureza”.

Na medida em que os riscos provenientes de uma natureza “natural” diminuem e/ou se extinguem, os riscos produzidos pela sociedade ganham centralidade, marcando a transição de um risco “externo” (natureza) para um risco fabricado (produzido socialmente). Para o autor, nossa época não é mais perigosa que a de gerações precedentes, mas vivemos em um mundo

em que perigos criados por nós mesmos são tão ameaçadores quanto perigos externos (natureza).

Nos dias atuais, o risco constituir-se-ia em elemento central de uma sociedade que tentaria ativamente romper com seu passado, por mais que, segundo Giddens (2002), ainda resista algum apreço pelas explicações dos desastres socioeconômicos e ambientais produzidas pela astrologia.

Os estudos sobre a chamada “natureza na cidade” têm sido, nos últimos anos, relativamente frequentes na Geografia, principalmente na chamada “Geografia Física”.

Discussões como a valoração ambiental e o “verde” também têm comparecido de forma crescente nos estudos urbanos. Por outro lado, quando se busca analisar essa questão sob a perspectiva da “Geografia Física”, o que tem se destacado com relação ao urbano são os estudos sobre os impactos ambientais, deslizamentos de encostas, episódios de chuva extrema e afins. Essas abordagens consideram a sociedade enquanto fator externo ao problema.

É nessa esteira que Monteiro (1991) destacou a importância dos estudos da dinâmica climática e, principalmente, das suas excepcionalidades em Geografia. Para o autor, a partir dos estudos climáticos pode-se observar como os estados de tempo oscilam e produzem “acidentes” que não podem ser considerados excepcionais, fora do padrão e, assim, desconsiderados na análise. Os desvios mais graves, que quase sempre ocasionam catástrofes, devem ser considerados justamente por suas repercussões socioespaciais. Conclui-se, a partir da sua abordagem, que a excepcionalidade do clima é uma das importantes formas de estabelecer relações entre os elementos climáticos, a ciência geográfica e as dinâmicas da sociedade.

A partir do arcabouço da ecologia política e em coadunação com as perspectiva anteriores, Coelho (2005) complexifica a análise do impacto ambiental ao afirmar que ele não é apenas um **resultado** de uma determinada ação realizada sobre o ambiente, mas é uma **relação**. Ao defini-lo enquanto tal, se compreende que o impacto está, portanto, em movimento todo o tempo, sendo recriado e produzido em diferentes lugares segundo as diferentes relações de classe no processo de produção do espaço. Admite-se, então, que o impacto é um produto social historicamente produzido.

Segundo a autora, os estudos de impactos ambientais urbanos como um processo dependem da compreensão da história da sua produção, do modelo de desenvolvimento

urbano e dos padrões internos de diferenciação socioespacial. O risco e susceptibilidade aos impactos, assim, é historicamente determinado.

É nessa esteira que se apresenta o conceito de risco, que vem sendo apropriado nos estudos geográficos ambientais na contemporaneidade. Longe de apresentar uma definição única, o conceito de risco possui diferentes apropriações por diferentes campos do conhecimento e cada um deles imprime seus objetivos e preocupações tanto no que se refere a objetos de estudo quanto a características de seus referenciais teóricos e metodológicos. Essa polissemia acaba por ser motivo de aprofundamento quando o conceito de risco passa a figurar nos estudos da Geografia.

Contando com diversas definições, de acordo com Castro *et al* (2005), o risco *latu sensu* refere-se à probabilidade de ocorrência de alguns tipos de processos no tempo e no espaço. Tais processos não seriam constantes e nem determinados. No campo da engenharia, definir-se-ia o risco como a probabilidade de ocorrência do desastre. Ambas as definições teriam como condição para sua definição o fato de afetar direta ou indiretamente a vida humana.

Segundo Nunes (2009), o risco é compreendido como a probabilidade de ocorrência de danos a partir da ocorrência de um evento deflagrador (seja natural ou não), atrelado a condições de vulnerabilidade da população. Isso revelaria o quanto um sistema social é capaz (ou não) de enfrentar e/ou superar os efeitos da exposição dos grupos sociais a mudanças inesperadas.

O grau do risco e a intensidade dos impactos são constituídos em função da qualidade de estruturação do espaço e das formas de ocupação do território. O empobrecimento de parcelas significativas da população, a falta de infra-estrutura urbana adequada e a ineficiência dos sistemas emergenciais acabam por aumentar a vulnerabilidade – e conseqüentemente, o risco - da população, sujeita a perigos de várias origens.

Para Beck (2007), o risco é definido enquanto possibilidade de ocorrência de desastres, que cresce em função da vulnerabilidade. Isso tem caracterizado a sociedade contemporânea. Essa possibilidade pode aumentar ou não em função de fatores desencadeadores, tal como a chuva por exemplo. Para o autor, a redução da vulnerabilidade da população urbana às dinâmicas climáticas demandam alterações estruturais na gestão do espaço geográfico.

Entretanto, Veyret (2007), ao tratar da percepção do perigo, chama atenção para o risco enquanto uma construção histórica. Tal construção não precisa ser necessariamente objetiva e material, já que os acontecimentos gravados na memória coletiva o são, sobretudo por conta

das consequências calamitosas do desastre. Para a autora, o risco acaba por se constituir em uma construção social, histórica e sua mensuração se dá pelo grau de vulnerabilidade dos lugares – emergem, nessa concepção, a interdependência dos conceitos de risco e vulnerabilidade, bem como a sua produção social/coletiva e histórica.

Segundo Cutter (1996), a partir de um histórico do conceito de vulnerabilidade pode-se estabelecer três linhas de abordagem: a vulnerabilidade como condição pré-existente, a vulnerabilidade como resultado de impactos e a vulnerabilidade inerente ao local. Destaca-se a terceira abordagem como fundamental para a ciência geográfica, já que ela conta com a demarcação da importância do espaço geográfico na produção da vulnerabilidade.

Cidade (2013) reafirma a importância da componente espacial na construção do conceito de vulnerabilidade, o que denota a sua importância para a ciência geográfica. Segundo a autora, a dimensão físico-natural é ultrapassada por uma análise mais complexa do fenômeno espacial, considerando fatores como pobreza, segregação, entre outros de origem “social”.

Não se pretende, aqui, ignorar ou desconsiderar elementos do suporte biogeofísico da cidade. Ana Monteiro (2009) afirmou que o alheamento progressivo do urbano em relação às componentes do ecossistema diminuiu a capacidade dos cidadãos de se recuperarem de episódios de chuvas intensas, por exemplo. A autora aponta ainda que a vulnerabilidade das cidades aos riscos climáticos cresce na medida em que a alienação do desenho urbano face ao sítio e posição geográfica também crescem. O que se busca é desvendar a complexidade das dinâmicas sociais desse alheamento, que possui intencionalidades em relação a diferentes agentes produtores do espaço.

As áreas de risco, de maior vulnerabilidade, possuem profunda relação com os padrões de produção do espaço em todas as escalas. No caso do espaço urbano do Rio de Janeiro, a escala do intra-urbano também permite visualizar a espacialidade das desigualdades sociais de forma contundente quando se observa os locais impactados por eventos de natureza hidrometeorológica e a natureza dos danos.

Reafirma-se a importância de se considerar o risco e a vulnerabilidade enquanto elementos fundamentais das dinâmicas da produção capitalista do espaço urbano. Esses conceitos são entendidos como histórica, social e coletivamente produzidos de forma contraditória e expressam espacialmente a desigualdade. Eles se constituem em importantes chaves de leitura desde os estudos sobre as dinâmicas da natureza na Geografia.

1.2.2. Uma reflexão sobre inundações, alagamentos e episódios extremos

De Martonne (1944) considerava que o modelado tropical na zona costeira brasileira tinha importância fundamental no regime climático dessa região. Para o autor, era muito viva no Brasil a impressão de um modelado diferente das regiões temperadas europeias, sobretudo pela existência dos pontões rochosos com paredões bem inclinados que se erguiam ao pé do mar.

Por conta da peculiaridade do relevo, os climas do Brasil tropical atlântico foram considerados pelo autor bastante numerosos. No caso específico das áreas litorâneas, De Martonne (1944) definiu como o clima das Serras Litorâneas aqueles em que permanecem as condições de calor e umidade elevadas, com totais de precipitação pluviométrica à barlavento bastante significativos e passíveis de desencadear desastres relacionados a movimentos de massa, alagamentos e inundações.

No que se refere aos desastres de natureza hidrológica em escala mundial, uma busca no glossário virtual do EM-DAT permite verificar que a base de dados toma como **inundação** (*flood*) um significativo aumento no nível de água em córregos, lagos, reservatórios ou em regiões costeiras⁴.

No caso brasileiro, de acordo com Tominaga (2009), os principais desastres estão relacionados à dinâmica externa da Terra, como inundações, enchentes, escorregamentos e tempestades.

A região Sudeste é aquela que registra maior frequência de notificações de desastres ligados a deslizamentos e inundações, crescentes a partir da década de 1960. Tominaga (2009) afirma que este aumento está atrelado ao intenso processo de urbanização verificado no país nas últimas décadas. Intervenções como desmatamentos, aterros, alteração na drenagem e afins foram realizados, em sua maioria, sem a implantação de infraestrutura adequada. Segundo a autora, os municípios mais atingidos por desastres naturais localizam-se nos estados

⁴ *Flood: significant rise of water level in a stream, lake, reservoir or coastal region.*

Flash flood: rapid inland floods due to intense rainfall. A flash flood describes sudden flooding with short duration. In sloped terrain the water flows rapidly with a high destruction potential. In flat terrain the rainwater cannot infiltrate into the ground or run off (due to small slope) as quickly as it falls. Flash floods typically are associated with thunderstorms. A flash flood can occur at virtually any place.

General flood: gradually rising inland floods (rivers, lakes, groundwater) due to high total depth of rainfall or snowmelt. A general flood is caused when a body of water (river, lake) overflows its normal confines due to rising water levels. The term general flood additionally comprises the accumulation of water on the surface due to long-lasting rainfall (water logging) and the rise of the groundwater table above surface. Furthermore, inundation by melting snow and ice, backwater effects, and special causes such as the outburst of a glacial lake or the breaching of a dam are subsumed under the term general flood. General floods can be expected at certain locations (e.g. along rivers) with a significantly higher probability than at others (EM-DAT, 2014), tradução livre.

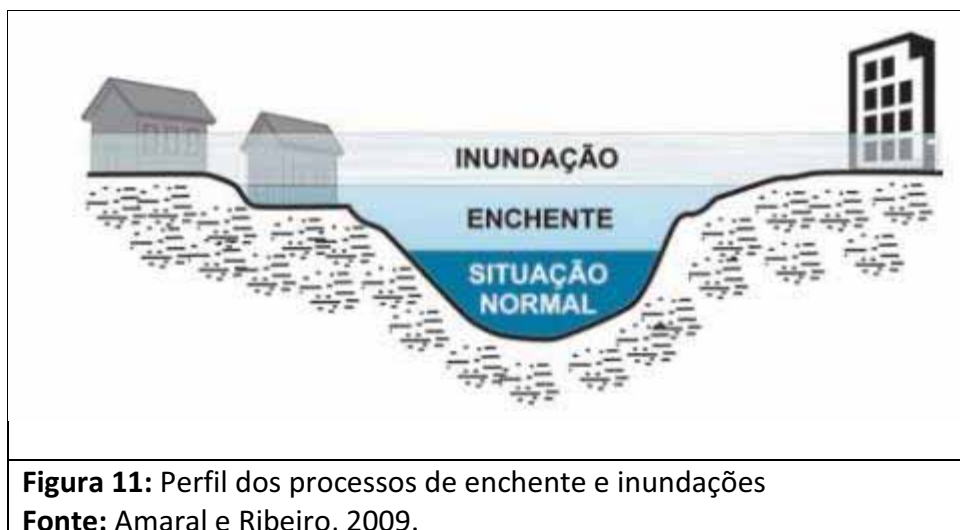
de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Paraíba e Ceará – maior parte deles localizados na zona costeira.

Segundo a autora, estes fenômenos possuem profunda associação com eventos pluviométricos intensos e/ou prolongados, nos períodos chuvosos que correspondem ao verão na região sul e sudeste e inverno na região nordeste.

Ainda de acordo com o EM-DAT (2014), episódios como **inundações gerais** (*general flood*) também são considerados na análise como atrelados ao aumento do nível em corpos d'água existentes. Já a denominação **inundações rápidas** (*flash flood*) buscam abarcar aqueles fenômenos em que um considerável volume de água é precipitado, podendo desencadear inundações. Entretanto, essas inundações não precisam, necessariamente, ocorrer em rios, córregos ou lagos. Situações em terrenos nos quais a água tem dificuldades de infiltração e é acumulada na superfície também são incluídas na categoria de inundações. Assim, desastres de natureza hidrometeorológica foram contabilizados nessa categoria.

Para Amaral e Ribeiro (2009), inundações e enchentes se constituem em eventos naturais que ocorrem com frequência em cursos d'água. Geralmente são desencadeadas por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração. Elas estão inseridas no que se chama de perigos ambientais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica.

A magnitude e frequência das inundações está relacionada com a intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração da água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem. Para os autores, estes processos estão associados a cursos d'água. Conforme a figura 11, com a ocupação das planícies de inundação e impermeabilização do solo nas áreas de encosta, o escoamento superficial acontece com maior velocidade, causando as inundações.



Segundo Amaral e Ribeiro (2009), o Ministério das Cidades define os seguintes conceitos:

Inundação: transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea;

Enchentes ou **cheias:** elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar;

Alagamento: acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem;

Enxurrada: escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais.

Enquanto condicionantes naturais desses processos, os autores apontam as formas do relevo, as características da drenagem da bacia hidrográfica, a intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas, as características do solo e teor de umidade e a presença ou ausência da cobertura vegetal. Como condicionantes antrópicos, apontam o uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água, a disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água e alterações nas características da bacia hidrográfica e cursos d'água (canalização, retificação, vazão, impermeabilização do solo etc) e erosão e assoreamento.

Para Amaral e Ribeiro (2009), as enchentes e inundações estão, necessariamente, associadas à presença de cursos d'água, enquanto os alagamentos e enxurradas não dependem da proximidade de cursos d'água para ocorrer. A ausência de drenagem e fatores como o tipo de uso do solo são determinantes para estes processos.

A definição de Souza (2005) para enchentes também é atrelada a dimensão dos canais fluviais. Para a autora, as enchentes se constituem no transbordamento dos canais fluviais sobre terrenos com ocupação antrópica marginal. A potencialização do risco e do dano depende da intensidade das chuvas, da fragilidade ambiental e da vulnerabilidade da área em função do uso do solo.

Nos estudos geográficos, sobretudo aqueles oriundos da área da Climatologia já citados neste trabalho, a relação entre precipitação e fenômenos hidrometeorológicos como inundações, alagamentos, enchentes e enxurradas parte da análise qualitativa através da mídia (notícias em jornais) e/ou dos órgãos como a Defesa Civil. Principalmente com relação aos jornais e revistas, a preocupação com cada um desses conceitos não necessariamente se faz presente. Por vezes, fenômenos citados como alagamentos (definições que não apresentam qualquer atrelamento a cursos d'água) se constituem em enchentes (transbordamento do canal fluvial).

Existe, assim, a dificuldade em se estabelecer o que é cada conceito quando da análise dos fenômenos em relação à mídia e outros meios de identificação que não estão totalmente integrados às definições acadêmicas.

Nesta dissertação optou-se por tomar a definição colocada pelo EM-DAT, para *flash floods*. Tendo em vista que o input qualitativo de dados do trabalho não compreende a definição conceitual de alagamento e inundação nos marcos acadêmicos (muito em parte por conta dos jornais não terem essa necessidade e nem esse objetivo), o *flash flood* permite que se possa identificar episódios de inundação rápida em espaços próximos ou não a cursos d'água e que geram transtorno no espaço urbano. Assim, a relação entre precipitação pluviométrica e espaço urbano se estabelece para a definição dos limiares de chuva que podem desencadear *flash floods*.

Os limiares para a definição do que são eventos intensos e/ou extremos de chuva são dos mais variados na literatura. Ao estudar o sudeste dos Estados Unidos, Konrad II (1997) considerou enquanto episódio extremo a altura de 50mm de chuva precipitado em até 6h. Na série histórica em análise, o autor identificou 312 eventos.

Para Chaves e Cavalcanti (2000), em estudo sobre as chuvas extremas no sul do Nordeste do Brasil, os autores categorizam como evento extremo um episódio no qual tenha sido precipitado 300% de chuva acima da média diária climatológica, com persistência de mais de três dias e que tenha sido comum a mais de duas áreas homogêneas do Nordeste.

Carvalho *et al.* (2002) atribuíram como extremo apenas aqueles dias (24h) nos quais foram precipitados pelo menos 20% da chuva prevista para toda a estação. Foi considerada no estudo a previsão para os meses característicos do verão (dezembro, janeiro e fevereiro) numa série histórica de 1979 a 1996. 214 eventos extremos foram encontrados em 115 estações de todo o sudeste da América do Sul. Os autores encontraram forte relação entre os extremos com processos convectivos, o que não necessariamente ocorreu em todas as estações meteorológicas. Em suma, a influência da orografia se fez importante na distribuição espacial das chuvas extremas.

Genovez e Zuffo (2000) analisaram diferentes equações de intensidade de precipitação para o estado de São Paulo e realizaram a comparação destas, com o objetivo de estimar chuvas em locais sem dados. Para os autores, a maioria das equações que se baseiam em relações entre chuvas intensas de diferentes durações buscam uma abordagem regional. Características mais locais, como orografia, orientação de vertentes, características vegetacionais, entre outras, são suplantadas e/ou desconsideradas, mascarando a realidade da dinâmica de cada local. Assim, os autores ressaltaram a necessidade de se estimar a intensidade e a sua relação com outros fatores que são, principalmente, de natureza geográfica.

Nesse sentido, várias são as equações para se analisar a intensidade, de acordo com a geografia dos lugares. Para o Rio de Janeiro, o eng. Ulysses M. A. Alcântara desenvolveu a equação de intensidade das chuvas, a saber:

$$i = 1239.T^{0,15}/(t+20)^{0,74}, i - \text{mm/h};$$

onde:

i = intensidade média em milímetros por minutos ou milímetros por hora;

t = tempo de duração da chuva em minutos;

T = tempo de recorrência em anos;

A, b, c, d, e, m, n e r – parâmetros definidos a partir de observações básicas para a elaboração da equação.

Os valores adotados para chuva intensa, diante da comparação com outros limiares, são apresentados a seguir.

Quadro 5: Valores adotados para precipitação mínima considerada como chuva intensa		
Duração (min.)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
15	15	60
30	20	40
60	25	25
120	30	15
180	33	11
240	35	8,8
360	38	6,3
480	40	5
720	45	3,7
1440	50	2,8
Fonte: http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dren02.html		

Conforme exemplificado no quadro 5, todas essas definições de limiares para o que se pode denominar “eventos extremos” se pautaram no caráter quantitativo da precipitação pluviométrica. Ou seja, foram utilizados os totais de chuva que excederam (por vezes, em muito) os valores médios, ou que tivessem ocorrência temporalmente concentrada (picos de chuva em poucas horas).

Sobre o estudo de eventos extremos na Geografia, Vicente (2004) propôs a análise dos eventos extremos de chuva na região metropolitana de Campinas a partir dos valores totais de chuva. A autora delimita 50mm precipitados em 24h como o valor mínimo considerado para definir um episódio extremo. A série histórica utilizada foi de 40 anos (de 1959/60 a 1998/1999), dentro da qual foram identificados apenas três episódios. A partir desse limiar de chuvas definido estatisticamente, Vicente (2004) procedeu à análise qualitativa dos impactos no espaço geográfico da área em estudo, e verificou que as áreas periféricas e favelas eram as mais afetadas por episódios de chuva intensa. Os bairros classe média também foram afetados. Entretanto, a natureza do dano foi diferente. Enquanto as camadas populares apresentavam perdas materiais consideráveis e óbitos, bairros de população mais abastada sofreram com transtornos como alagamentos e inundações, com relativamente poucas perdas materiais.

Silveira (2007) partiu das repercussões de episódios de chuva para analisar a gênese das inundações em São Sepé – RS. A autora buscou as inundações e alagamentos noticiados na imprensa local como os de maior impacto no urbano. Ela encontrou episódios de grande repercussão causados por 38mm de chuva em 24h, e classificou as inundações quanto à sua gênese, em três grupos: aqueles relacionados às passagens frontais rápidas; os relacionados às

frentes estacionárias e os relacionados a instabilidades tropicais associados a frente polar. O primeiro e o terceiro grupo de episódios foram caracterizados como geradores de chuvas intensas e rápidas, enquanto que aqueles ocasionados por frentes estacionárias apresentavam vários dias de precipitação fraca e moderada.

Lima (2012) também partiu das notícias de jornal para buscar a gênese das chuvas que causavam impactos na cidade média de São Carlos – SP. O autor encontrou episódios de repercussão desencadeados por chuvas de 30mm em 24h, e apontou as dinâmicas da produção do espaço urbano como grandes chaves analíticas dos impactos das chuvas na cidade.

Ainda nessa perspectiva, Collischonn (2009) analisou os episódios de enchentes na cidade de Venâncio Aires – RS. A autora encontrou casos de inundações causados por episódios de 30mm de chuva. Foi encontrada profunda associação entre a impermeabilização do solo urbano e as enchentes.

Gonçalves (2003), ao analisar os episódios causadores de inundações em Salvador – BA, também sinaliza a importância de se considerar a dinâmica urbana nos episódios de inundação. A autora encontrou impactos na cidade com chuvas menores que 40mm em 24h.

Ao estudar Florianópolis, Oliveira e Herrmann (2005) identificaram que episódios pluviais frequentemente desencadeiam enchentes e alguns escorregamentos na área de estudo. Segundo os autores, além dos mecanismos de circulação atmosférica característicos da Região Sul favorecerem chuvas fortes principalmente na primavera e no verão, nas áreas urbanizadas não é necessário a ocorrência de índices de precipitação excepcionais para que ocorram impactos e desastres. No caso de Florianópolis, totais diários inferiores a 40mm, antecedidos por dias chuvosos, ou em torno de 40mm concentrados em poucas horas foram suficientes para provocar enchentes e escorregamentos, principalmente nas áreas de baixada (no caso das enchentes).

Oliveira e Herrmann (2005) salientam que a ênfase dada ao natural no discurso ambiental acaba por escamotear a desigualdade socioespacial embutida num processo de urbanização que se realiza de forma desigual e combinada. A qualidade ambiental urbana, que deveria simbolizar uma boa qualidade na infra-estrutura à disposição de todos os cidadãos, qualidade do ar, das águas, da cultura, da paisagem, acaba por se constituir num indicador dessa desigualdade social.

A relação entre chuva e alagamentos e inundações urbanas foi estudada no Rio de Janeiro por Brandão (2005). Segundo a autora, sua posição latitudinal interfere diretamente

nos sistemas geradores das chuvas, uma área transicional de conflito entre sistemas polares e intertropicais. Os maciços litorâneos também interferem diretamente no regime de chuvas da cidade.

Segundo Brandão (2005), justamente por conta da sua situação tropical, eventos pluviais intensos atingem com frequência a cidade do Rio de Janeiro. Sobretudo a partir dos anos 60, as chuvas de verão têm sido encaradas como as principais geradoras de transtornos ligados a alagamentos na cidade. Ao analisar os desvios pluviométricos anuais, a autora destaca o aumento dos desvios negativos pequenos e moderados. Entretanto, os desvios positivos grandes (com mais de 30%) foram mais expressivos, com o aumento de concentração das chuvas na estação chuvosa, ainda que os desvios negativos comparecessem de forma mais pronunciada na sua análise.

Considera-se que a ocorrência de eventos de chuva extrema (acima da média ou dos padrões da dinâmica do local em análise) necessariamente desencadeia uma série de transtornos, sobretudo em áreas urbanas com alta impermeabilização do solo e descaracterização das bacias, nas proximidades de córregos e rios.

Porém, uma análise que parte da perspectiva teórica da Geografia do Clima (SANT'ANNA NETO, 2001a, 2008) demanda um olhar para além dos valores médios e absolutos de precipitação. Os estudos realizados no campo da Geografia sinalizaram a importância de se considerar o espaço geográfico em sua produção contraditória e desigual na análise dos eventos extremos – ao menos na perspectiva do impacto (sejam eles inundações, enchentes, alagamentos, deslizamentos ou demais transtornos como acidentes de trânsito e afins).

O referencial faz com que sejam significativas as diferenças entre o que se pode considerar enquanto extremos meteorológicos – aqueles em que elevados totais de chuva são precipitados num tempo relativamente curto, e os episódios que repercutem no espaço geográfico.

Admitiram-se, assim, dois tipos de análise, dentro daquilo que se denominou “excepcionalidades”. Utilizou-se tanto o mínimo total pluviométrico de 20mm em 24h, quanto a equação desenvolvida pelo eng. Ulysses Alcântara, como eventos passíveis de análise em relação com os alagamentos e inundações no espaço urbano do Rio de Janeiro. A partir disso, foram caracterizados enquanto eventos que desencadearam – e que não desencadearam e/ou tiveram qualquer associação com - impactos que puderam ser identificados no espaço urbano.

Estabeleceu-se, assim, a diferença entre os eventos extremos (aqueles que ultrapassam os valores habituais meteorológicos), e os episódios (aqueles que causaram impactos).

A partir do referencial bibliográfico, observou-se que por vezes chuvas consideradas intensas, com limiares de precipitação relativamente elevados, nem sempre provocam episódios extremos. Torna-se fundamental atrelar informações qualitativas aos dados quantitativos de precipitação para que se possa qualificar a análise geográfica dessas chuvas. Fontes como a Defesa Civil, institutos de geotécnica, secretarias de meio ambiente, secretarias de obras, agências especializadas do poder público, e mesmo a imprensa (mídia impressa, escrita ou audiovisual) são relevantes na identificação e caracterização desses episódios.

Optou-se, nesse sentido, pela utilização dos dados da mídia impressa (Jornal *O Extra*), mídia digital (G1.com, Folha.com, IGsegundo.com) e mapa de pontos de alagamento (2011-2013) produzido pela agência Rio Águas, da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, como subsídio qualitativo para os episódios extremos analisados nesta dissertação.

...nenhum fenômeno da natureza pode ser compreendido, quando encarado isoladamente, fora dos demais circundantes. Qualquer acontecimento natural pode ser convertido num contra-senso quando analisado fora das condições que o rodeiam; ao contrário, se considerado em ligação com os demais poderá ser compreendido e justificado.

Edmon Nimer (1966)

CAPÍTULO 2
DE SEUS CLIMAS (e, principalmente, de sua chuva)

2.1. Dos climas da Geografia à Geografia do Clima

2.1.1. Pelo que há de geográfico no Clima

Enquanto subcampo de conhecimento desenvolvido entre a Meteorologia e a Geografia, em sua gênese (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), alguns autores consideram que a Climatologia durante anos incorreu no estudo da atmosfera de forma estática (ZAVATTINI; BOIN, 2013). O abuso de técnicas estatísticas e outros artifícios matemáticos por pesquisadores pioneiros como Hann e Köppen refletiam a concepção de Climatologia como o estudo dos elementos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera sobre determinado lugar.

Segundo Sant'Anna Neto (2001a), para Köppen, a utilização das médias era a maneira viável de comparação entre os dados meteorológicos, já que a baixa densidade de estações e postos (e, conseqüentemente, de dados que pudessem ser produzidos em abrangência espacial significativa) não permitia uma compreensão mais complexa e particularizada dos climas das regiões. Assim, médias de temperatura, precipitação, umidade, entre outros elementos, eram analisadas em relação com as médias de cada elemento em outros lugares, constituindo assim uma abordagem separativa.

O emprego das médias e as comparações contribuíram como base para sistematização e construção do estudo da Climatologia enquanto campo de conhecimento científico (moderno).

Criticada por Maximilien Sorre, o estudo dos climas sofreu mudanças substanciais, inaugurando-se uma nova forma de se estudar a atmosfera (ZAVATTINI; BOIN, 2013). Sua preocupação com o encadeamento dos estados atmosféricos em processo, ao invés dos valores médios, levou à crítica do que se chamava de uma Climatologia estática para uma Climatologia dinâmica. Uma Climatologia que não fosse baseada nas médias, mas na atmosfera em sua dinâmica, nos tipos de tempo em sucessão, em encadeamento, em seu ritmo. Uma compreensão dos fenômenos atmosféricos e a preocupação com a sua gênese (síntese de múltiplas determinações), e não apenas com seu estado.

De acordo com Sant'Anna Neto (2001a), Sorre não desprezava a importância da média e da estatística nos estudos climáticos. Ele apenas considerava que a sucessão dos tipos de tempo expressaria de forma global a variação do clima. Para Sorre, é a partir dessa

sucessão, baseada nos pressupostos da meteorologia dinâmica, que o geógrafo compreende os mecanismos dos climas.

Na França da década de 1950, Pierre Pédélaborde seguiu os postulados apresentados por Sorre na compreensão do clima como fenômeno geográfico. Para Sant'Anna Neto (2001a), as noções de dinâmica, gênese e ritmo acabaram sendo o fundamento do clima enquanto categoria da Geografia. Ao entender o Clima como totalidade de tipos de tempo, Pédélaborde elaborou, assim, uma classificação sintética das massas de ar, em busca da prevalência de tipos de tempo. No Brasil, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro se diferenciou e construiu, a partir do ritmo, a matriz da Climatologia Geográfica, em que a base de entendimento foi não a totalidade proposta por Pédélaborde, mas o encadeamento dos tipos de tempo.

Segundo Monteiro (2001), a atmosfera possui uma dinâmica oscilante e mutante. Para ele, “a sua mutabilidade constante das condições atmosféricas é o movente por excelência, podendo associar-se ao próprio fluir do tempo que escoar, que flui ininterruptamente”.

Ao partir da crítica de Sorre às concepções estáticas e separativas do Clima, Monteiro construiu a Climatologia Geográfica através de uma série de referenciais: o ritmo sorreano; a concepção de clima como teoria e de tempo como fato, de Leslie Curry; o hibridismo metodológico de Feyerabend; o conceito de tempo e a filosofia do ritmo em Henri Bergson e Immanuel Kant; a teoria da massa polar da escola escandinava, entre outras (SANT'ANNA NETO, 2001a; MONTEIRO, 2001).

Ao sumarizar os fundamentos da Climatologia Geográfica, Sant'Anna Neto (2001a) aponta as bases dessa proposta:

- *Desprezo dos valores médios e a utilização de dados reais, em escala diária, em proveito de uma minuciosa análise da variação dos elementos do clima;*
- *A escolha de períodos - padrão (anual, estacional, mensal e episódico) que seriam capazes de fornecer um quadro dinâmico das situações concretas, demonstrando a amplitude de ocorrência dos tipos de tempo habituais, ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação com capacidade de produzir situações adversas.*

Tributário de Sorre, a crítica às noções separativas e estáticas de Clima que vigoravam desde a sistematização da Climatologia enquanto campo de conhecimento

constitui-se em ponto forte na proposta monteriana de Climatologia Geográfica. Apesar de reconhecer a importância da utilização do tratamento em valores médios em estudos sobre variabilidade, o autor reafirma a centralidade dos dados reais em escala diária. Como se fossem tempos (musicais) constituintes de um ritmo (também musical) (MONTEIRO, 2001), a aquisição decomposta dos elementos da atmosfera em dados, colocados lado a lado no gráfico de análise rítmica, permite aliar a climatologia separativa e estática à climatologia dinâmica em uma análise em movimento.

Ao conferir importância à utilização dos valores “reais” dos elementos do clima, as análises climáticas regionais a partir de uma série histórica de dados demandava a escolha de anos representativos das condições habituais e mesmo excepcionais. Com a utilização de técnicas estatísticas descritivas (notadamente a média e desvio padrão), Monteiro (1969) propôs a escolha de anos-padrão representativos para um estudo detalhado do ritmo climático de determinada localidade.

- A utilização das cartas sinóticas de superfície como subsídio à identificação dos tipos de tempo, possibilitando a relação entre a circulação atmosférica regional com as manifestações individualizadas localmente;

A influência da meteorologia dinâmica trazida por Serra (1941, 1970a, 1970b, 1971), da chamada escola escandinava, permitiu a base para a análise dos sistemas atmosféricos na América do Sul. As cartas sinóticas, aliadas aos demais dados meteorológicos de superfície, cumprem papel fundamental na identificação da gênese dos fenômenos em movimento.

- A elaboração de um ciclo evolutivo da penetração da Massa Polar Atlântica, por considerar a sua presença (ou sua ausência) como o elemento fundamental, composto de três momentos: o prenúncio, avanço e domínio;

De acordo com Nimer (1989), as massas que deixam o continente antártico penetram pelos oceanos, local nos quais sofrem processo de aquecimento e adquirem maior umidade. Esses dois elementos a torna instável e, quando da sua invasão ao continente sul americano, ela pode seguir duas trajetórias diferentes, orientadas pela orografia. A primeira, a oeste dos Andes, e a segunda, sob a forma de grandes anticiclones a leste da cordilheira.

No caso das invasões a oeste dos Andes, os ventos frios da massa polar se encontram com os ventos quentes tropicais continentais, constituindo uma zona chamada de Frente Polar Pacífica. Na segunda trajetória, a descontinuidade térmica advinda do encontro dos

ventos frios da massa polar com os ventos quentes do sistema tropical constitui a Frente Polar Atlântica - FPA (NIMER, 1989).

Ainda que já esteja redefinida a origem das massas polares – todas são oriundas do Oceano Pacífico, da depressão do mar de Weddel, diferenciadas apenas pela sua origem latitudinal -, a questão central que se coloca em sua análise é a importância da consistência do ar polar na gênese das chuvas.

Em estudo pioneiro sobre as chuvas na fachada sul-oriental do Brasil, Monteiro (1969) determina o inverno, na realidade brasileira tropical, a partir da relação entre temperatura e pluviosidade advindas da Frente Polar Atlântica. Após realizar a análise rítmica, o autor identificou que a área de maior atuação (habitual) da Frente Polar Atlântica seria na fronteira entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Em casos de maior homogeneidade e ímpeto do ar polar, as perturbações frontais avançam e ocorrem em latitudes tropicais. Em caso de fraqueza de atividade polar e maior participação do ar tropical atlântico, a atuação da Frente Polar se restringe a latitudes mais elevadas.

Nesse contexto, considera-se que a penetração da Massa Polar Atlântica se reveste de importância fundamental na análise da dinâmica atmosférica do Brasil, sobretudo do centro-sul do país. Da homogeneidade ou a pouca estruturação do ar polar atlântico (na maioria das vezes) resulta a intensidade e frequência dos principais sistemas geradores das chuvas no sul-sudeste. A teoria da massa polar, também advinda da escola escandinava, a coloca como protagonista e determinante da dinâmica atmosférica nessa região do país.

- A análise da sequência e encadeamento dos tipos de tempo, na busca do entendimento das variações locais dentro de um quadro regional, marcado pelas características e influências dos fatores geográficos

Os dados atmosféricos mensurados em superfície, as informações sobre a cobertura vegetal e o relevo, em relação às cartas sinóticas e demais informações meteorológicas e climáticas, se complementam e devem auxiliar para a produção de uma análise baseada na gênese dos fenômenos atmosféricos e sua atuação em determinado lugar. Nesse caso, as informações de superfície são fundamentais. A mensuração dos elementos e sua comparação com outros atributos geográficos de análise permite a visualização espacial da dinâmica climática.

- E, por fim, a tentativa de classificação climática, em bases genéticas e dinâmicas, a partir dos índices de participação dos sistemas atmosféricos atuantes e suas respectivas repercussões no espaço geográfico.

Identificar quais os sistemas que atuam sobre determinado lugar, tanto em seu padrão habitual quanto excepcional, se reveste de caráter geográfico. Saber se é a Frente Polar Atlântica - FPA, ou a Frente Quente - FQ, ou mesmo complexos conjuntos convectivos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, os produtores de chuvas que desencadeiam transtornos no espaço faz parte da essência da Climatologia Geográfica. Para Monteiro (1991), são as excepcionalidades que, por excelência, dotam de geograficidade o fenômeno climático.

A partir dos pressupostos supracitados, com mensurações de elementos climáticos sem relação com os aspectos dinâmicos da atmosfera na produção dos climas (climatologia estática), Monteiro (1969) elabora o gráfico de análise rítmica como representação de uma conjunção de dados meteorológicos e interpretações de cartas sinóticas (climatologia dinâmica) para a compreensão dos tipos de tempo, e, conseqüentemente, do ritmo atmosférico.

Com base nos estudos de Monteiro, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) traçam, a partir das análises dos campos de pressão, os principais sistemas atmosféricos atuantes em escala global. Para o Brasil (quadro 6), a definição e sistematização elaborada por eles são usadas no presente trabalho e estão dispostas a seguir:

Quadro 6: Síntese dos principais sistemas atmosféricos atuantes no Brasil (padrões de circulação secundária)			
Tipo	Nome	Sigla	Descrição
Centro de Ação Positivo	Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul	ASAS	Sistema de pressão mais elevada do que seu entorno (área de divergência do fluxo de ar); geralmente, não possui formação de nuvens
Centro de Ação Negativo	Zona de Convergência Intertropical	ZCIT	Sistema resultante do encontro dos ventos alíseos provenientes de sudeste com os provenientes de nordeste. Também chamado de equador meteorológico.
Centro de Ação Negativo	Zona de Convergência do Atlântico Sul	ZCAS	Banda de nebulosidade constituída em sentido NW-SE, formada, em geral, pela associação da FPA com sistemas convectivos existentes no continente
Massa de ar (faixa equatorial)	Massa Equatorial Continental	mEc	Fruto da divergência dos alíseos (ou doldrums), ela possui elevada temperatura e umidade (devido a sua localização sobre a floresta amazônica e por conta da atuação do ASAS, que canaliza a umidade da ZCIT).
Massa de ar (faixa tropical)	Massa Tropical Atlântica	mTa	Origina-se no centro das altas pressões subtropicais do Atlântico, e possui temperatura e umidade elevadas. Atua, predominantemente, no verão, ainda que a porção litorânea do país tenha seus climas influenciados por ela durante o ano inteiro. Seu avanço pelo continente e a sua conseqüente descaracterização

			(perda da umidade e elevação das temperaturas e pressão atmosférica) podem levar à constituição da mTaC (massa tropical atlântica continentalizada).
Massa de ar (faixa tropical)	Massa Tropical Continental	mTc	Bolsão de ar de características próprias, formado na região central da América do Sul no final do inverno e início da primavera. Geralmente, é quente e seca.
Massa de ar (faixa subpolar)	Massa Polar Atlântica	mPa	Formada no Oceano Pacífico, a mPa é constituída quando atinge os Andes e traça sua trajetória rumo ao continente americano. É fria e possui menos umidade em relação a outras massas de origem tropical. O avanço da mPa para latitudes mais baixas faz com que ela se torne mais úmida e quente, formando a mPt (massa polar atlântica tropicalizada).
Frente	Frente Polar Atlântica	FPA	Formada a partir do encontro da mPa com a mTa, de forma geral traz instabilidade e chuvas na maior parte do país. Suas atuações mais expressivas se dão no inverno e na primavera.
Frente	Frente Fria	FF	Ocorre a partir do encontro do ar frio, denso e pesado, com o ar quente, menos denso e mais leve. Quando da intensa constituição do ar polar, costumam apresentar deslocamento rápido e elevado desenvolvimento vertical nas latitudes intertropicais.
Frente	Frente Quente	FQ	Ocorre quando o ar quente consegue empurrar o ar frio de uma determinada localidade. Marcada por nuvens de grande extensão e chuvas contínuas e de pequena intensidade
Frente	Frente Estacionária	FE	Ocorre quando o sistema frontal permanece sobre determinado lugar por mais de três dias, e pode ter essa característica por conta da força do ASAS, ou mesmo da pouca constituição da mPa.
Frente	Frente Oclusa	OCL	Ocorre geralmente quando a frente fria encontra-se com a frente quente e a FF avança mais rápido que a FQ. Os setores frios anterior e posterior da frente entram em contato e formam a OCL.
Frente	Frente Reflexa	FR	Quando a constituição do ar (geralmente polar) se dá em “ondas”, que se propagam de forma a produzir duas ou mais frentes em sequência, avançando para a mesma direção.
Sistema Convectivo	Instabilidade Tropical	IT	Células de baixa pressão, geralmente formadas no continente ou no litoral em associação com resquícios de baixas pressões de frentes que avançaram.
Fonte: Baseado em Nimer (1989) e Mendonça e Danni-Oliveira (2007)			
Organização: Núbia Beray Armond, 2014.			

Enquanto recurso metodológico, a análise rítmica influenciou diversos pesquisadores em Climatologia até os dias atuais ao buscar retratar que, na escala do ritmo, os elementos atmosféricos influenciam mais diretamente o cotidiano dos grupos sociais e que podem desorganizar o espaço. Para Monteiro, era essencial encontrar o que havia de geográfico no clima.

De acordo com Moreira (2010), Monteiro faz assim a distinção do tratamento do clima na Geografia e na Meteorologia, com a Geografia se apoiando na análise rítmica e se guiando em função das necessidades humanas cotidianas de exploração das possibilidades e limites de extrair a vida do meio através da forma adequada de organização espacial.

Segundo Monteiro (1991):

À medida que se percebem as correlações complexas e uma concepção mais comportamental e complexa do clima é que nos damos conta de como os estados de tempo oscilam, admitem desvios e produzem 'acidentes' que não podem ser considerados excepcionais. Mesmo os mais graves, por vezes catastróficos, se estatisticamente poderiam ser tomados como 'ruído', seu impacto local ou regional e a reação em cadeia que se lhes segue, fazem com que eles não possam ser descartados. E, sobretudo por suas repercussões sócio-econômicas, tanto por injúrias imediatas como pelo efeito de 'desregularização' da produção agrícola, do sistema hidro-energético, da rede de transportes, etc... etc (p. 19)

Para o autor, as repercussões, os impactos de episódios que caracterizam os desvios de precipitação ou de temperatura, por exemplo, parecem ser o que une a relação sociedade e natureza na Climatologia Geográfica.

Em função da influência da dinâmica do clima e do tempo nas atividades humanas, Monteiro elabora o Sistema Clima Urbano - SCU. Tributária da teoria dos sistemas (inspirada em Georges Bertrand e, posteriormente, Viktor Sotchava), o SCU visa compreender a organização climática na cidade, centrada na atmosfera que é considerada como operador (ou elemento de entrada do sistema) para uma análise complexa. Para Monteiro (2003), tudo que não é atmosférico e que existe materialmente no espaço urbano (seres vivos e sociedade) constitui-se em elemento do sistema.

Nesta teoria, Monteiro (2003) propôs três canais de percepção, a partir dos quais se pode identificar a dinâmica climática na cidade: o canal físico-químico (que diz respeito à qualidade do ar); o canal termodinâmico (temperatura) e o canal hidrometeorológico (chuvas e impactos pluviais). Em cada um deles, as dinâmicas sociais e naturais possuem um grau de importância na gênese dos problemas ambientais urbanos. Nos estudos do SCU são realizadas análises episódicas, em escalas diárias e horárias (do ritmo), para mensuração e análise de elementos atmosféricos para cada um dos canais de percepção.

Segundo Monteiro (1969), a abordagem dinâmica não invalida a análise separatista e estática. As duas técnicas andam juntas, apesar de representarem duas propostas diferentes de análise e compreensão do fenômeno climático.

2.1.2. O que há de meteorológico no Clima: a matriz estadunidense e a Classificação Sinótico-Espacial – SSC

Advinda do campo da meteorologia, uma das principais correntes de estudo da atmosfera com relação à superfície é a Climatologia Sinótica. De acordo com Yarnal (1993), enquanto a Climatologia Dinâmica tem como objetivo a investigação de processos e padrões climáticos a partir da análise dos campos de pressão, a Climatologia Sinótica tem como foco as influências da circulação nos padrões meteorológicos. Uma das principais questões desse campo do conhecimento é analisar de que forma as variações na circulação induzem mudanças nos padrões em superfície, camada na qual a sociedade se encontra. Por conta da busca dessa relação, a Climatologia Sinótica tem profundo eco nos estudos climáticos na Geografia.

Desde meados da década de 1950, os cientistas objetivaram identificar como as variações da circulação atmosférica podem causar mudanças na superfície, onde a sociedade se reproduz. Yarnal (1993) define Climatologia Sinótica como “o estudo da relação entre a circulação atmosférica e os climas **locais** ou **regionais**”⁵. Esses estudos propõem realizar uma classificação da circulação atmosférica ao gerar categorias com os elementos climáticos da área de estudo. Os resultados das pesquisas em Climatologia Sinótica consistem, na maior parte, na produção de classificações climáticas. A coleta de dados de superfície permite o estabelecimento de caracterizações de acordo com os diferentes objetivos da pesquisa.

Através da Climatologia Sinótica são geradas classificações de **situações sinóticas** e sua atuação sobre determinado lugar. Essa tradição, ainda de acordo com Yarnal (1993), é consideravelmente diferente daquelas desenvolvidas no continente sul-americano e europeu.

Dentre os primeiros trabalhos, Lamb desenvolveu ao fim dos anos 1970, uma classificação para a Grã-Bretanha baseada na circulação atmosférica (YARNAL, 1993), no qual, ao utilizar cartas sinóticas, produziu sete situações climáticas. Muller produziu oito tipos climáticos baseados na circulação marinha na costa dos Estados Unidos.

Baseado em dados de pressão atmosférica ao nível do mar e observações das direções do vento geostrófico, Trigo e DaCamara (2000) realizaram uma classificação do

⁵ “... the study of the relationship between atmospheric circulation and local or regional climates” (tradução livre).

regime das chuvas em Portugal. Tipos de padrão de circulação foram produzidos ao classificar o vento em altitude em oito subtipos controlados pela sua direção. Os autores encontraram relação entre as diferentes mudanças no padrão espacial de precipitação e no total precipitado com as mudanças da direção do vento geostrófico.

Ao relacionar a direção do vento com os totais e frequência das chuvas, Phillips e McGregor (2001) buscaram identificar as variações espaciais das chuvas sob oito direções de vento (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). Através da geração de um índice de correlação (fator de concentração – *concentration factor*), os autores encontraram fortes relações entre a origem dos ventos e a precipitação sobre o sudoeste da Inglaterra.

Baseadas em diferentes critérios, as classificações são fruto do estabelecimento de valores-padrão de elementos climáticos como a temperatura do ar, a temperatura do ponto de orvalho, a umidade relativa do ar, a direção e a velocidade do vento, a pressão atmosférica, a temperatura da superfície do mar, entre outras. A definição de valores-base e valores-limite para cada um desses elementos e a eleição de qual dos elementos do clima apresentam melhor correlação se dá a partir, em primeiro lugar, do conhecimento climático prévio da área de estudo.

Antes de se proceder à classificação sinótica propriamente dita, são realizados estudos sobre a dinâmica da circulação secundária, as massas de ar e os fluxos atuantes, bem como são adquiridos os valores normais para cada elemento climático de acordo com as escalas temporais admitidas em cada estudo.

Em comparação com a matriz brasileira, de identificação da gênese dos sistemas (abordagem genética do clima), teve-se como proposta para classificação desenvolvida nesta pesquisa aquela baseada na tradição daquilo que se denomina Climatologia Sinótica estadunidense. Optou-se pela incorporação da Classificação Sinótico-Espacial (SSC).

A Classificação Sinótico-Espacial (*Spatial Synoptic Classification – SSC*) foi desenvolvida por Kalkstein *et al.* (1996) e refinada em Kalkstein *et al.* (1998) e Sheridan (2000 e 2002). Sua proposta teve como objetivo estabelecer uma classificação sinótica para os Estados Unidos, baseada especificamente nos dados de temperatura do ar e na temperatura do ponto de orvalho para produzir os “tipos de tempo” atuantes em escala diária.

Na primeira versão, Kalkstein *et al.* (1998) categorizou os dias utilizando seis tipos de tempo: polar seco (*dry polar* – DP), seco moderado (*dry moderate* – DM), tropical seco (*dry tropical* – DT), polar úmido (*moist polar* – MP), úmido moderado (*moist moderate* – MM), tropical úmido (*moist tropical* – MT) e transicional (TR – *transitional*).

No caso específico do mundo temperado, a definição das estações do ano se dá claramente a partir da temperatura. Com as 4 (quatro) estações do ano bem definidas, o elemento do clima que mais varia, que é mais percebida no cotidiano da sociedade e que interfere diretamente na dinâmica da sociedade que habita essa faixa climática é a temperatura.

A água no sistema climático em escala de tempo meteorológico é mensurada, no SSC, através da temperatura do ponto de orvalho (temperatura na qual o vapor de água que se encontra na atmosfera sofre condensação e passa ao estado líquido).

Ao utilizar termos que se referem, respectivamente, às características de umidade e temperatura, a nomenclatura é claramente definida a partir dos dados de temperatura do ponto de orvalho e da temperatura do ar. Através dessas definições é escolhido os “dias-semente” (*seed days*), que são os dias que apresentam características relativas a cada uma das classificações produzidas.

A massa polar seca - DP representa uma situação em que o ar mais frio e seco atua sobre a área em estudo, com baixa temperatura do ponto de orvalho. Possui pouca cobertura do céu. A massa seca moderada - DM se refere às condições mais secas e quentes, e nebulosidade moderada. O tropical seco - DT está associado às situações sinóticas de ar extremamente seco e quente, sem nebulosidade. A massa úmida moderada - MM representa temperaturas de ponto de orvalho relativamente reduzidas e elevadas temperaturas do ar. O ar polar úmido - MP associa-se a condições úmidas e frias, enquanto o tropical úmido - MT representa uma situação quente, úmida e de elevada nebulosidade. O transicional – TR – representa aqueles limiares de temperatura e temperatura do ponto de orvalho que não são compreendidos nas classes anteriores. Através das alterações propostas por Sheridan (2002), a classificação tropical úmido *plus* - MT+ - foi criada enquanto desdobramento da MT por apresentar temperaturas ainda mais elevadas.

A construção da SSC para determinado lugar demanda dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica ao nível do mar, cobertura do céu e

direção e velocidade do vento. Conforme citado acima, a umidade fica definida a partir do ponto de orvalho, sobretudo o que se chama de “depressão do ponto de orvalho”, na qual se subtrai a temperatura do ponto de orvalho à tarde (15h) pela temperatura da manhã (06h).

Considera-se que o estabelecimento de valores-base para cada elemento climático para a produção de classificações (como no caso das classificações produzidas no campo da Climatologia Sinótica, assim como o SSC) se insere no rol de trabalhos de uma climatologia estática. Ainda que a classificação diária segundo características dos elementos climáticos apresente uma sucessão de situações sinóticas (constitui-se, assim, um “conjunto” de situações), a atmosférica em sua dinâmica e ritmo não é levada em consideração na análise. Pelo menos não no que se refere à movimentação dos seus campos de pressão, como na abordagem rítmica.

Produz-se, no campo da Climatologia Sinótica, uma conjunção de estados meteorológicos, sinóticos. A preocupação aqui não é na gênese, mas sim no estado dos elementos climáticos sobre determinado lugar, o que constitui uma abordagem sintética.

Pode-se traçar um paralelo entre a tradição estadunidense da Climatologia Sinótica e uma das tradições presentes na Climatologia brasileira na sua gênese. Uma das propostas que teve eco no Brasil no campo da Climatologia sintética foi o Método Sintético das Massas de Ar, desenvolvido por Pierre Pédélaborde na França em paralelo à análise rítmica de Monteiro no Brasil. Ao tratar o clima como a série de estados da atmosfera sobre um lugar, essa definição de Pédélaborde possui similaridade considerável com aquela produzida pelo campo da Climatologia Sinótica.

Acredita-se na importância da produção desse tipo de classificação climática, sobretudo quando atrelada a uma análise dinâmica da atmosfera. Assim, a climatologia estática/separativa ou mesmo uma climatologia sintética e a climatologia dinâmica, que representam diferentes concepções sobre a atmosfera, se unem através do ritmo climático.

2.1.3. Em busca pelo que, do clima, interessa à Geografia

A consolidação da teoria crítica de origem marxista e a centralidade da perspectiva da produção do espaço geográfico no Brasil consistiram numa influência fundamental nos

estudos climáticos. Com a incorporação da dimensão social na interpretação do clima na Geografia, passou a se compreender, segundo Sant'Anna Neto (2001b), que a repercussão dos fenômenos atmosféricos acontece num espaço que é socialmente produzido de forma desigual de acordo com diferentes agentes sociais.

Tratar da gênese dos fenômenos atmosféricos em função das suas repercussões num espaço socialmente produzido dá sentido à proposta da Geografia do Clima.

Mas, primeiramente, é necessário ter clareza sobre as escalas geográficas do clima para dimensionar os limites da sua análise geográfica.

Segundo Sant'Anna Neto (2013), as escalas do clima consistem em processos que são dinâmicos, multiplamente determinados por uma série de forças e atributos que interferem nas suas dinâmicas. Esses atributos podem ser classificados como desde aqueles de origem antrópica e socioespacial até aqueles oriundos de dinâmicas astronômicas e extra-planetárias.

Processos de larga escala (como ciclos de manchas solares) podem se manifestar em escalas regionais e locais de formas variadas em diferentes regiões do planeta. Assim como alterações espaciais em escalas locais e regionais podem ocasionar modificações na circulação atmosférica, capazes de afetar o planeta. Nesse sentido, os processos dinâmicos do clima, apesar de terem relativamente bem marcadas a sua ocorrência em escala temporal (ciclicidade temporal dos fenômenos), devem ser analisados na dimensão espaço-temporal. Apenas uma análise que abarque tempo e espaço na leitura do fenômeno climático consegue tentar apreender sua complexidade e, por conseguinte, suas relações com a camada-limite, na qual a sociedade reproduz seu *modus vivendi*.

A partir disso, Sant'Anna Neto (2013) apresenta três conceitos-chave (ou categorias) para a compreensão dos processos climáticos: a mudança, a variabilidade e o ritmo. Os três consistem em escalas de processos, que, a partir da análise da realidade, estabelecem as noções velocidade, duração e intensidade na compreensão da variação e variabilidade climática.

Às escalas globais caberia a generalização dos elementos e processos. Às regionais, as formas de organização desses elementos e processos que, de maneira mais detalhada, são vistos em escalas locais.

No caso da variabilidade climática, ela representa a articulação espaço-temporal dos fenômenos climáticos em escala global. Em relativa longa duração (inclusive no tempo histórico) e larga escala, o *background* de fenômenos oceânicos e atmosféricos como *El Niño* Oscilação Sul (ENOS), La Niña, Oscilação Decadal do Pacífico entre outras teleconexões representam as múltiplas determinações a partir das quais esses fenômenos são resultantes.

A escala regional resulta da interação entre processos atmosféricos em escalas superiores e fatores geográficos. Elementos como a circulação geral da atmosfera, como as escalas mais inferiores, como a circulação secundária (campos de pressão) em relação com fatores como relevo e uso do solo fazem com que essa escala seja aquela de interface entre os elementos espaciais e o clima.

Conti (1975) exemplifica esta relação ao analisar a circulação secundária e o efeito orográfico na gênese das chuvas no litoral paulista, confirmando a importância do relevo na distribuição das chuvas. Segundo o autor, a ascensão do ar a barlavento causa sua expansão e condensação, do que decorrem a nebulosidade e as chuvas. Já a sotavento, a descida do ar e seu conseqüente aquecimento por compressão adiabática faz com que as precipitações não consigam chegar ao outro lado da vertente. Conti (1975) aponta também a importância dos vales encaixados na canalização das correntes atmosféricas, que tem sua velocidade acelerada e influem na distribuição das chuvas.

Assim, para o eixo lesnordeste paulista, o relevo aparece enquanto elemento orientador da distribuição regional das chuvas. Ainda que a gênese das chuvas na região seja de origem eminentemente frontal, a rugosidade do relevo retarda o seu deslocamento em superfície.

Essa complexidade faz com que a escala regional seja a que, por excelência, trata o clima em relação com a sociedade.

O detalhamento dessa relação se dá na escala local, já que a interferência do relevo, de corpos d'água, produção agrícola, edificações e vegetação interferem diretamente na produção local dos climas. Segundo Sant'Anna Neto (2013), somente a análise rítmica consegue decompor os elementos do clima em escala diária e horária para identificar os sistemas atmosféricos geradores de transtornos na superfície, sobretudo na cidade. A importância do conhecimento dos padrões, e principalmente, das excepcionalidades na

dinâmica dos elementos do clima, se faz mister para tornar a análise do fenômeno climático uma análise geográfica.

Essa proposta, advinda da Climatologia Geográfica de Monteiro (1969, 1971), é ressignificada quando a contradição existente na análise da produção social do espaço é admitida na análise.

A crítica do tripé do ritmo climático, ação antrópica e impacto ambiental fez com que a produção de conhecimento sobre o clima ganhasse sentido e significado. Ao assumir a produção do espaço como chave analítica fundamental nos estudos do fenômeno climático na Geografia, emergiu a Geografia do Clima. De acordo com Sant'Anna Neto (2001b),

O clima, tratado como um insumo no processo de apropriação e de produção da natureza assume um papel variado na medida em que as diferentes sociedades (e dentro delas, os distintos grupos sociais) se encontram em momentos diferentes em relação ao processo de globalização e de mundialização e que, num mesmo território uma sociedade desigual, estruturada em classes sociais, não dispõe (ou sua lógica assim não o permite) dos mesmos meios para lidar com a ação dos fenômenos atmosféricos, de forma a minimizar ou otimizar seus efeitos para todos os segmentos sociais. Assim, esta relação clima-sociedade, não mais se dá na dimensão do homem enquanto raça, ou indivíduo, mas sim no contexto do homem como ser social e inserido numa sociedade de classes.

A resultante proposta de uma Geografia do Clima inspirada, sobretudo, nas formas como se dão as relações desiguais de produção do espaço e o fenômeno climático, segue no avanço, principalmente de caráter teórico, nos estudos climáticos.

2.2. O clima do Rio de Janeiro

2.2.1. Caracterização climática

De acordo com a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o clima do município do Rio de Janeiro se configura entre o clima quente e úmido e super úmido (figura 12).

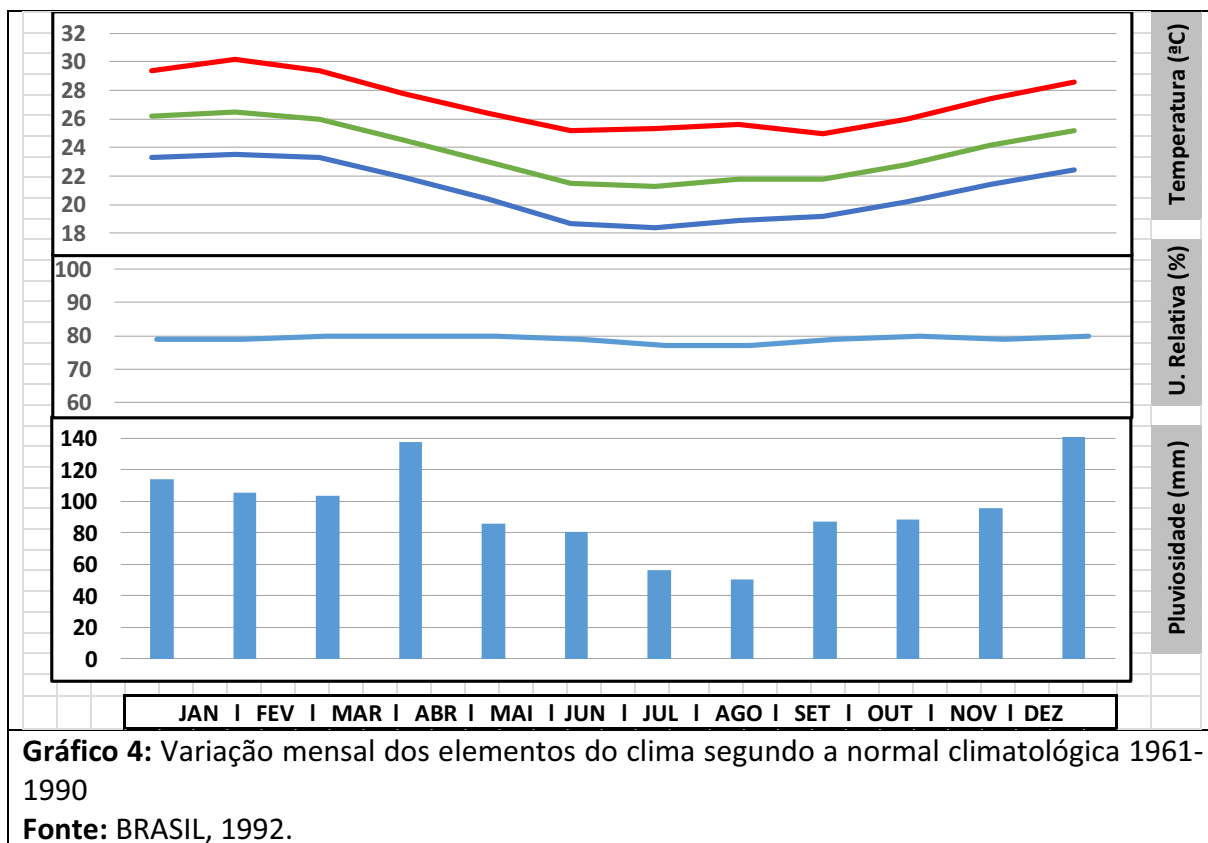


Figura 12: Os climas do Rio de Janeiro segundo o IBGE

Fonte: IBGE (2014)

Dois fatores eminentemente geográficos são centrais para a compreensão da dinâmica climática do município do Rio de Janeiro: a proximidade à linha de costa e a orografia conferem à cidade características complexas e especificidades que a identificam como uma área transicional, com o seu regime climático sendo determinado por diferentes variáveis (SERRA e RATISBONNA, 1941; DE MARTONNE, 1944; BERNARDES, 1951; SERRA, 1970a; NIMER, 1989; SANT'ANNA NETO, 2005).

Em consulta às normais climatológicas 1961-1990 (BRASIL, 1992), o Rio de Janeiro apresenta um regime de chuvas caracterizado por um verão extremamente chuvoso, com declínio dos totais em fevereiro e março e nova elevação dos totais de chuvas em abril (passagens frontais) (gráfico 4).



Se, em escala mensal, os maiores valores de chuva acumulada (de acordo com as normais) se encontram no trimestre de verão, os máximos de chuva em 24h não necessariamente obedecem à sazonalidade. Segundo a normal climatológica, os três meses que apresentaram maiores valores foram, respectivamente, Dezembro, Março e Abril. O início do período de intensificação das passagens frontais nessa faixa latitudinal (início do outono), assim, acaba coincidindo com as chuvas extremas (gráfico 5). Isso sugere que parte considerável das chuvas precipitadas de forma intensa em 24h tem sua gênese atribuída a passagens frontais e/ou sistemas gerados por estes.

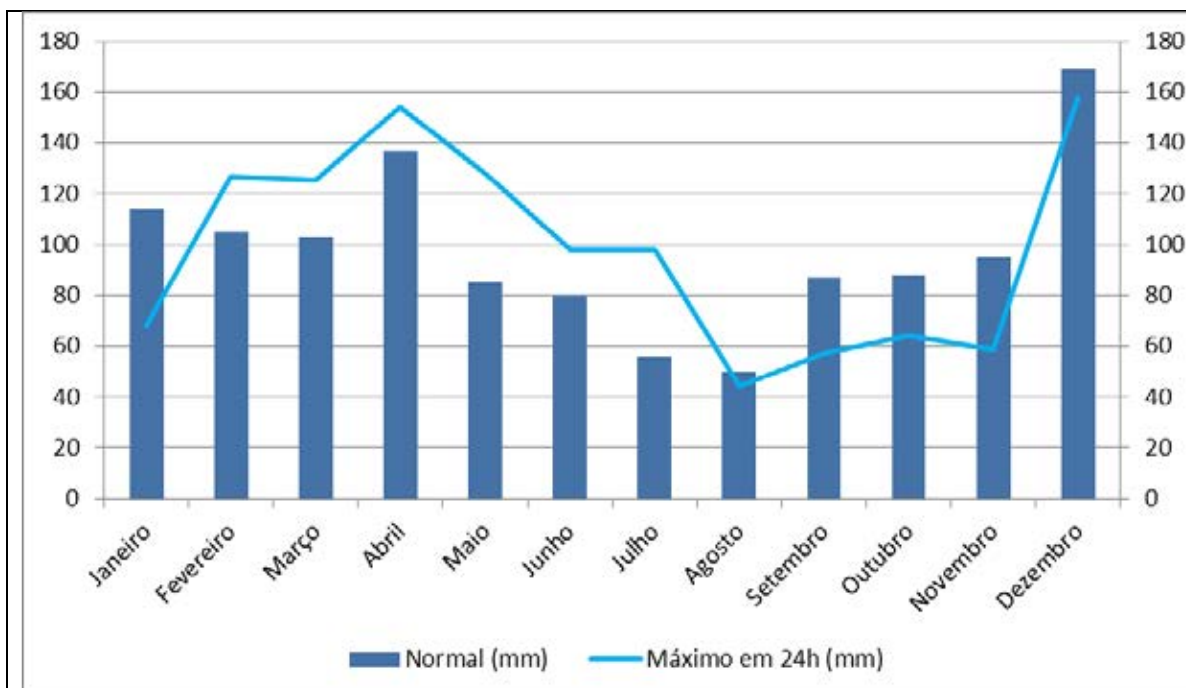


Gráfico 5: Precipitação mensal e máxima em 24h (valores médios da normal climatológica) no Rio de Janeiro.

Fonte: BRASIL, 1992.

Organização: Núbia Beray Armond

Serra e Ratisbonna (1941) estudaram o clima do Rio de Janeiro, tanto na variabilidade dos elementos meteorológicos quanto na análise dos sistemas atuantes sobre a cidade, numa série histórica de 42 anos.

No que se refere à circulação secundária, o Rio de Janeiro encontra-se sob domínio quase permanente do que os autores denominaram de anti-ciclone semi-fixo do Atlântico, com ventos soprando no sentido NE – SW. Com o avanço dos anticiclones frios polares, a circulação de N é agravada pelos ventos pré-frontais de NW, sendo substituídos pelos polares de S e SE ou SW. Com a passagem desses centros de alta pressão (polares tropicalizadas), ocorre a predominância das correntes de N e NE novamente. A direção predominante dos ventos é uma informação importante para caracterizar a atuação das massas de ar no Rio de Janeiro. Nesse contexto, há predominância da Massa Tropical Atlântica - mTa, seguida das massas polares frias e quentes – o que Serra e Ratisbonna (1941) denominaram, respectivamente, frente e cauda dos anticiclones móveis. No verão, a mTa seria substituída pela Tropical Continental - mTc, responsável por um calor intenso principalmente em situações pré-frontais.

Em escala sazonal, de acordo com Sant'Anna Neto (2005) para o Sudeste, no verão as correntes de leste são predominantes (mTa). Este sistema produz estabilidade e, ao penetrar no continente, provoca aumento das temperaturas e diminuição da umidade em sua trajetória. A cada vertente a barlavento, a massa tropical atlântica deixa um pouco de umidade, chegando quente a sotavento. Quanto maior o trajeto continental percorrido pelas correntes de N ou NE advindos da mTa, menor é a umidade do ar, o que confere características de continentalidade a essa massa de ar.

Na primavera/verão, o anticiclone migratório polar é responsável pelo avanço das frentes frias que atuam na região. No outono/inverno, o bloqueio das frentes é enfraquecido e o anticiclone polar avança para as baixas latitudes. Em sua retaguarda, deixa caminho para a massa polar, que traz temperaturas mais baixas (SANT'ANNA NETO, 2005).

Já as perturbações de sul são frequentemente causadas pela penetração do anticiclone polar atlântico, com a formação de sistemas frontais no seu contato com o ar tropical e equatorial. Essas perturbações são produtoras de quase 2/3 das chuvas na região Sudeste.

Sistemas como ZCAS também atuam na produção das chuvas da região. Produzidas pela associação da FPA e do complexo de células de baixa pressão existente sobre a Amazônia (geralmente denominado Massa Equatorial Continental - mEc), a ZCAS constitui-se num corredor de umidade que produz chuvas prolongadas em toda a faixa NW-SE na qual se situa.

Além dos elementos constitutivos da circulação geral e da secundária, a brisa marítima e terrestre (circulação local) exerce significativa influência na dinâmica climática local. Formada pelo aquecimento continental, a brisa marítima se intensifica nos meses de setembro a abril, e pode ser indicada a partir da direção predominante dos ventos de SSE (SERRA E Ratisbonna, 1941).

Com relação aos demais elementos meteorológicos, os autores destacaram que a temperatura média anual é de 22,7°C, sendo o mês de Fevereiro o mais quente e Julho o mais frio. A estrutura espacial da temperatura é significativamente influenciada pelo relevo. Ela é maior sobre a cidade, ao norte dos maciços, do que no litoral. As menores temperaturas situam-se nas baías de Guanabara e Sepetiba e sobre os maciços, por conta da altitude. Por conta disso, a zona Norte tem o efeito de brisa praticamente inexistente por

conta do Maciço da Tijuca e da sua localização, distante do litoral. Além disso, os ventos quentes de NW, já continentalizados, entram na zona norte que, com pouca cobertura vegetal e considerável área edificada, contribuem para o aumento da sua temperatura média. Segundo Serra e Ratisbonna (1941), o gradiente de temperatura segue orientação do continente para o oceano.

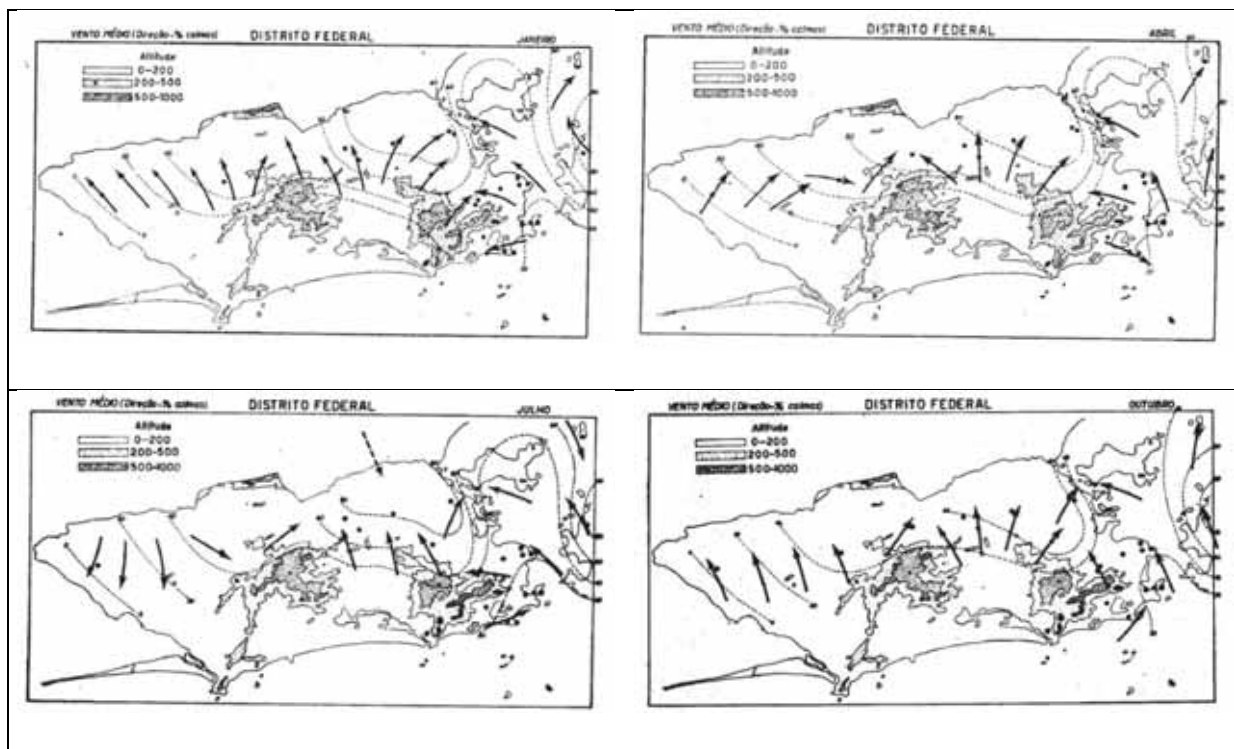


Figura 13: Regime de ventos para Janeiro, Abril, Julho e Outubro no Rio de Janeiro.
Fonte: Serra e Ratisbonna (1941).

As direções predominantes do vento foram identificadas em duas: a principal entre S e SE e a secundária, entre NW a NE. A primeira se deve em parte às perturbações polares e à brisa marítima de SSE. A segunda, tributária da dinâmica do anti-ciclone semi fixo do Atlântico, possui ventos pré-frontais de setor quente, bem como da brisa terrestre noturna (figura 13).

A umidade relativa do ar é elevada, atingindo média anual de aproximadamente 78%. O valor mínimo alcançado é em agosto e o máximo em março. A nebulosidade anual é elevada, com seus valores máximos em setembro e outubro e os menores, em julho.

Ao caracterizar o clima do Rio de Janeiro segundo o zoneamento, Serra e Ratisbonna (1941) apontam a zona sul como a faixa mais fresca da cidade. Os autores consideraram esta

a zona de maior ventilação, contando ainda com as brisas marítima e terrestre e com as penetrações das massas frias.

A zona norte apresenta temperaturas mais elevadas, já que a brisa marítima é enfraquecida pelo Maciço da Tijuca. Os ventos nessa área penetram pela direção SE, e geralmente são descendentes por terem passado pelos maciços. Quando ocorrem penetrações de N ou NE, os ventos possuem características continentais: elevada temperatura e baixa umidade do ar.

2.2.2. Da gênese das chuvas

As chuvas, de acordo com Serra e Ratisbonna (1941), são majoritariamente oriundas do que os autores chamam de instabilidade tropical e ocorrem principalmente nos meses de verão, entre dezembro e janeiro. Especificamente no verão, os autores atribuem a gênese das chuvas a “trovoadas locais” (SERRA; RATISBONNA, 1941), com maior volume de precipitação nas zonas mais aquecidas e úmidas e a norte dos maciços.

Fevereiro apresenta uma pequena diminuição das chuvas, que voltam a aumentar em março, para decrescerem continuamente até agosto (com a exceção do mês de abril, que se apresenta como mês transicional e de totais pluviométricos irregulares). Ainda que a partir de março e abril comece, com maior vigor, a temporada das passagens frontais, o reduzido aquecimento da superfície e a baixa umidade das massas não permite a formação de grandes chuvas. Ainda assim, são registradas, no outono (março e abril), chuvas excepcionais (SERRA, 1970a). A distribuição espacial segue o sentido orográfico, com os máximos a barlavento e os mínimos a sotavento (figura 14).

Sua distribuição espacial sugere menores totais no litoral, por conta da maior estabilidade, e maiores totais de origem orográfica, relacionados às perturbações de origem secundária a sul do Maciço da Tijuca. Novamente, as chuvas são reduzidas a norte do maciço também por ação orográfica, voltando a elevação no interior do município, local de maior instabilidade.

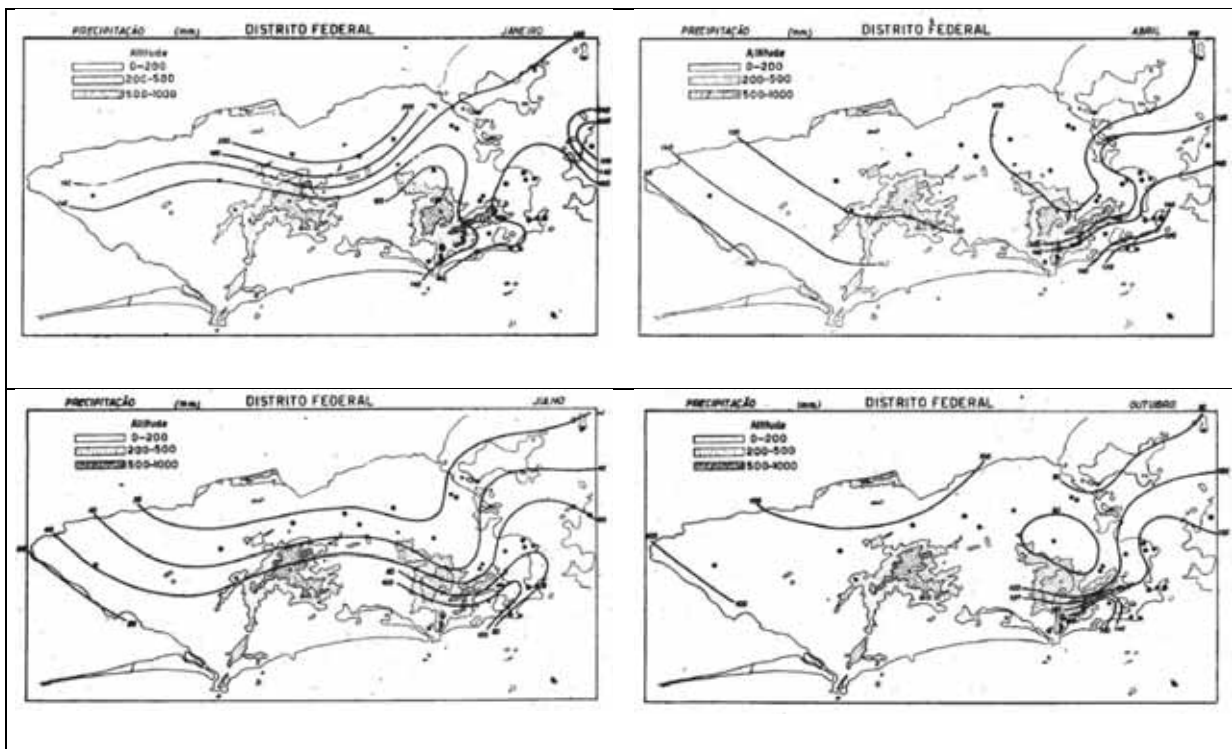


Figura 14: Regime de precipitação (média mensal) para Janeiro, Abril, Julho e Outubro no Rio de Janeiro.

Fonte: Serra e Ratisbona (1941).

Para Serra (1970a), a distribuição da precipitação nos 12 meses do ano é representada pelo início da estação chuvosa em outubro, apresentando médias superiores a 80mm e mais de 14 dias de chuva. No que diz respeito ao número de dias de chuva, essa média permanece a mesma até o final do período chuvoso (mês de março). Já a média de precipitação apresenta um gradativo aumento, com picos em dezembro (mês mais chuvoso do verão) e em março (marcado pelo início das passagens frontais de maior contundência), conforme observado no gráfico 6.

O autor identificou que mais de 50% dos dias de chuva ocorrem entre outubro e março, e apenas 26% ocorrem no inverno. Assim como a precipitação, a distribuição do número de dias de chuva no decorrer dos 12 meses do ano totaliza 140 dias de chuva, em média.

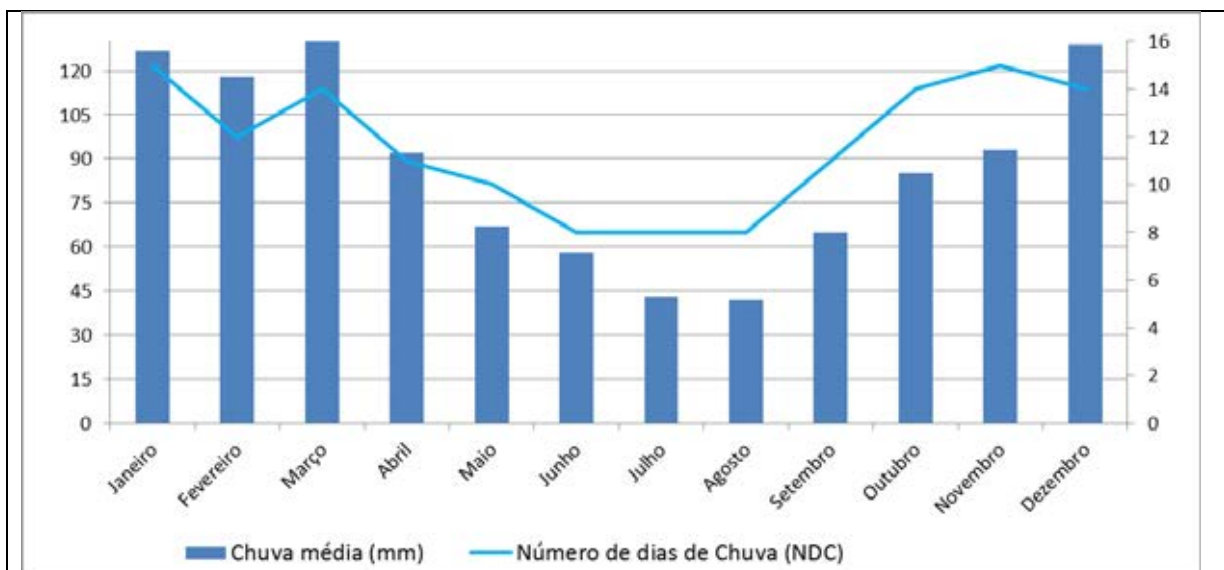


Gráfico 6: Regime de precipitação (média mensal) no Rio de Janeiro.

Fonte: Serra (1970a).

Organização: Núbia Beray Armond.

Os valores médios encontrados por Serra (1970a) se apresentam relativamente diferentes daqueles encontrados em consulta às normais climatológicas do Rio de Janeiro. Pode-se considerar que, em comparação com as normais de 1961 a 1990, houve um atraso da estação chuvosa. Anteriormente compreendia-se o semestre de outubro a março como a estação mais chuvosa, sendo de abril a setembro a estação menos chuvosa. Porém, as maiores médias definidas pelas normais (BRASIL, 1992) foram de novembro a abril.

O trabalho de Dereczynski *et al* (2009) reafirma a importância da consideração do relevo na distribuição espacial das chuvas. Segundo os autores, os três máximos de precipitação estão distribuídos espacialmente nas três serras existentes na cidade: a Serra da Carioca (sudeste da cidade, onde se localiza a estação Sumaré e aonde, no verão, estão as maiores linhas de precipitação); Serra do Mendanha (ao norte, no qual se localiza a estação Mendanha) e Serra Geral de Guaratiba (estação Grota Funda). As áreas de planície apresentaram totais de precipitação inferiores aos observados nas serras, destacando-se, ainda, totais reduzidos de precipitação nas estações Irajá e Penha (figura 15).

Para os autores, os sistemas adentram a cidade ao se deslocar em sentido S-N. A presença da orografia força o ar úmido a se elevar a barlavento, provocando, assim, chuvas intensas a barlavento das serras. Após, o ar desce as serras e, ao mesmo tempo, sofre processo de compressão e aquecimento.

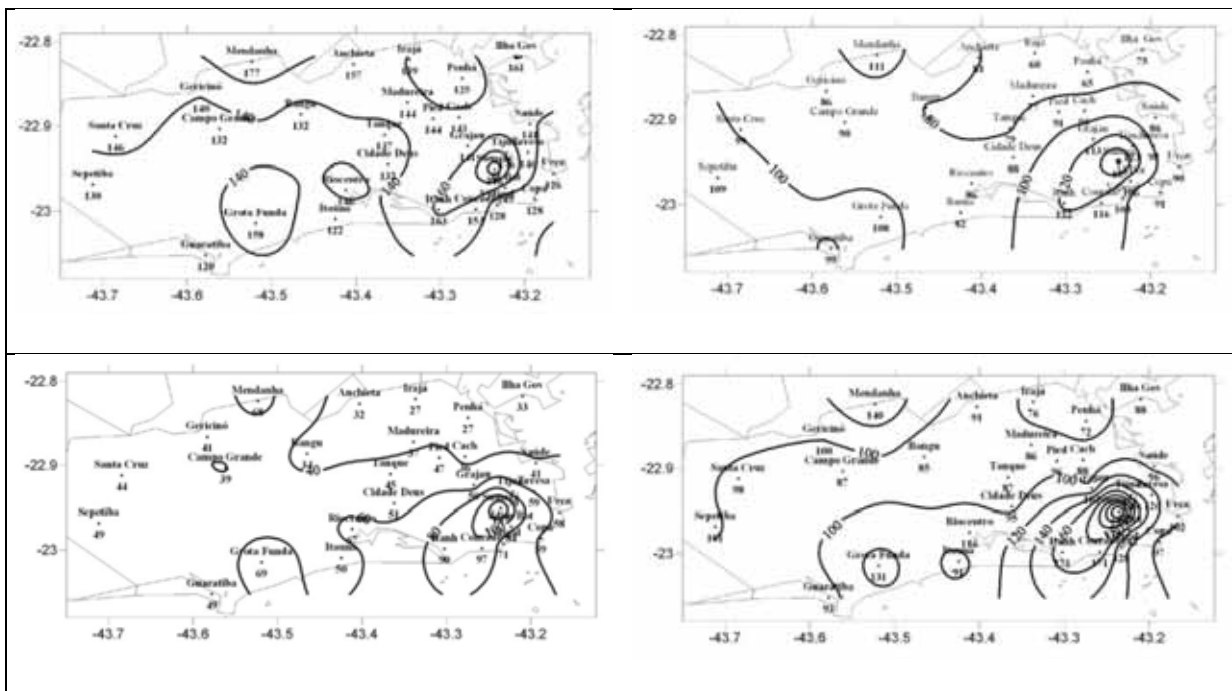


Figura 15: Regime de precipitação (média sazonal/do trimestre) para verão, outono, inverno e primavera no Rio de Janeiro.
Fonte: Dereczynski *et al* (2009).

Com base nas análises realizadas em trabalhos anteriores sobre o clima e a dinâmica das chuvas no município do Rio de Janeiro, pode-se sintetizar que seu clima possui as seguintes características:

- Quanto aos fatores geográficos do clima

A situação latitudinal do Rio de Janeiro, situado em área tropical e de dinâmica climática transicional favorece a distribuição irregular das chuvas tanto no tempo quanto no espaço (SANT'ANNA NETO, 2005).

Considera-se que o relevo/orografia é de importância fundamental na estruturação dos elementos do clima, tanto espaço quanto temporalmente.

A maritimidade também interfere diretamente nos principais fatores de diferenciação dos climas no município.

A proximidade com a linha de costa faz com que a precipitação se apresente durante todo o ano. Já a distribuição espacial das chuvas tem como principal modelador o relevo.

- Quanto aos elementos do clima

A insolação significativa durante todo o ano contribui com a existência de elevadas temperaturas, com a proximidade dos valores de temperatura máxima e mínima à média no outono (mês quente e de pouca nebulosidade).

A precipitação é forte nos meses de Dezembro e Janeiro, com estação chuvosa definida de outubro a março (SANT'ANNA NETO, 2005). Os pontos mais próximos do litoral apresentam chuvas bem distribuídas durante todo o ano (situação costeira). O outono, por constituir o início do período das passagens frontais, com o continente apresentando altas temperaturas e, dependendo da consistência do ar polar, pode apresentar chuvas extremas.

A umidade relativa do ar é bastante elevada (normalmente acima de 60%), sobretudo nas estações próximas à linha de costa.

Os ventos são determinados significativamente pela dinâmica regional (circulação secundária), com maior frequência daqueles vindos de S-SE em situações frontais, e N-NE aqueles advindos do anticiclone do atlântico, já tropicalizados. A atuação da massa equatorial continental também produz ventos quentes de NW dependendo da hora do dia. Ainda, a orografia e a situação costeira favorecem mecanismos locais de movimentação do ar, sobretudo em escala diária (brisa marítima e terrestre).

Por se tratar de uma área tropical, com considerável recepção de radiação durante o ano inteiro, bem como ser uma área transicional entre o ar polar atlântico e o ar tropical atlântico (zona de frontólise), o Rio de Janeiro consiste em uma área caracterizada por baixas pressões.

- Quanto à dinâmica atmosférica regional

O Rio de Janeiro situa-se no Sudeste, área transicional entre o domínio dos sistemas polares e sistemas tropicais. Durante o verão, a consistência do anticiclone tropical atlântico faz com que seu ar quente e úmido adentre o continente, determinando ventos de N-NE. Já as situações frontais, mais comuns a partir de março, trazem ventos de S-SE. Situações de ZCAS também são encontradas no verão. Linhas de Instabilidade podem se formar na região.

2.2.3. Classificação segundo o SSC

A partir dos dados fornecidos pela estação meteorológica do aeroporto do Galeão e conforme critérios discutidos nos procedimentos metodológicos foram estabelecidos os valores para a classificação climática do município do Rio de Janeiro segundo o SSC (quadro 7):

Quadro 7: Valores utilizados para a definição dos tipos de tempo segundo SSC (para as siglas: DM – Seco Moderado; DP – Seco Polar; DT – Seco Tropical; MM – Úmido Moderado; MP – Úmido Polar; MT – Úmido Tropical).

		Temperatura (oC)		Ponto de orvalho (oC)		Temperatura da manhã (oC)	
		T. Máx.	T. Mín.	P. Máx.	P. Mín.	T. Máx.	T. Mín.
JAN	DM1	33	30	17	X	25	X
	DP1	23	X	21	X	23	X
	DT1	X	33	18	X	X	X
	MM1	26	23	X	X	X	23
	MP1	23	X	X	X	X	X
	MT1	33	26	X	23	X	25
ABR	DM2	29	24	X	X	X	21
	DP2	22	X	X	X	21	X
	DT2	X	29	16	X	X	X
	MM2	28	26	X	X	X	23
	MP2	23	X	X	X	X	21
	MT2	X	29	X	21	X	23
JUL	DM3	24	21	X	X	17	X
	DP3	21	X	X	X	15	X
	DT3	X	25	X	X	X	X
	MM3	25	21	X	X	X	17
	MP3	21	X	X	X	X	X
	MT3	X	29	X	17	X	20
OUT	DM4	30	27	X	X	X	19
	DP4	22	19	X	X	19	X
	DT4	X	30	13	X	X	X
	MM4	27	23	X	X	X	22
	MP4	23	19	X	X	X	17
	MT4	X	27	X	19	X	24

Fonte: NCDC/NOAA, 2013.
Organização: Núbia Beray ARMOND, 2014.

Os valores foram definidos de acordo com os seguintes princípios:

- Quanto à temperatura do ponto de orvalho (primeira letra na classificação do SSC)

Ao considerar que o SSC não possui valores de pluviosidade admitidos para a produção de classificações climáticas, os valores de temperatura de ponto de orvalho acabam por serem definidores da umidade presente na atmosfera sobre o Rio de Janeiro.

Casos em que a temperatura do ar é elevada e a do ponto de orvalho é reduzida, menor é a umidade no ar. Já com temperaturas elevadas e as temperaturas de ponto de orvalho também são elevadas, maior é a umidade no ar.

A situação costeira do Rio de Janeiro faz com que a umidade esteja presente de forma significativa durante todo o ano. Nos meses de inverno, ainda que as temperaturas sofram relativa redução, as temperaturas do ponto de orvalho são baixas, causando baixo teor de umidade no ar. No verão, os limites inferiores de ponto de orvalho são elevados e, atrelados às altas temperaturas do ar, denotam a existência de mais umidade no ar.

Esses princípios foram relativizados para cada uma das 7 classificações do SSC, com vistas a definir as situações sinóticas em que o ar, mesmo no verão, se apresentava mais seco e mais úmido.

- Quanto à temperatura do ar (segunda letra na classificação do SSC)

Por sua situação de tropicalidade, maritimidade e baixa altitude, a considerável insolação durante todo o ano faz com que as temperaturas sejam elevadas em todas as estações. Ainda que as perturbações frontais aumentem de frequência nos meses de inverno, deixando uma retaguarda na qual as massas polares sigam derrubando as temperaturas, essas não sofrem uma queda tão considerável quanto aquelas que ocorrem nos climas temperados. Assim, as baixas amplitudes térmicas entre os meses de verão e inverno fazem com que a classificação seja pautada muito mais pela temperatura do ponto de orvalho do que propriamente a temperatura do ar.

Por conta disso, uma composição de análises foi realizada pautada na normal climatológica, na média da série histórica e nas estações de Tampa e Miami (faixa tropical e litorânea dos EUA) para o estabelecimento desses valores. Pode-se dizer que os valores não fugiram muito à variação da média de temperatura para cada mês utilizado na análise. Procurou-se, portanto, estabelecer limites que correspondessem ao máximo ao padrão dos valores desse elemento para o mês-padrão definido para cada estação.

Após o estabelecimento dos valores de temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho, os dados reais foram confrontados com aqueles limites definidos na classificação. Para a estação do Aeroporto do Galeão, foi identificada a predominância de

situações sinóticas caracterizadas como MT durante todo o ano, com ligeira redução nos meses da Estação Menos Chuvosa - EMC (gráfico 7).

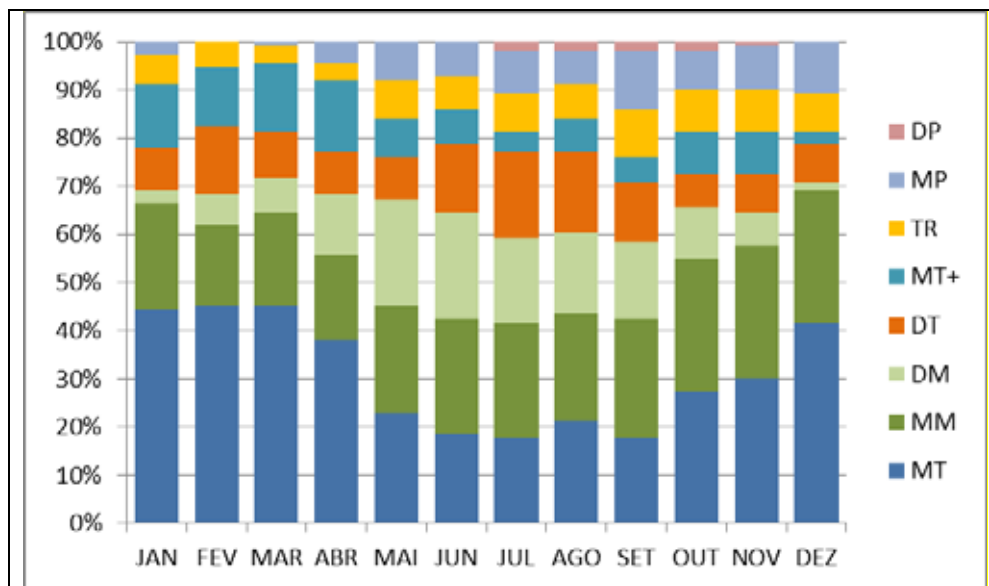


Gráfico 7: Porcentagem de ocorrência de cada situação sinótica (mensal) – Estação do Aeroporto do Galeão.

(DP – polar seco; DM – seco moderado; DT – tropical seco; MP – polar úmido; MM – úmido moderado; MT – tropical úmido; MT+ - tropical úmido plus; TR – transicional)

Fonte dos dados: NCDC/NOAA, 2013.

Durante todo o ano, as situações MM permanecem com significativa ocorrência, ultrapassando as úmidas tropicais nos meses da EMC. As situações MM possuem características de umidade e temperaturas moderadas. Assim, a sua ocorrência nos meses de EMC corroboram com a umidade advinda das chuvas frontais, que tem sua temporada iniciada em março/abril. As situações DM, de característica de temperatura moderada e ar seco, tem seu ápice de ocorrência nos meses de maio, junho e julho, notadamente meses mais secos. Situações MP foram identificadas entre a primavera e início do verão, o que denota temperaturas e umidade em elevação. Já as DT permanecem com ocorrência em torno de 10% durante todo o ano, com destaque de aumento nos meses de inverno. As situações DP apresentam-se praticamente insignificantes no decorrer do ano. De fato, baixas temperaturas atreladas à baixa umidade não são características comuns aos ambientes tropicais, sobretudo aqueles situados em faixa litorânea.

Em comparação com as definições tradicionalmente realizadas pela geografia brasileira, de base genética, a prevalência das situações quentes e úmidas produzidas pelo

SSC corrobora consideravelmente com as características da área em estudo, sobretudo em escala mensal. Assim, essa classificação se mostra de bastante utilidade para sintetizar as características dos elementos do clima nas mais diferentes escalas espaço-temporais.

2.3. As chuvas no período recente (1999-2010)

Antes de proceder à identificação dos episódios extremos, cabe identificar, no período em estudo (1999-2010) o que se caracterizou como regime habitual das chuvas, sua variabilidade interanual, sazonal e mensal. É a partir dessa identificação que se definem os eventos extremos de chuva que causaram repercussões, constituindo-se em episódios de chuva no Rio de Janeiro.

2.3.1. Das chuvas anuais/sazonais

Numa visão geral e com vistas à caracterização das chuvas na série histórica, a **média anual** de pluviosidade por posto demonstra que a maior parte deles não ultrapassa o valor de 1.500mm (figura 16). Com exceção do posto **Sumaré**, localizado no Maciço da Tijuca, que possui a média de 2.562mm na série histórica em estudo, acompanhado de **São Conrado** (1.783,2mm) e **Tijuca** (1.604,6mm).

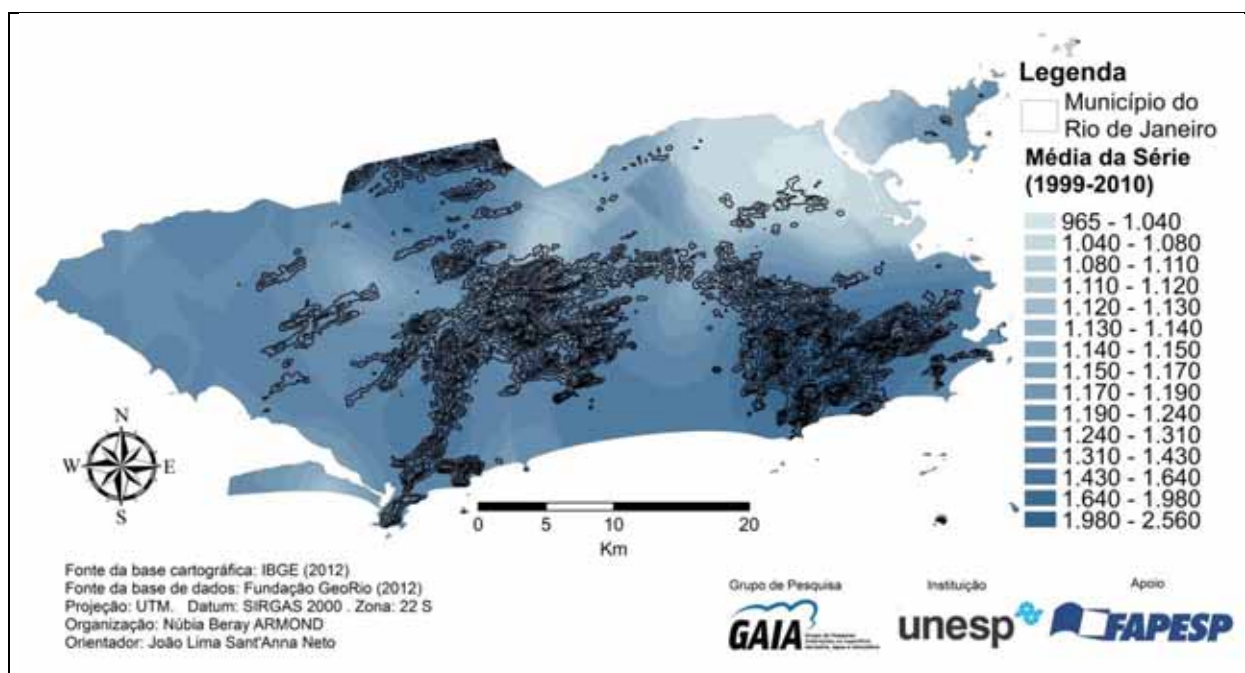


Figura 16: Média de precipitação na série histórica (1999-2010)

Fonte: Fundação GeoRio

Organização: Núbia Beray Armond.

Algumas regiões menos chuvosas localizam-se nas proximidades da área norte da cidade, ao fundo da Baía de Guanabara, e em Bangu. Nas áreas mais próximas à linha de costa, os totais de chuva são maiores. Pode-se também visualizar certa relação entre as áreas de elevadas cotas altimétricas com maiores totais de chuva, assim como encontrado nos estudos de Conti (1975) para a faixa litorânea lesnordeste paulista e de Serra (1970a), Serra e Ratisbonna (1941), Bernardes (1951) e Dereczynski *et al* (2008) para o Rio de Janeiro.

Tal distribuição segue os padrões descritos por Serra e Ratisbonna (1941) e está em consonância com os resultados obtidos por Serra (1970a), que apontava a importância do relevo na variabilidade espacial das chuvas. Segundo o autor, a partir de Copacabana em direção ao Maciço da Tijuca, a pluviosidade tende a se elevar por conta da situação de barlavento. Na Zona Norte, local onde foram identificadas (gráfico 8) as menores médias na série histórica em estudo, Serra (1970a) explica o decréscimo dos totais por essa se constituir em uma área de sotavento, com núcleos que não passariam de 1000mm de chuva acumulada anual. Este é o caso do posto pluviométrico da Penha, que apresentou, em 9 anos dentre os 12, totais acumulados anuais inferiores a 1.000mm.

O posto Sumaré, localizado em área de cota altimétrica elevada (Maciço da Tijuca) desponta como o mais chuvoso dentre os demais. Na série histórica, o posto apresentou máximo de chuva de 3.433,8mm no ano de 2006 (gráfico 8).

Outros postos que apresentam significativas alturas de chuva são Santa Teresa e São Conrado (este último localizado na vertente voltada para a costa). Postos como Mendanha, Grota Funda e Itanhangá também apresentaram totais anuais de chuva elevados (com picos de, respectivamente, 2.244,6mm, 2.071,2mm e 2.296mm). Entre todos os postos, a amplitude do total das chuvas situou-se na casa dos 1.793mm.

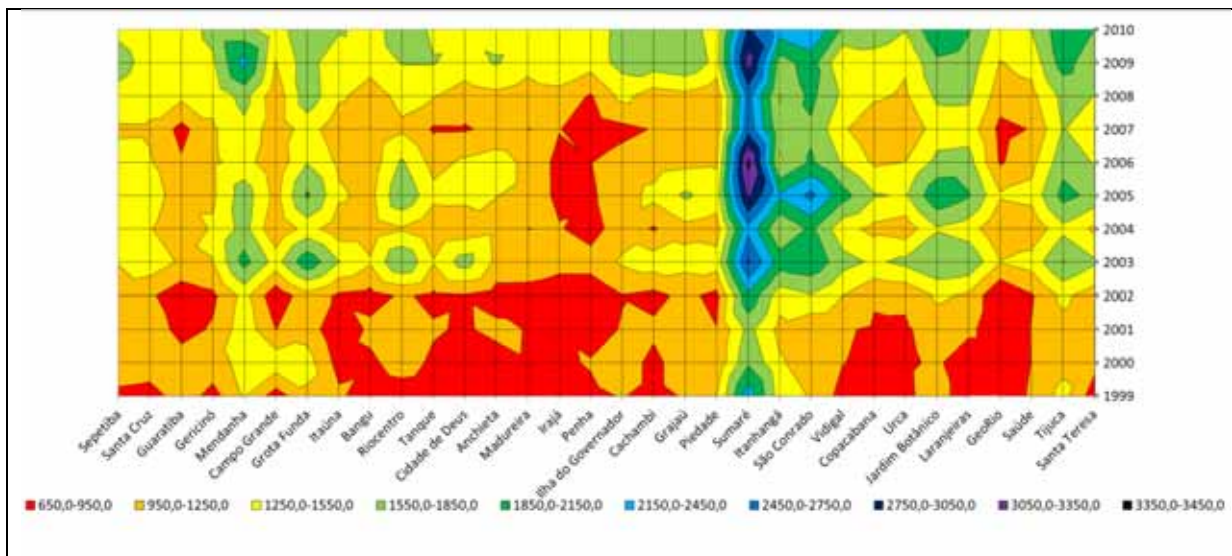


Gráfico 8: Painel de chuva acumulada anual no município do Rio de Janeiro (1999-2010), segundo zoneamento (De Sepetiba a Cidade de Deus – Zona Oeste; de Anchieta a Sumaré – Zona Norte; de Itanhangá a Laranjeiras – Zona Sul; de GeoRio a Santa Teresa – Zona Central).
Fonte dos dados: Fundação GeoRio
Organização: Núbia Beray Armond, 2013.

Os postos da Penha, Bangu, Ilha do Governador e Copacabana apresentam valores menores de chuva acumulada na série histórica mesmo considerando a sua variabilidade temporal. Ainda segundo Serra (1970a), as áreas localizadas na região norte do município (área suburbana da Penha, Ilha do Governador) e que se estende até uma parte da região costeira (Copacabana) são caracterizadas por totais de chuva menos elevados, por se tratar de uma região a sotavento, protegida da umidade das passagens frontais. Porém, o autor aponta as chuvas locais com fortes trovoadas como principais geradoras de umidade no Maciço da Tijuca.

Em escala temporal, os postos apresentaram certa variação no que se refere ao NDC na série histórica delimitada. O ano de 2001 apresentou a menor média de NDC entre os postos, seguido do ano de 2002 e 2007 (gráfico 9).

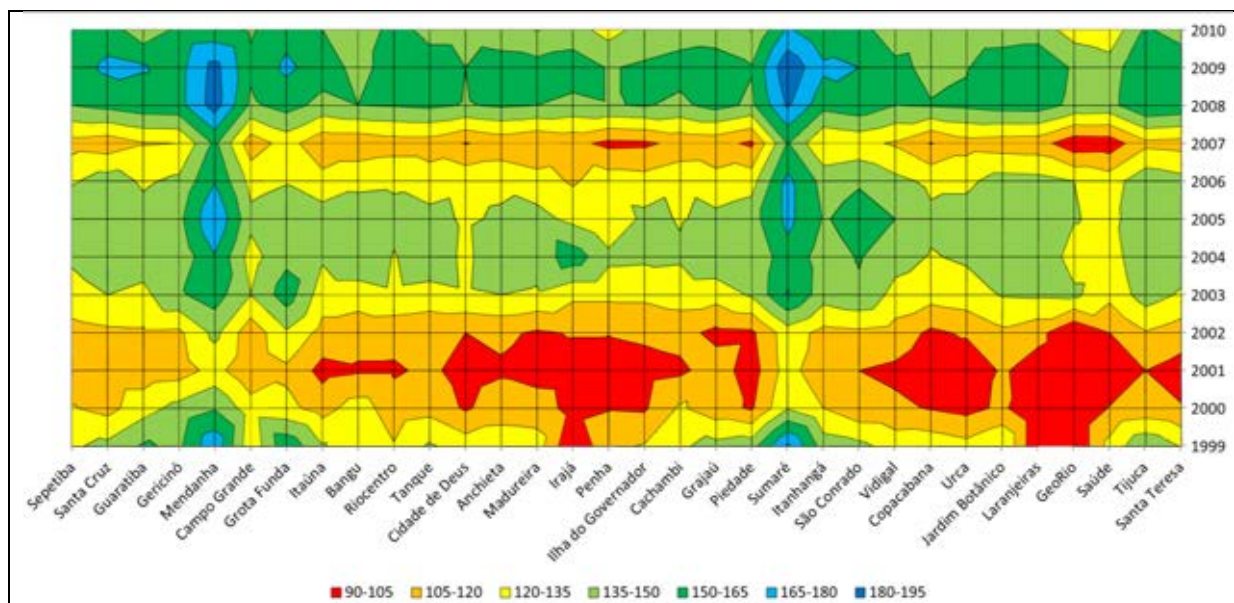


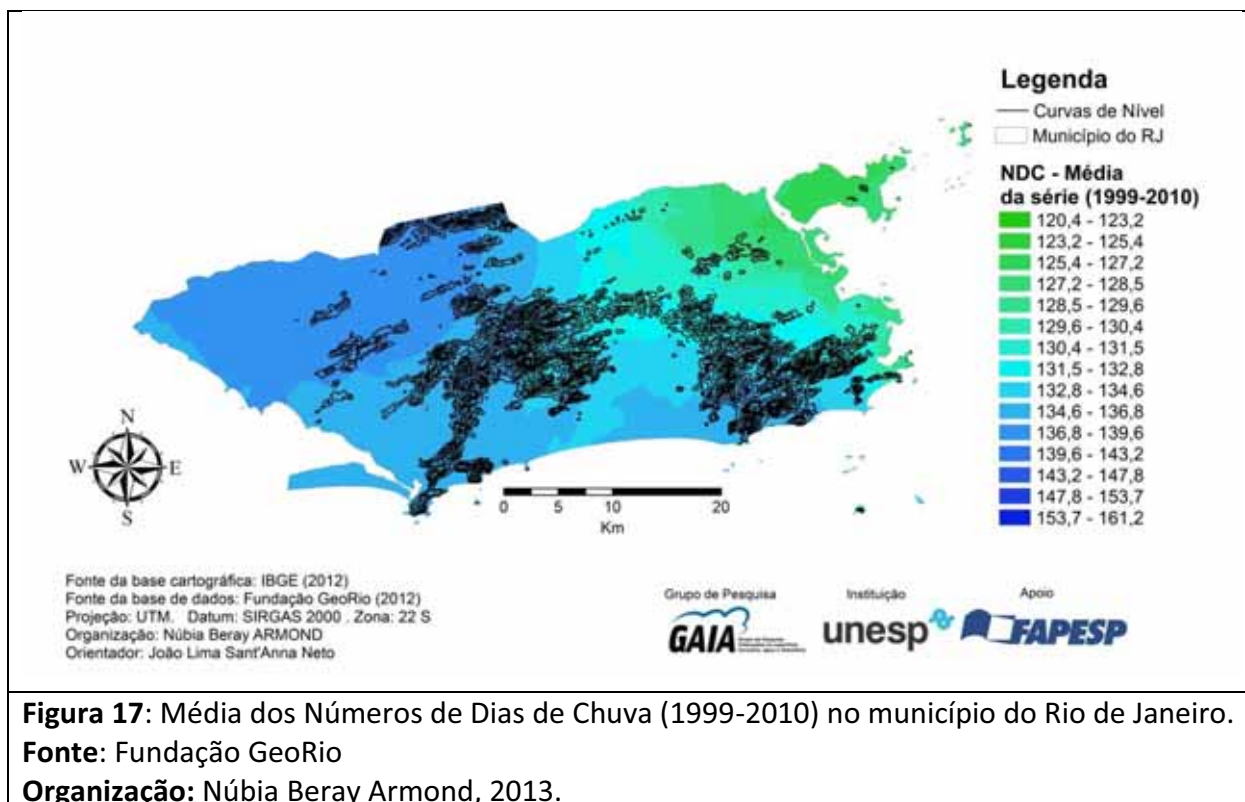
Gráfico 9: Painel - totais de Números de Dias de Chuva – NDC - no município do Rio de Janeiro, segundo zoneamento (De Sepetiba a Cidade de Deus – Zona Oeste; de Anchieta a Sumaré – Zona Norte; de Itanhangá a Laranjeiras – Zona Sul; de GeoRio a Santa Teresa – Zona Central).

Fonte: Fundação GeoRio.

Organização: Núbia Beray Armond, 2013.

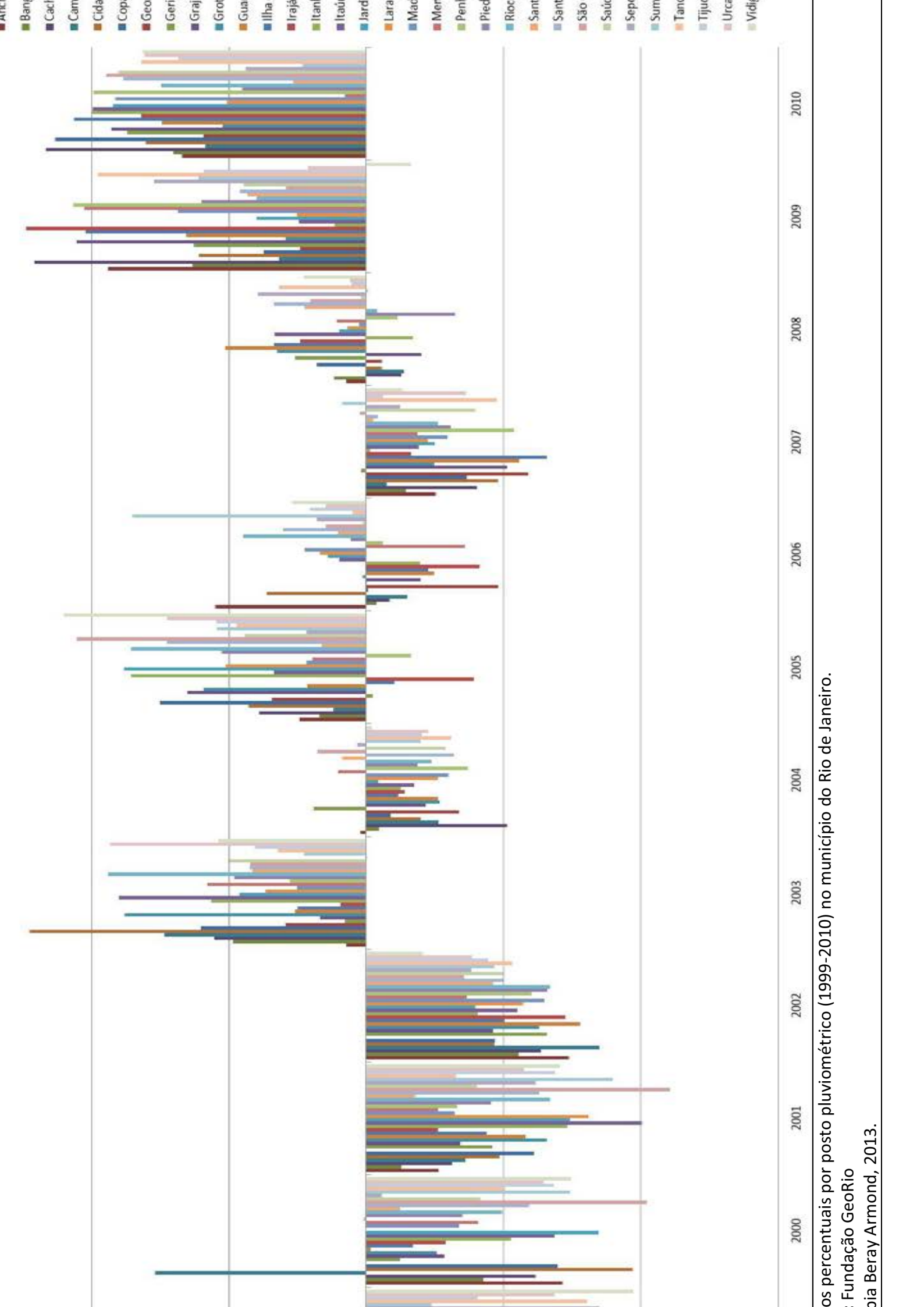
Já os anos de 2008, 2009 e 2010, respectivamente, apresentaram as maiores médias de NDC. Para além dos padrões de variabilidade interanuais, os NDC no município do Rio de Janeiro são influenciados pela atuação dos fatores geográficos do clima.

No que se refere à análise espacial, as áreas já anteriormente identificadas como chuvosas segundo a CHA acaba por coincidir também com os dados de NDC. Os postos do Sumaré e Mendanha apresentam maior número de dias de chuva, com picos de 191 e 187, respectivamente (figura 17). Porém, em escala temporal, os dados de CHA não possuem correspondência direta com os de NDC. A chuva acumulada anual apresenta maior relação com a escala espacial, na qual os fatores do clima interferem na sua distribuição. Os dados de números de dias de chuva apresentam maior relação com a escala temporal, com os anos excepcionalmente secos como correspondentes aos anos com menos dias de chuva. A mesma relação se dá com os anos excepcionalmente chuvosos e anos habituais.



A influência orográfica e costeira é identificada também nos dados relativos aos NDC. Na figura 17, verifica-se que a zona norte do município, situada a sotavento do Maciço da Tijuca, possui os menores valores médios de NDC, apresentando quase que um gradiente crescente de NDC em direção à zona oeste. Nesse contexto, o já apontado papel das passagens frontais, bem como dos complexos convectivos na produção das chuvas no município (SERRA, 1970a), se confirma.

Ao analisar os desvios de chuva em relação à média (gráfico 10), nota-se certo padrão de variação anual dentre a maior parte dos postos, com os anos de 1999 a 2002 apresentando desvios negativos e 2003, 2005, 2009 e 2010 apresentando desvios positivos.



os percentuais por posto pluviométrico (1999-2010) no município do Rio de Janeiro.

Fundação GeoRio

oia Beray Armond, 2013.

A partir do gráfico 10, pode-se considerar que a série histórica em estudo apresentou desvios positivos e negativos coincidentes com ciclos interanuais de precipitação. Em outras palavras, pode-se considerar que a variação interanual das chuvas na série histórica em estudo apresentou três ciclos: o primeiro deles entre os anos de 1999 a 2002, no qual foi identificada precipitação abaixo da média histórica; entre os anos de 2003 a 2007, esse segundo ciclo apresentou padrão transicional, com 2008 a 2010 (terceiro ciclo), no qual os postos apresentaram padrões de precipitação acima da média da série.

O número de passagens frontais também foi considerado, com vistas a uma análise qualitativa e dinâmica do padrão de variabilidade interanual da série histórica em estudo. Em análise do Boletim Climanálise, o eixo Litoral apresentou redução do número de passagens na série histórica considerada (1999-2010).

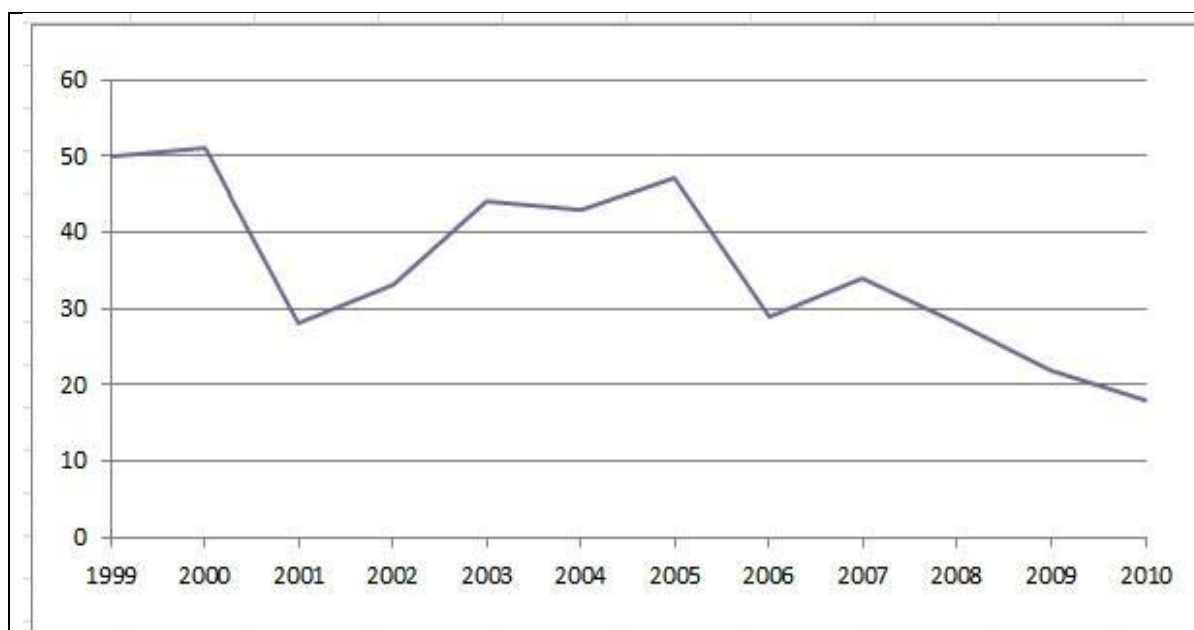


Gráfico 11: Número de passagens frontais por ano no município do Rio de Janeiro

Fonte: Boletim Climanálise – CPTEC/INPE, 1999-2010.

Organização: Núbia Beray Armond, 2013.

Observa-se franca redução do número de passagens frontais de 1999 a 2010, passando de 50 a quase 20 frentes (gráfico 11). Os anos de 2001, 2006 e 2010 apresentam número reduzido de passagens, mesmo que se apresentem como anos chuvosos (principalmente o ano de 2010, com elevado NDC). Entretanto, a partir do ano de 1999 sistemas como a ZCAS, ZCOU, entre outros, começaram a ser admitidos na identificação dos

sistemas atmosféricos atuantes em cada estação. Por isso, pode-se considerar que é necessária uma análise mais detalhada dos critérios de classificação de sistemas atmosféricos do CPTEC/INPE antes de se confirmar a redução do número de passagens frontais.

2.3.2. Das chuvas sazonais/mensais

Por se situar em ambiente tropical, no Rio de Janeiro o elemento climático mais determinante para a definição da sua sazonalidade são as chuvas. Nesse sentido, e em consonância com Serra e Ratisbonna (1941), Serra (1970a) e Sant'Anna Neto (2005), optou-se por considerar sazonalmente os dados de chuva em estação chuvosa – EC (de Outubro a Março) e estação menos chuvosa – EMC (Abril a Setembro).

Conforme caracterização climática realizada no tópico anterior, pode-se afirmar que o padrão das chuvas no município se dá em acordo com os padrões da dinâmica tropical. Apesar das chuvas ocorrerem durante todo o ano, acontece significativa redução do regime pluviométrico nos meses de inverno (notadamente junho, julho e agosto). O mês de setembro ensaia o retorno à estação chuvosa, definida entre os meses de outubro e março. Dezembro apresenta as maiores médias, seguido de janeiro. Fevereiro apresenta ligeira redução das médias, que voltam a elevação em março e abril. Entre maio e setembro se configura a estação menos chuvosa.

A análise da soma trimestral das médias mensais da de chuva permitiram observar que Novembro – Dezembro – Janeiro configurou-se enquanto o trimestre mais chuvoso da série (gráfico 12).

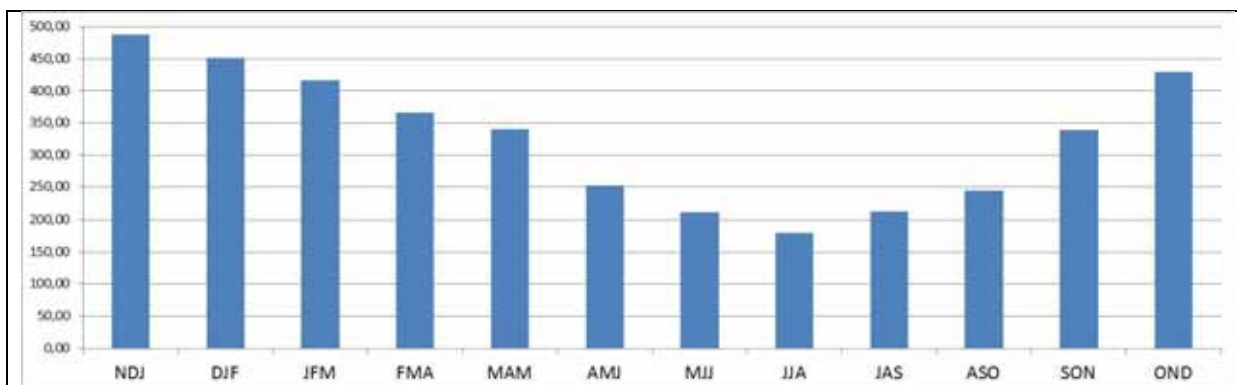
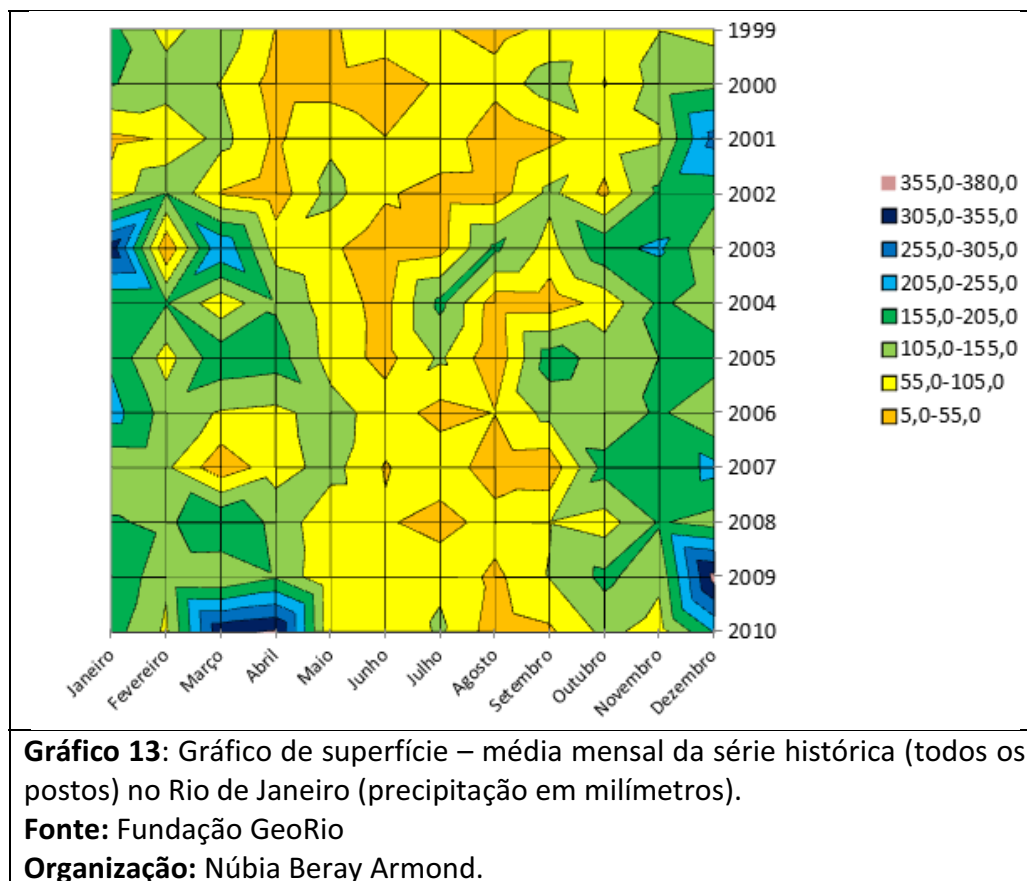


Gráfico 12: Soma das médias mensais de precipitação da série histórica, em trimestres

Fonte: Fundação Georio

Organização: Núbia Beray Armond, 2014.

Cabe ressaltar que Serra (1970a) considerava o outono (abril – maio – junho) como a estação em que as chuvas são mais intensas, principalmente no mês de abril. O autor exemplifica esta afirmação com a identificação de uma altura de quase 100mm de chuva em apenas uma hora no mês de abril de 1886.



A análise das médias mensais (todos os postos) permite verificar que, em escala temporal, ocorreu uma redução progressiva da estação menos chuvosa entre os anos de 1999 e 2010. Enquanto em 1999 apresentou, características de pouca chuva, de março a novembro, os anos subsequentes apresentaram um aumento das médias mensais (gráfico 13). Considera-se assim, que ocorreu uma intensificação das chuvas nos meses da estação chuvosa (outubro a março) na série histórica, com alguns valores significativamente acima do padrão também no mês de abril (caso de 2003 e 2010), inserido no outono sazonal.

Os desvios associados às médias mensais da série histórica apresentam a mesma variação quando da análise interanual, expressa de forma mais tímida no que se refere à variação mensal, ainda que ela se faça presente. Identificaram-se alguns meses com desvios

positivos e chuvas concentradas associadas aos anos que também foram mais chuvosos. É o caso das estações chuvosas de 2002-2003 e principalmente, 2009-2010 (gráfico 14).



Os meses de outubro e dezembro de 2009 apresentaram desvios positivos com relação à média mensal da série, assim como março e abril de 2010 – ambos os anos foram considerados chuvosos na análise dos desvios de precipitação por posto pluviométrico. O ano de 2003 já tinha apresentado, também, elevadas médias nos meses de janeiro e março. Os meses de maio, em 2006 e 2007, apresentaram também, desvios positivos, ainda que o ano de 2007 tenha sido marcado por mais desvios negativos (e, inclusive, foi caracterizado enquanto um ano que apresentou desvios negativos também).

No que tange à distribuição espacial das chuvas na série histórica, observou-se que, em todos os meses, as médias são mais elevadas nos postos localizados nos arredores do Maciço da Tijuca, evidenciando a importância da orografia e da proximidade da linha de costa na distribuição espacial. De abril a setembro, toda a fachada norte do município apresenta média de chuva inferior àquela à barlavento, ou na vertente dos maciços voltada para o litoral (figura 18).

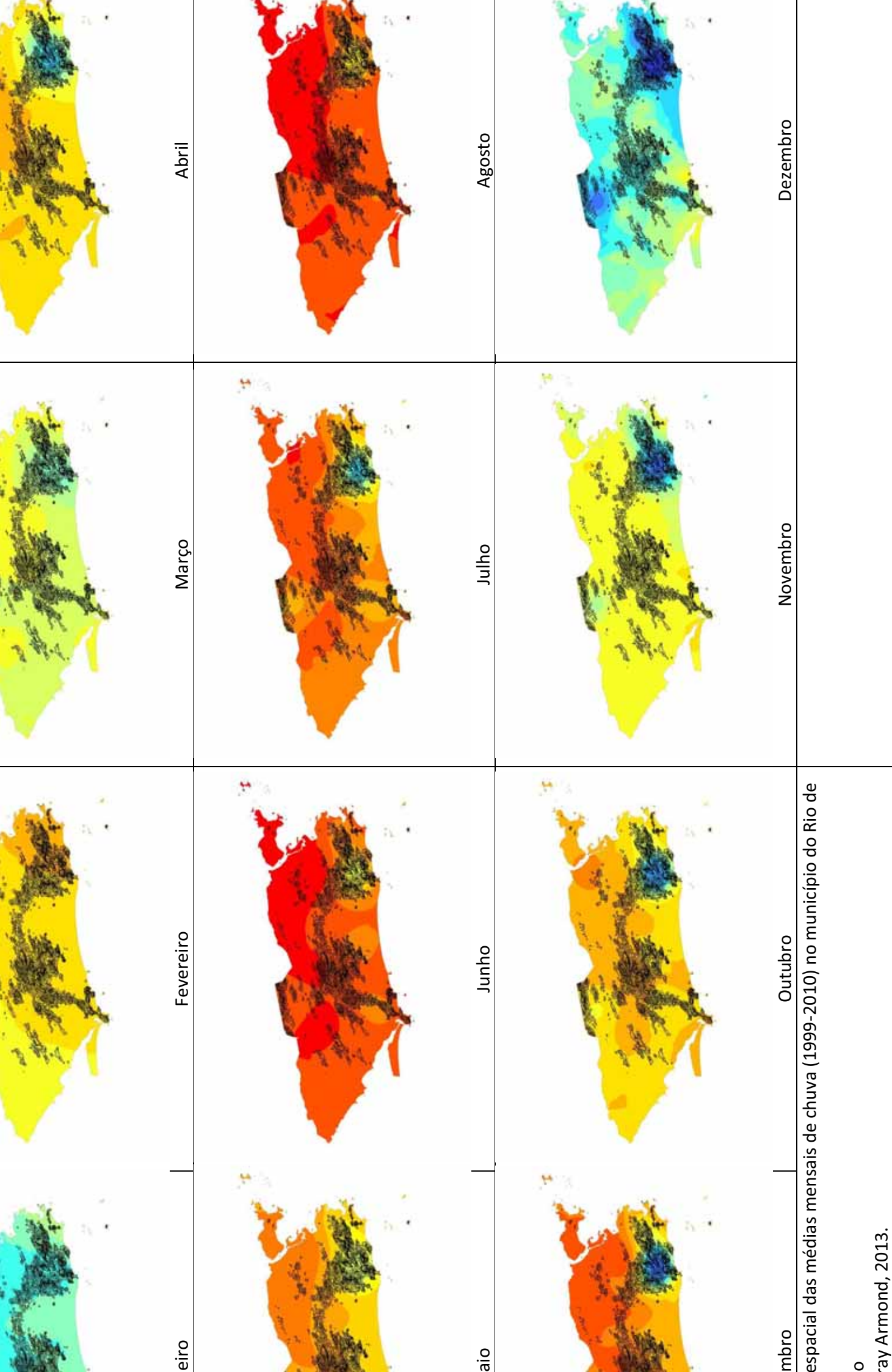
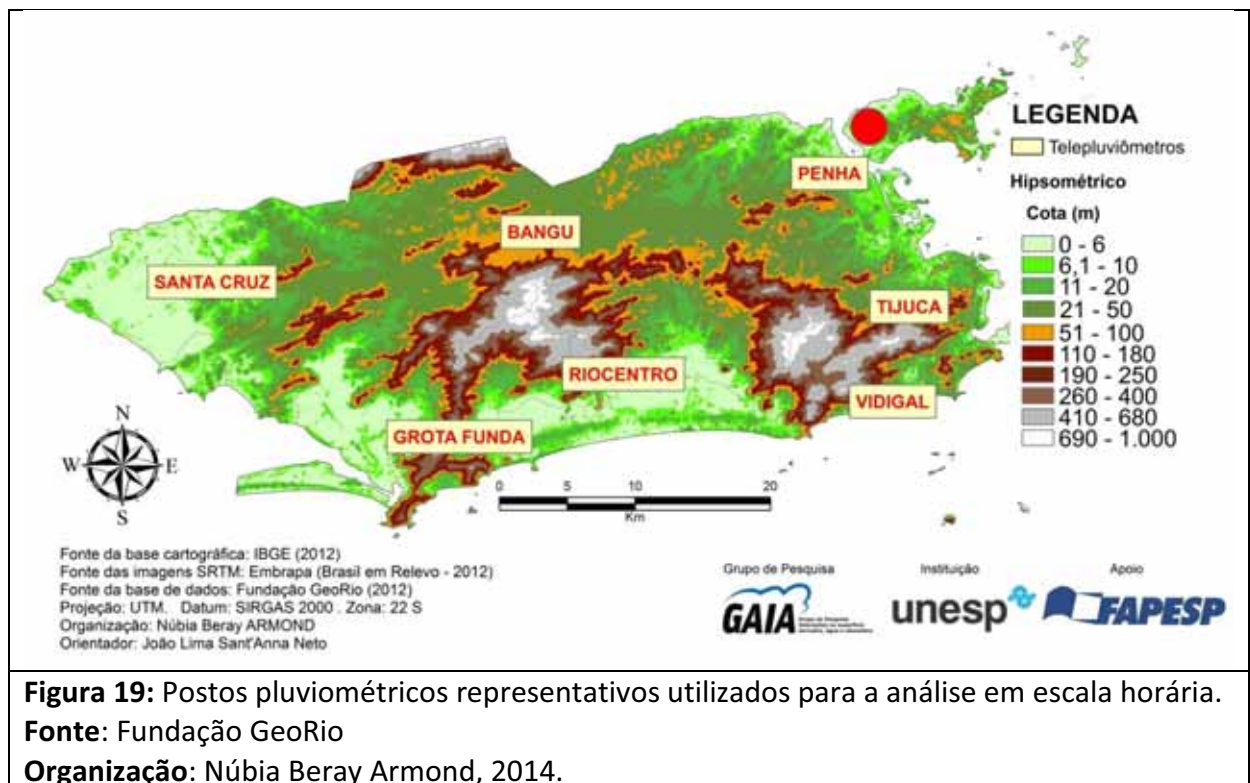


Figura 1. Espacial das médias mensais de chuva (1999-2010) no município do Rio de Janeiro.

Fonte: Armond, 2013.

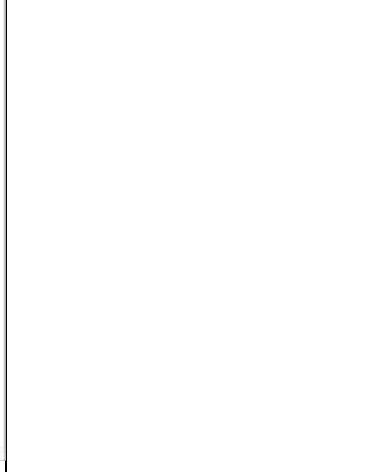
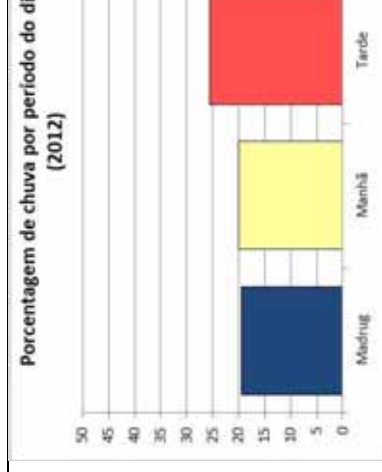
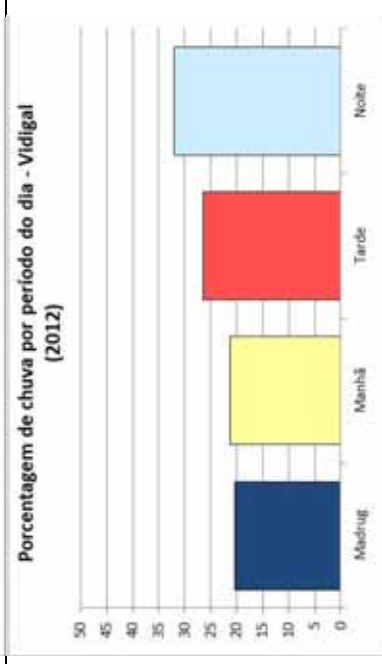
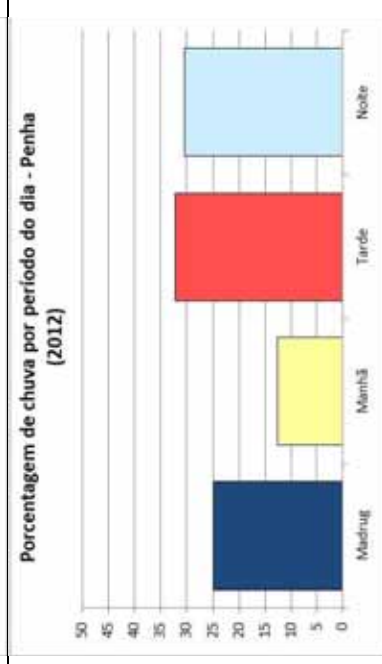
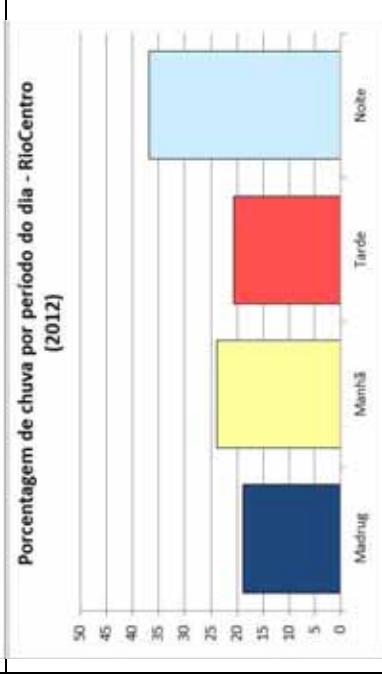
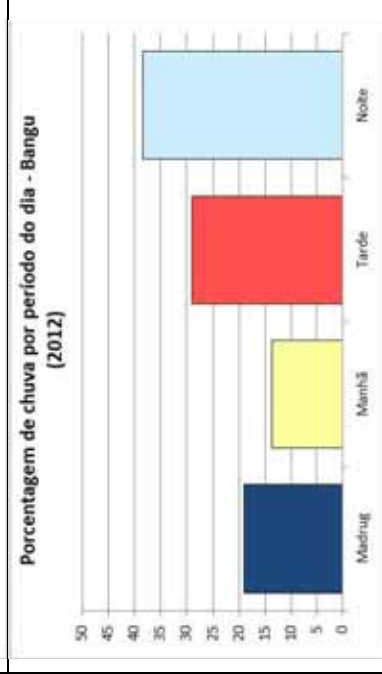
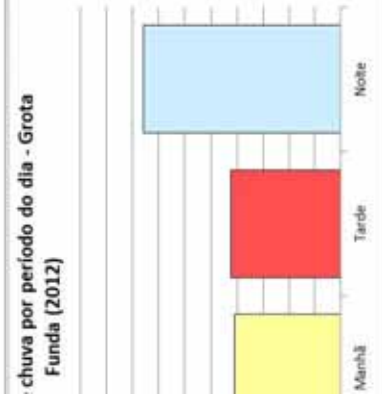
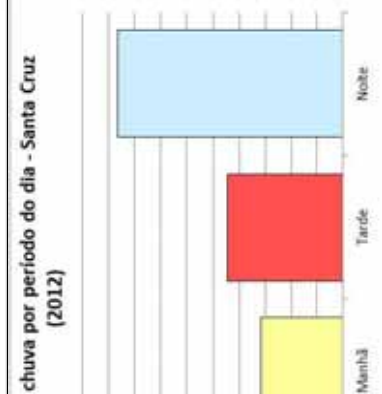
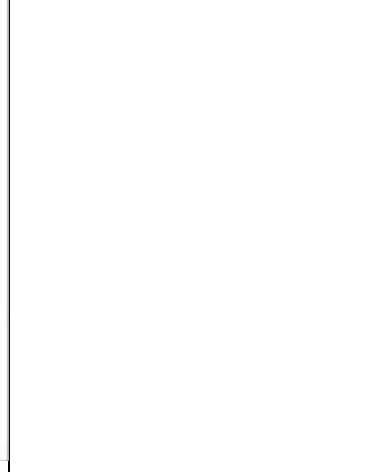
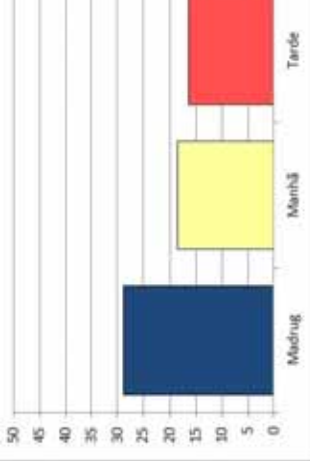
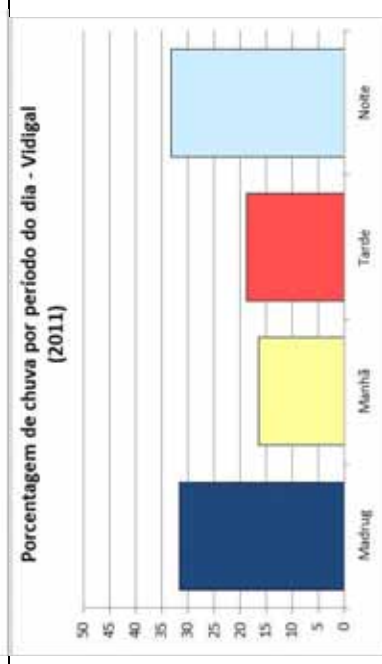
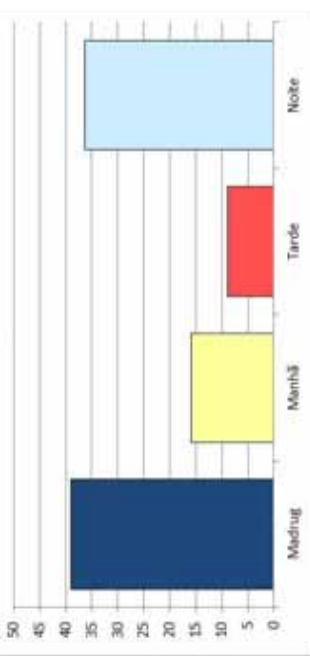
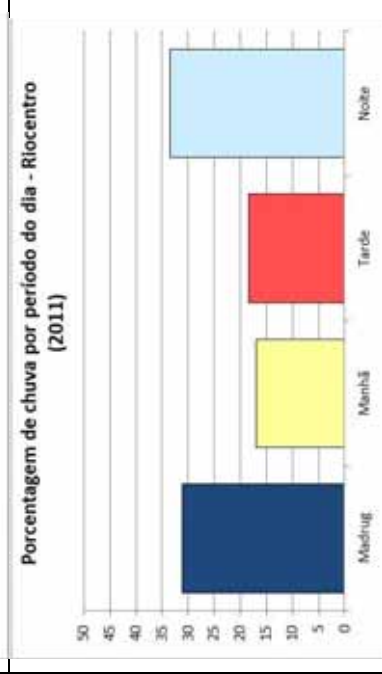
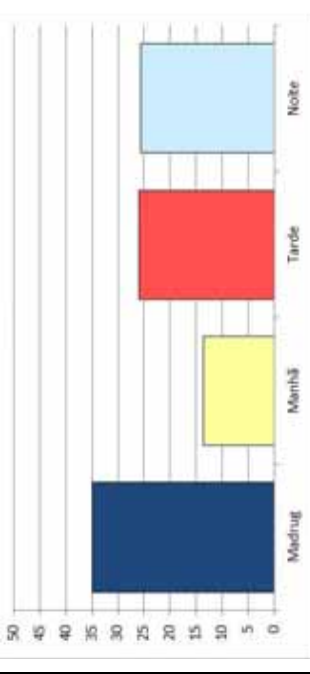
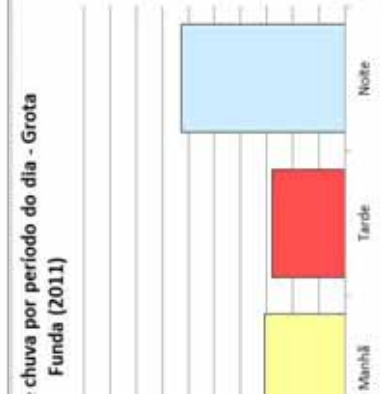
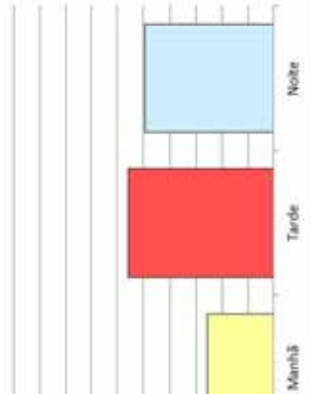
2.3.3. Das chuvas diárias/horárias

Ao tratar dos eventos e episódios extremos de chuva em escala diária e horária, a análise da dinâmica das chuvas nessas unidades é fundamental para a compreensão de sua gênese e seus processos.



A tropicalidade do Rio de Janeiro, associada à situação costeira, faz com que a distribuição das chuvas, em escala horária, se apresente de forma relativamente típica em nível temporal, e irregular em nível espacial.

Tendo em vista a vasta disponibilidade de dados de precipitação, junto à escassa informação qualitativa sobre as inundações, foram escolhidos sete postos pluviométricos representativos - quatro a sotavento e três a barlavento dos maciços, nos anos de 2011 e 2012 (figura 19). Para a análise detalhada a precipitação horária média anual foi agrupada em quatro períodos do dia: manhã (7h – 12h), tarde (13h – 18h), noite (19h – 24h) e madrugada (1h – 6h). A intenção deste agrupamento foi o de identificar relações com o cotidiano da vida urbana, cujo metabolismo apresenta características próprias nos diversos horários do dia (gráfico 15).



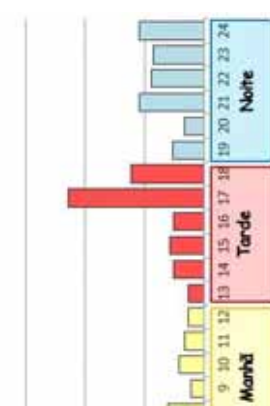
Porcentagem de chuva por período do dia – respectivamente (Santa Cruz, Bangu, Penha e Tijuca) e a barlavento (Grota Funda, RioCentro e Vidigal).

Na análise dos períodos do dia, constatou-se que o funcionamento do balanço de energia terrestre para o clima tropical, bem como a influência da maritimidade em nível local, constitui-se em fatores relevantes para compreender a marcha diuturna das chuvas.

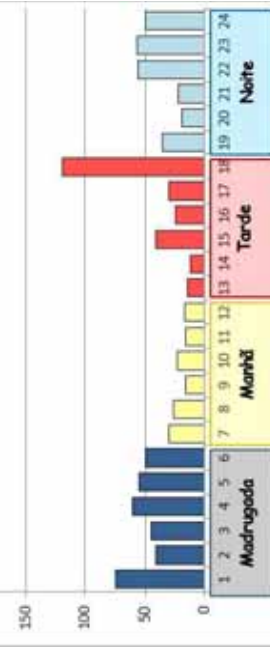
A radiação solar incidente durante o dia faz a superfície ser aquecida. O ar, ao ser aquecido pelo calor irradiado pela superfície, intensifica os movimentos convectivos, podendo desencadear chuvas no fim de tarde e início da noite (quando o balanço de energia começa a ser invertido). Por isso, principalmente no ano de 2011, o período do dia em que ocorreu maior precipitação foi a noite (postos Tijuca, Vidigal e RioCentro) e madrugada (Santa Cruz, Bangu, Penha e Grotta Funda). No ano de 2012, depois do período da noite (predominante em precipitação), o período da tarde foi mais chuvoso (com exceção de RioCentro).

A dinâmica das brisas marítimas e terrestres também contribui para este processo. Ao sofrer aquecimento pelo continente, o ar quente tende a subir, formando uma área de baixa pressão. Como a rapidez em reter energia e irradiar calor da água é inferior a do continente (ou seja, maior é o seu calor específico), ao fim da manhã e início da tarde formam-se as brisas marítimas. No fim de tarde e início da noite, com a diminuição e consequente fim da incidência direta da radiação solar sobre a superfície, essa situação é invertida, com as brisas terrestres. Os movimentos convectivos durante o dia podem formar nuvens, que precipitam no fim da tarde. Dependendo da retenção de calor pela superfície, mesmo a noite pode ocorrer brisas marítimas que, no decorrer do processo de irradiação e aquecimento do ar, podem desencadear chuvas na madrugada.

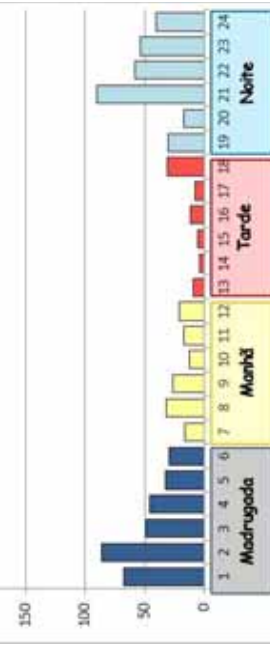
Mesmo a dinâmica regional das massas de ar pode ser compreendida dentro de um sistema termodinâmico complexo que é a atmosfera. Durante o dia, o avanço das massas de ar se faz de forma mais contundente, pois a incidência da radiação sobre determinada porção da Terra intensifica o aquecimento do ar, desencadeando e fortalecendo os campos de pressão que formam e movimentam as massas. Com o movimento de rotação do planeta, ocorre a relativa desaceleração do aquecimento da porção da Terra em que, então, se faz noite. Assim, o consequente movimento das massas se torna mais lento, ou mesmo regressivo.



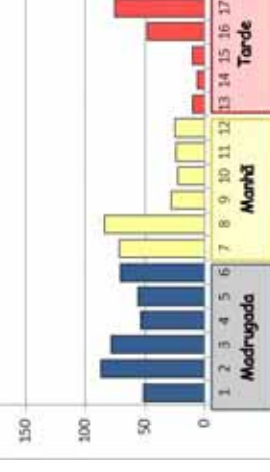
Chuva por hora do dia - Grota Funda (2011)



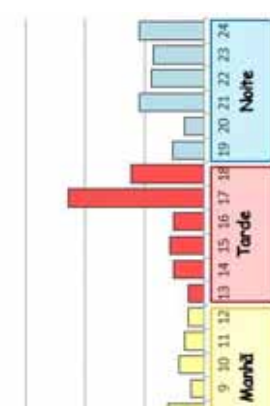
Total de chuva por hora do dia - RioCentro (2011)



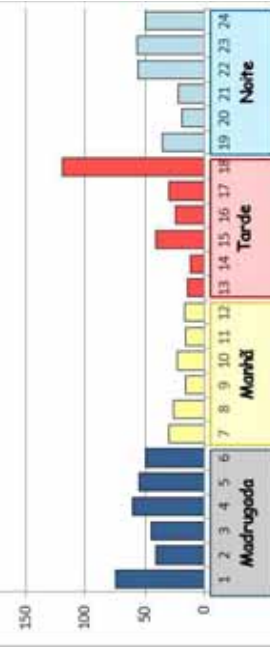
Total de chuva por hora do dia - Vidigal (2011)



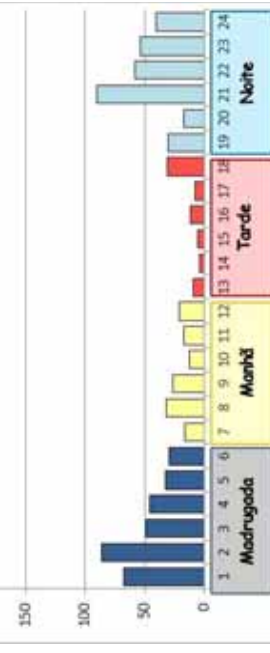
ANO DE 2011



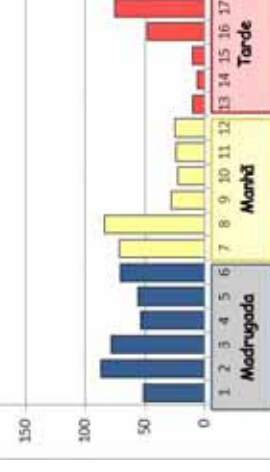
Chuva por hora do dia - Santa Cruz (2012)



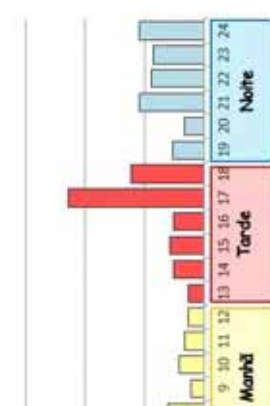
Total de chuva por hora do dia - Bangu (2012)



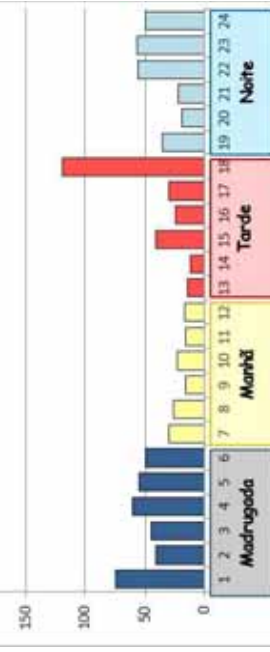
Total de chuva por hora do dia - Vidigal (2012)



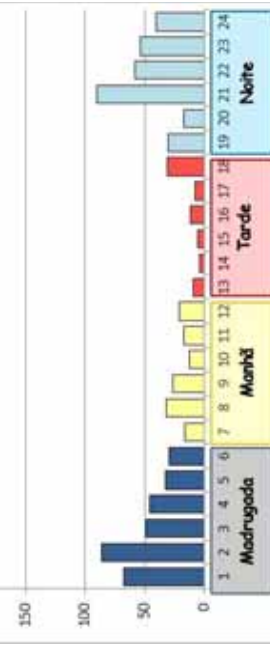
ANO DE 2012



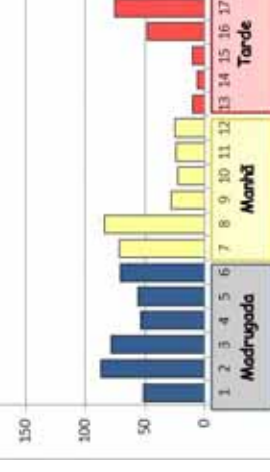
Chuva por hora do dia - Grota Funda (2012)



Total de chuva por hora do dia - RioCentro (2012)



Total de chuva por hora do dia - Vidigal (2012)



ANO DE 2012

No que se refere à variação espacial dessas chuvas no decorrer dos períodos do dia, os anos analisados demonstraram que os postos de Santa Cruz e Bangu, bem como Tijuca e Vidigal (com exceção da tarde de 2011 deste último), possuíram a distribuição das chuvas por período do dia de forma relativamente parecida. Enquanto em Santa Cruz e Bangu em 2011, a madrugada era o período mais chuvoso do dia, seguido, respectivamente, pela tarde, noite e manhã, já em 2012 a noite substituiu a madrugada e se constituiu no período mais chuvoso, agora com a tarde, madrugada e manhã como, respectivamente, os períodos mais chuvosos.

Na Tijuca e Vidigal, o ano de 2011 apresentou o período da noite e madrugada como, respectivamente, os mais chuvosos, seguido da manhã na Tijuca e da tarde no Vidigal. Em 2012, a noite foi o período mais chuvoso, com a tarde, manhã e madrugada em sequência decrescente. Os demais postos não apresentaram padrão espacial nos dois anos analisados. Em geral, os períodos de menor incidência ou mesmo ausência de incidência de radiação solar (tarde, noite/madrugada) conformam os períodos de maior precipitação.

Em escala horária, os postos não apresentaram a mesma correlação espacial presente no agrupamento das chuvas em períodos. Porém, pode-se considerar que a maior parte das chuvas está concentrada no período que vai das 17h às 3h da madrugada, sobretudo no ano de 2011. Já no ano de 2012, os horários a partir das 20h apresentam maiores médias horárias de precipitação (gráfico 16).

Pode-se considerar que a ocorrência das chuvas a partir do fim da tarde afeta de forma central a dinâmica urbana, sobretudo em cidades como o Rio de Janeiro. Arelada às profundas alterações morfológicas/no terreno, a impermeabilização do solo urbano, a retificação dos canais, principalmente nas áreas centrais e vias de acesso, o tráfego intenso se dá a partir desse período. Assim, a formação de bolsões d'água (*flash floods*), e mesmo o transbordamento de cursos d'água outrora retificados e sobre os quais foram construídas ruas e avenidas, causa grandes transtornos na vida dos cidadãos. Isso se dá notadamente na mobilidade urbana, ainda que ocorra uma precipitação relativamente baixa em relação aos valores médios diários, mas intenso em relação aos valores horários. É a partir desta perspectiva que a análise das excepcionalidades será realizada a seguir.

A nível regional, à medida que se percebem as correlações complexas e uma concepção mais comportamental e complexa do clima é que nos damos conta de como os estados de tempo oscilam, admitem desvios e produzem ‘acidentes’ que não podem ser considerados excepcionais. Mesmo os mais graves, por vezes catastróficos, se estatisticamente poderiam ser tomados como ‘ruído’, seu impacto local ou regional e a reação em cadeia que se lhes segue, fazem com que eles não possam ser descartados. E sobretudo por suas repercussões sócio-econômicas, tanto por injúrias imediatas como pelo efeito de ‘desregularização’ da produção agrícola, do sistema hidro-energético, da rede de transportes, etc... etc.

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1991)

Há que se considerar, também, que a concepção de ação antrópica, além de demonstrar uma visão extremamente naturalista da relação sociedade-natureza, tende a minimizar os aspectos de ordem social, econômica e ideológica do processo de intervenção e apropriação dos recursos naturais. (...) Além disto, antropizar o território significa mascarar as reais intenções dos agentes do sistema econômico hegemônico neste processo de apropriação, desviando as atenções da questão primordial, apropriação-utilização-reprodução da natureza, para uma questão secundária: demonstrar os diferentes graus de intervenção dos agentes envolvidos – os homens – desconsiderando-se sua organização social estabelecida numa sociedade de classes.

João Lima Sant’Anna Neto (2001)

CAPÍTULO 3

DAS EXCEPCIONALIDADES: EVENTOS E EPISÓDIOS

3.1. Da definição dos anos-padrão

De acordo com o referencial teórico abordado no estudo, a utilização de longas séries históricas de dados de informação meteorológica, não é suficiente para uma análise mais detalhada dos eventos extremos, sobretudo no que se refere à sua gênese. É necessária a escolha de anos representativos da dinâmica das chuvas no local em estudo. Nesse caso, procedeu-se à escolha dos anos-padrão.

Reconhece-se que eventos de chuva extrema podem ser encontrados em anos que apresentem totais de chuva dentro dos padrões habituais ou mesmo naqueles anos considerados secos, segundo os seus totais. Porém, diante de uma série histórica de 12 anos e de um universo de 32 postos pluviométricos, técnicas para a definição de anos-padrão se constituíram em ferramentas necessárias para um recorte temporal passível de ser analisado no formato de uma dissertação.

Foram aplicadas aos dados de chuva dos 32 telepluviômetros (a partir dos quais foram definidos os eventos e os episódios) três diferentes técnicas para a definição dos anos-padrão, a saber: desvio padrão, percentis e agrupamento segundo Ward.

Tais técnicas foram utilizadas com o objetivo de verificar qual delas apresentaria melhor resultado para identificar eventos extremos de chuva.

3.1.1. Desvio padrão

Os 32 postos utilizados na análise foram submetidos à análise estatística descritiva, no qual foi aplicado o desvio padrão para uma primeira definição dos anos-padrão, tal como realizado em Monteiro (1969, 1971), Sant'Anna Neto (1995), Zavattini (2009), entre outros (gráfico 17).

Postos/Ano	Postos																																		
	Anchieta	Bangu	Cachambi	Campo Grande	Cidade de Deus	Copacabana	Gericinó	Georão	Grajaú	Grota Funda	Guaratiba	Ilha do Governador	Irajá	Itanhangá	Itauna	Jardim Botânico	Laranjeiras	Madureira	Mendanha	Penha	Piedade	RioCentro	Santa Cruz	Santa Teresa	São Conrado	Saúde	Sepetiba	Sumaré	Tanque	Tijuca	Urca	Vidigal			
1999	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	
2000	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	
2001	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	
2002	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	
2003	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso		
2004	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	
2005	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	
2006	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	
2007	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	
2008	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual
2009	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso
2010	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso
Nº de postos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			

Legenda	
Seco	Red
Tendente a seco	Yellow
Habitual	White
Tendente a chuvoso	Light Blue
Chuvoso	Dark Blue
X Sem dados	X

Gráfico 17: Identificação dos anos-padrão através dos dados dos postos pluviométricos no Rio de Janeiro – desvio padrão

Fonte: Fundação GeoRio

Organização: Núbia Beray Armond, 2012.

A partir do desvio padrão pôde-se identificar que o ano de 1999 foi extremamente seco, os anos de 2000, 2001 e 2002 se apresentaram no limiar entre secos e extremamente secos, os anos de 2004, 2006, 2007 e 2008, com precipitação anual habitual, os anos de 2003 e 2005 foram tendentes a chuvoso e, 2009 e 2010 extremamente chuvosos. Dentre estes anos, aqueles que apresentaram maior número de postos sob a classificação de seco, habitual e chuvoso foram, respectivamente: 1999, 2006 e 2010, denominados de anos-padrão.

3.1.2. Percentis

Foram definidos os seguintes limites de classe para escolha dos anos-padrão: os anos inclusos entre 0% a 15% do limite inferior foram definidos como secos, aqueles que se inseriam na faixa de 16% a 35% foram definidos como tendente a secos, de 36% a 65% enquadraram-se os habituais, de 66% a 85% ficaram os tendente a chuvosos e aqueles anos que se enquadraram nos limites superiores a 85% foram definidos como chuvosos. A escolha desses intervalos se deu com o objetivo de identificar os anos mais extremos.

Cálculo dos percentis:

$$Q(0,15) = 1015,3 + \left[\frac{0,15 - 1/13}{2/13 - 1/13} \right] (1023,0 - 1015,3) = 1022,6$$

$$Q(0,35) = 1070,4 + \left[\frac{0,35 - 4/13}{5/13 - 4/13} \right] (1200,1 - 1070,4) = 1141,7$$

$$Q(0,65) = 1378,6 + \left[\frac{0,65 - 8/13}{9/13 - 8/13} \right] (1569,0 - 1378,6) = 1464,3$$

$$Q(0,85) = 1616,3 + \left[\frac{0,85 - 11/13}{12/13 - 11/13} \right] (1706,6 - 1616,3) = 1620,8$$

A classificação dos totais anuais no interior dos limites definidos para cada classe, na série histórica em estudo é apresentada no Quadro 8.

Quadro 8: Identificação dos anos-padrão - percentis			
Classes	Limites das classes (porcentagem)	Limites das classes (mm)	Anos
Seco	$Y_i \leq Q(0,15)$	$Y_i \leq 1022,6$	1999
Tendente a seco	$Q(0,15) < Y_i \leq Q(0,35)$	$1022,6 < Y_i \leq 1141,7$	2000, 2001, 2002
Habitual	$Q(0,35) < Y_i < Q(0,65)$	$1141,7 < Y_i < 1464,3$	2004, 2006, 2007, 2008
Tendente a chuvoso	$Q(0,65) \leq Y_i < Q(0,85)$	$1464,3 \leq Y_i < 1620,8$	2003, 2005, 2009
Chuvoso	$Y_i \geq Q(0,85)$	$Y_i \geq 1620,8$	2010

Conforme observado no quadro 8, o ano de 1999 configurou-se como seco e o ano de 2010 como chuvoso. Na faixa do habitual situaram-se os anos de 2004, 2006, 2007 e 2008. Ao analisar os totais de chuva e a média do ano, verificou-se que o ano de 2006 é aquele que melhor se enquadra na categoria de ano-padrão habitual.

3.1.3. Agrupamento em Ward

Foram pré-definidas 5 classes (seco, tendente a seco, habitual, tendente a chuvoso e chuvoso) para que o software *Minitab* v.15 gerasse os anos- padrão através da análise de *cluster/agrupamento* em Ward (gráfico 18).

Como resultado da análise de agrupamento, os anos de 1999, 2000, 2001 e 2002 foram definidos como anos secos, 2004 e 2007 como tendentes a seco, 2006 e 2008 como anos habituais, 2003, 2005 e 2010 como anos tendentes a chuvosos e 2009 como ano chuvoso.

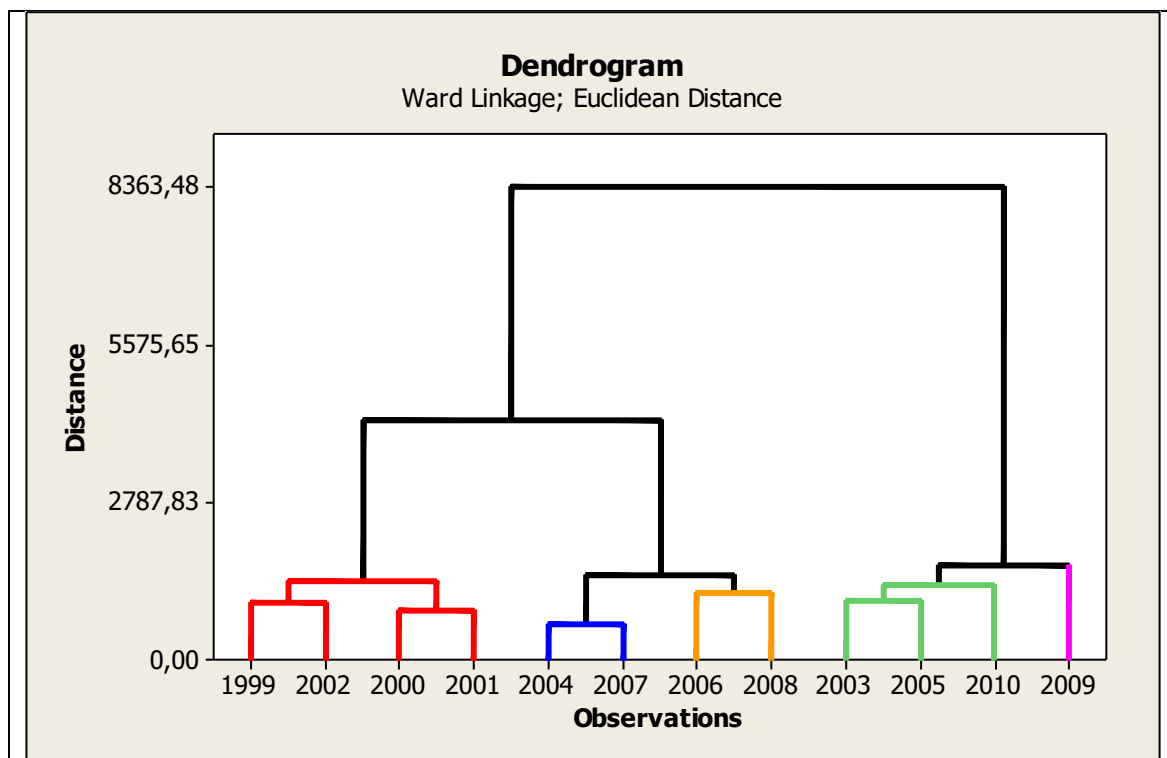


Gráfico 18: Identificação dos anos-padrão – agrupamento em Ward (distância euclidiana)

Fonte: Fundação GeoRio

Organização: Núbia Beray Armond.

A busca pela técnica mais adequada para definição de anos-padrão levou à utilização das três técnicas utilizadas neste trabalho. Cada uma delas se utilizou de um determinado parâmetro (tanto na estatística descritiva quanto na multivariada) para identificação dos valores excepcionais. No caso do presente estudo, as três técnicas demonstraram, em suma, os mesmos resultados.

No que se refere aos anos-padrão definidos, os três apresentaram totais anuais significativamente correlacionados com os resultados. O ano de 1999 apresentou totais de chuva menores com relação a 2006 (chuva máxima de 2.300mm), que teve seus limiares de precipitação próximos dos 3.500mm em alguns postos. O ano de 2010 apresentou chuva máxima de 2.799mm (menos que o ano de 2006). Porém, o valor de chuva mínima foi significativamente elevado – 1350mm.

Para a escolha de apenas um ano-padrão para cada classe foram consultadas as médias e os valores anuais de chuva acumulada para cada ano, ficando definidos, assim, os seguintes anos-padrão: 1999 (ano seco – média anual de 976mm), 2006 (habitual - média anual de 1272,6mm) e 2010 (ano chuvoso - média anual de 1654,5mm).

Ainda que se pesem as variações dos totais de chuva acumulada anuais, a distribuição espacial da precipitação segue os padrões identificados nas classificações climáticas: a posição latitudinal, o relevo e a maritimidade interferem diretamente na distribuição das chuvas.

3.2. Dos eventos extremos e sua gênese

Conforme a proposta definida no início deste trabalho (análise dos episódios de chuva intensa e sua repercussão no espaço urbano do Rio de Janeiro) foi definido os anos-padrão da série histórica em análise para a definição da gênese dos extremos de chuva por meio da análise rítmica.

Cabe ressaltar que, diante das peculiaridades inerentes entre os totais de chuva elevados e ocorrência de repercussões no espaço urbano do Rio de Janeiro, foram definidos dois tipos de extremos nos anos escolhidos, respectivamente: os eventos extremos e os episódios extremos.

Nos três anos padrão em análise, definidos a partir do limiar de chuva acima de 20mm em 24h, foi identificado o crescimento gradativo do número de chuvas intensas.

As áreas a sotavento de ambos os maciços apresentaram totais de chuva inferiores àquelas localizadas a barlavento, sobretudo nos arredores dos dois maciços. Destacam-se os bairros da zona norte, atrás do maciço da Tijuca, como a região que, em consonância com a caracterização das chuvas (tanto em média anual, como média da série e média dos números de dias de chuva), consiste em uma área de sombra de chuva (figura 20).

O ano de 1999 apresentou três dias nos quais os totais de chuva foram acima de 20mm em 24h; o ano de 2006 apresentou 14 dias, com 20 dias no ano de 2010. Assim, os anos-padrão que, respectivamente, apresentaram menores, maiores e “habituais” totais de chuva também apresentaram esse mesmo padrão para os episódios de chuva que podem impactar o espaço urbano (gráfico 19).

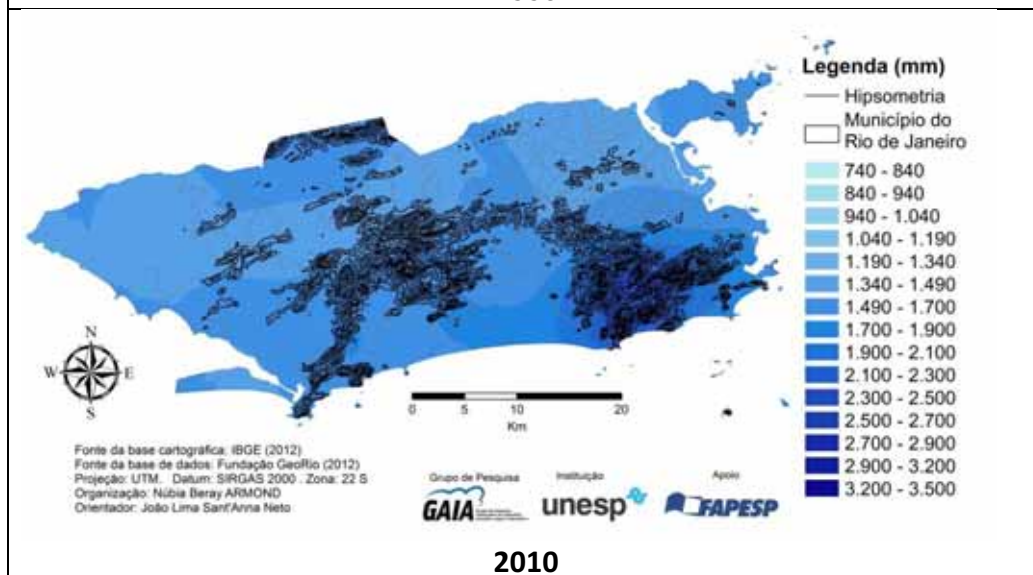
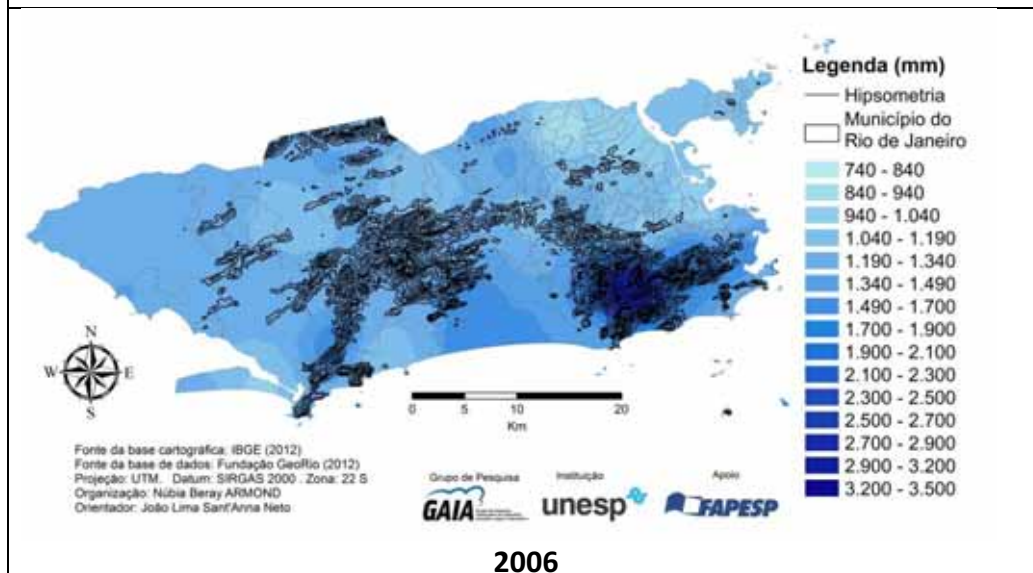
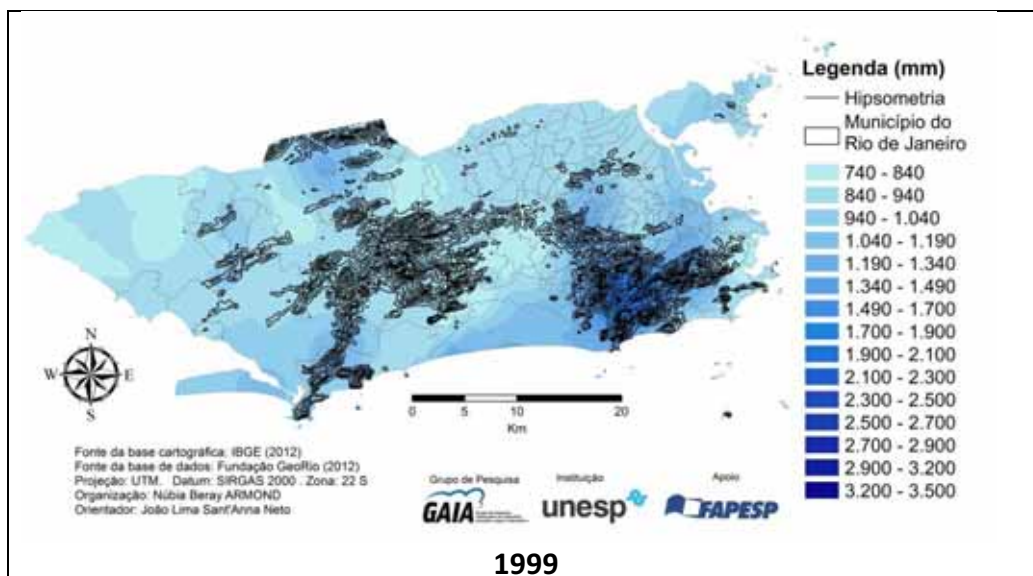
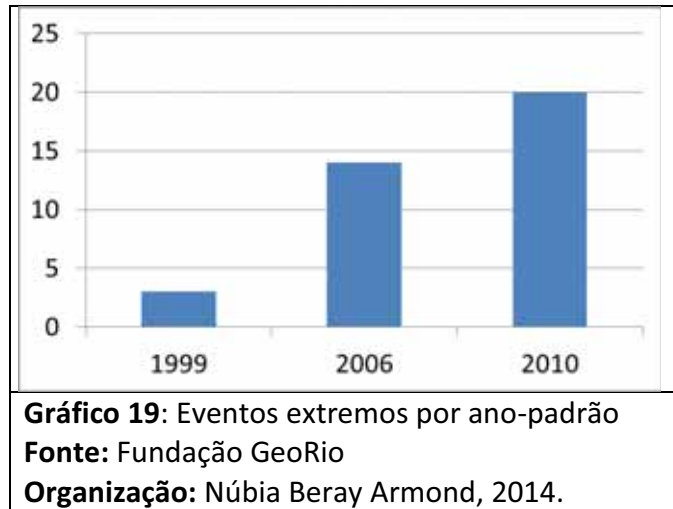


Figura 20: Chuva acumulada nos anos-padrão (respectivamente 1999, 2006 e 2010) no município do Rio de Janeiro.
Fonte: Fundação GeoRio



No caso da análise das chuvas em escala horária, os dois anos escolhidos (2011 e 2012) verificou-se que as médias se apresentaram reduzidas em comparação com os anos anteriores, selecionados em meio à série histórica mais longa. Nos dois anos, os totais de chuva não superaram os 2.000mm. Ainda assim, os padrões espaciais de variabilidade seguem o encontrado entre 1999 e 2010 (figura 21).

No que se refere aos extremos horários, os gráficos indicam que o ano de 2011 apresentou maior número de dias de chuva horária intensa do que o ano de 2012. Dentre os sete postos analisados, em 2011 (gráfico 20), o maior número de extremos foi em dezembro, com 11, seguido de abril (7) e janeiro (4). Já em 2012 foram janeiro (4), outubro (3) e, empatados, março, abril, setembro e dezembro (2).

Ressalta-se que o mês de abril, identificado como o segundo mês com a maior frequência de extremos em escala horária no ano de 2011, já foi citado por Serra (1970a) como mês em que historicamente são registrados extremos. O início do avanço da FPA, atrelado a superfície aquecida, ainda, pelo verão, pode provocar eventos de chuva intensa e desencadear uma série de impactos.

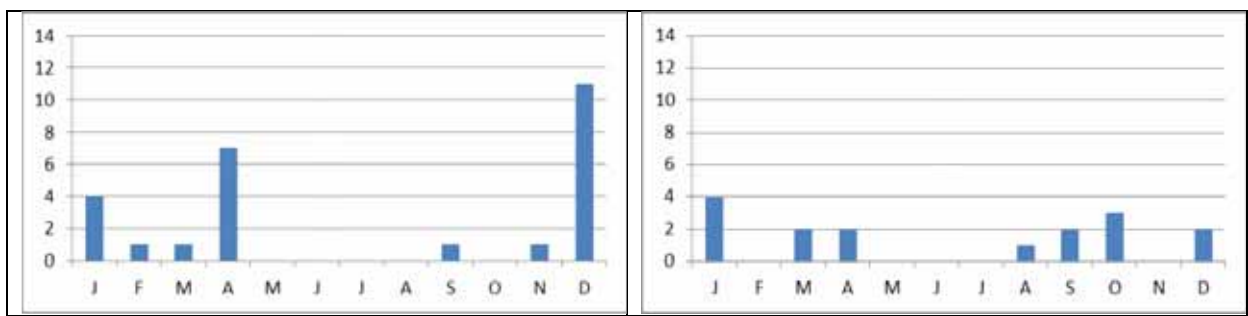
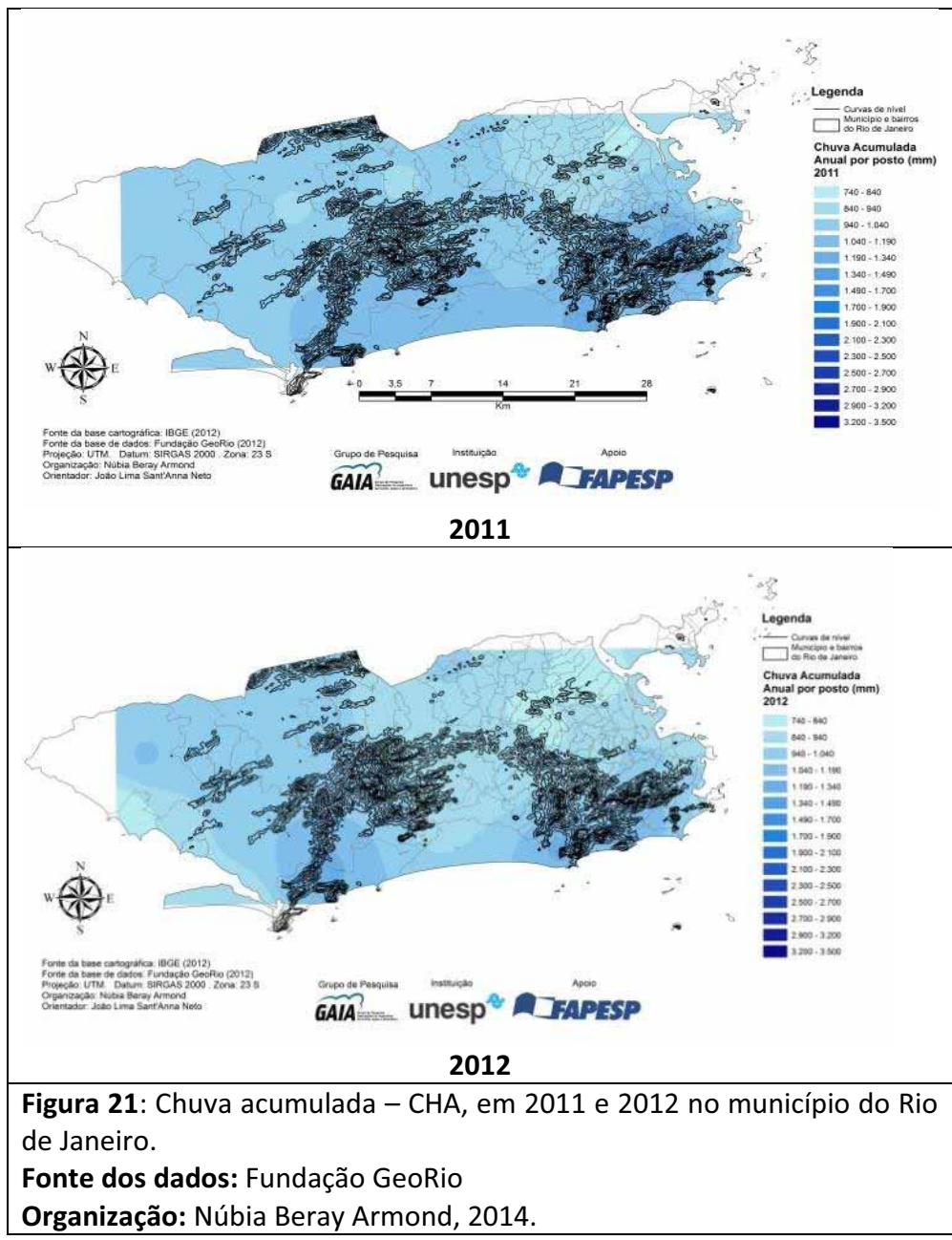


Gráfico 20: Quantidade de extremos por mês do ano (respectivamente, 2011 e 2012) no Rio de Janeiro.

Fonte: Fundação GeoRio

Organização: Núbia Beray Armond, 2014.

Para cada um dos eventos dos anos-padrão da série histórica de 1999 a 2010, realizou-se a identificação da distribuição espacial da intensidade das chuvas em classes (0 – sem chuva ou insignificante; 1 – de 20mm a 40mm; 2 – de 40mm a 60mm; 3 – de 60mm a 80mm; 4 – de 80mm a 100mm; 5 – acima de 100mm). As classes foram escolhidas de acordo com o referencial teórico consultado (GONÇALVES, 2003; VICENTE, 2004; BRANDÃO, 2005; OLIVEIRA e HERMANN, 2005; SILVEIRA, 2007; COLLISCHONN, 2009; LIMA, 2012), sobretudo no campo da Geografia, no qual se considera que totais de chuva não tão significativos podem se constituir em elemento deflagrador de episódios. Conforme descrito nos procedimentos metodológicos, a informação qualitativa atrelada aos episódios deu-se através das reportagens do jornal O Extra (na série entre 1999 e 2010), e a partir de um mapa de pontos de alagamento, produzido pelo instituto Rio Águas e fruto de uma compilação de informações obtidas por diferentes segmentos e instituições vinculadas à Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. O mapa é fruto de registros de alagamento obtidos nos anos de 2011, 2012 e 2013.

Com o objetivo de colocar as duas informações (alagamento e precipitação pluviométrica) em paralelo, optaram-se também por realizar uma análise da intensidade das chuvas em escala horária (milímetros por hora) em seis postos pluviométricos representativos. Quatro postos a sotavento e três a barlavento foram elencados. Foram escolhidos os anos de 2011 e 2012, já que o mapa dos pontos de alagamento contempla este biênio. Para ambas as análises de extremos (em 24h e a de intensidade por hora), realizou-se um gráfico de análise rítmica com dados da estação do Aeroporto do Galeão, localizado na Ilha do Governador.

Para os eventos extremos (ou “extremos meteorológicos”), elaborou-se 13 gráficos de análise rítmica para aqueles definidos acima de 20mm em 24h e 12 para aqueles definidos segundo a equação de intensidade horária das chuvas. Para os episódios, foram elaborados os gráficos de análise rítmica para o limiar superior a 20mm/24h e 3 para aqueles totais de chuva por hora correspondentes a equação. Por conta dos procedimentos adotados (análise de 5 a 6 dias antes do episódio e 1 dia depois), alguns episódios ficaram compreendidos no mesmo gráfico.

Os gráficos são parte integrante das pranchas, que dispõem, lado a lado, informações úteis para uma análise mais completa e complexa dos tipos de tempo geradores das chuvas, da sua intensidade e, quando dos episódios, de seus impactos decorrentes.

3.2.1. No ano-padrão SECO de 1999

Data do evento: 15 de Janeiro de 1999

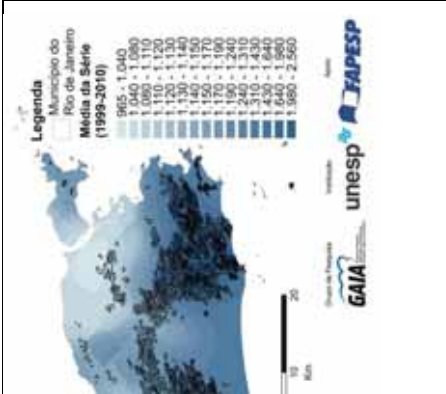
Segundo Boletim Climanálise (1999a), o quarto sistema frontal do mês atingiu a região sul no dia 14. No dia 15, a FPA sofreu conexão com o terceiro sistema frontal do mês de Janeiro, que passou no litoral do Sudeste e ficou estacionário até dia 18.

Ao caracterizar os sistemas atuantes na área de estudo, o Boletim (1999a), o dia 09 foi marcado pela presença de uma linha de instabilidade - IT à retaguarda do Rio de Janeiro, mas que interferiu diretamente na dinâmica local. Precipitação de aproximadamente 50mm foi registrada na estação meteorológica, que registrou ventos de NO, temperatura média de 25°C e elevada nebulosidade.

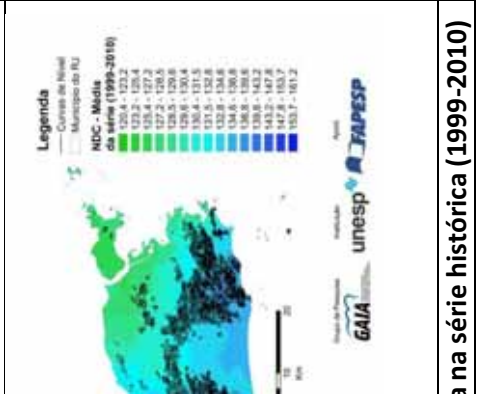
No dia 10 ainda foi verificada a presença da linha de instabilidade, que avançou para as baixas latitudes. Uma FPA se deslocou pelo oceano, se conectando a IT no dia 11 e permanecendo dia 12, ainda à retaguarda do Rio de Janeiro. No dia 13, a estabilidade denotou a presença da mTa, que deu lugar a IT no dia 14. A FPA só entrou em ação nos dias 15 e 16 de Janeiro (prancha 1).



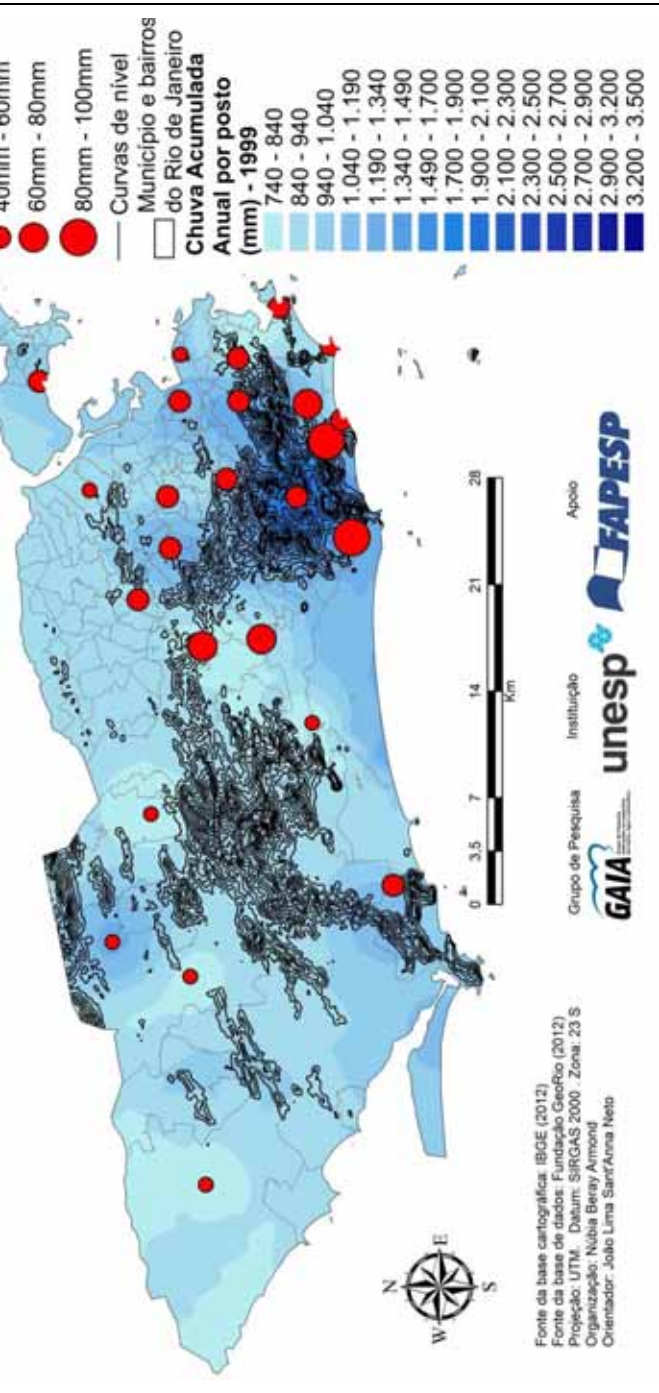
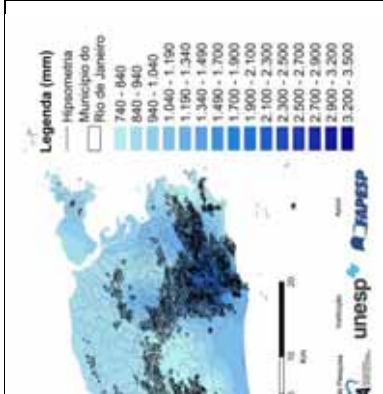
s sobre mapa hipsométrico



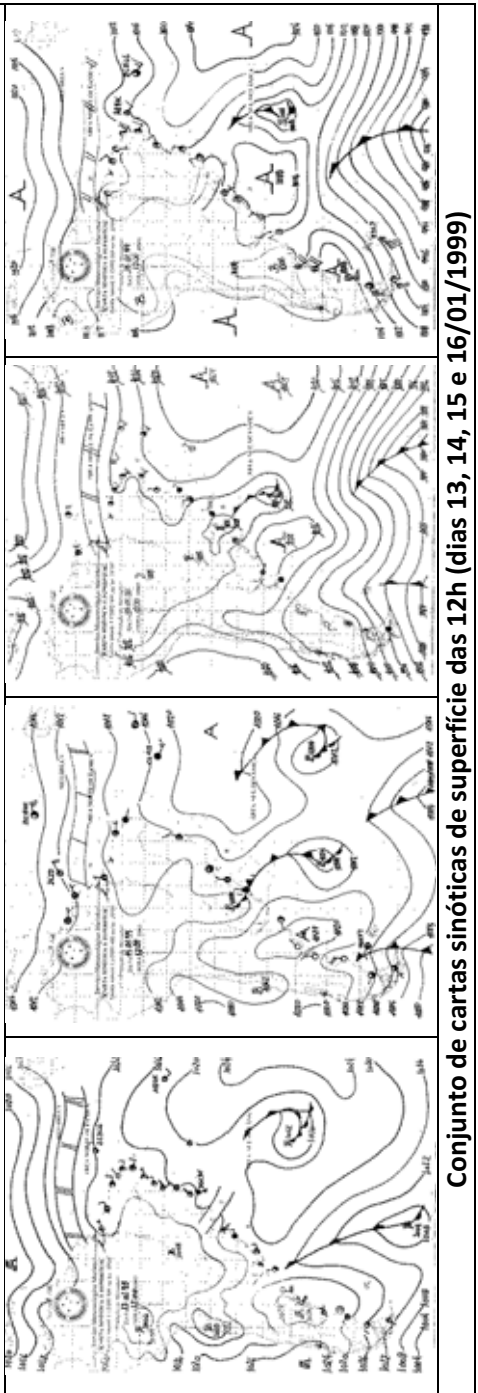
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 15 de Janeiro de 1999: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 13, 14, 15 e 16/01/1999)

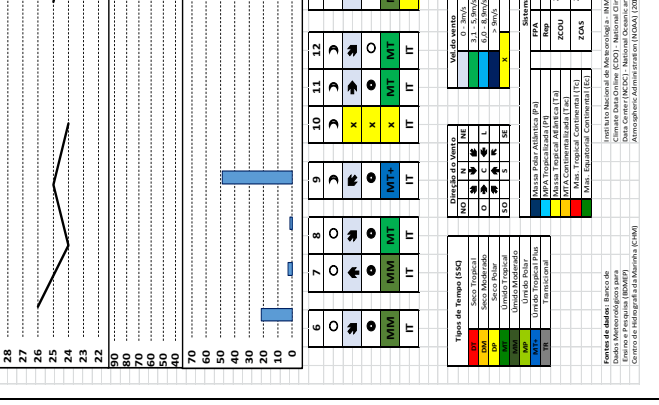
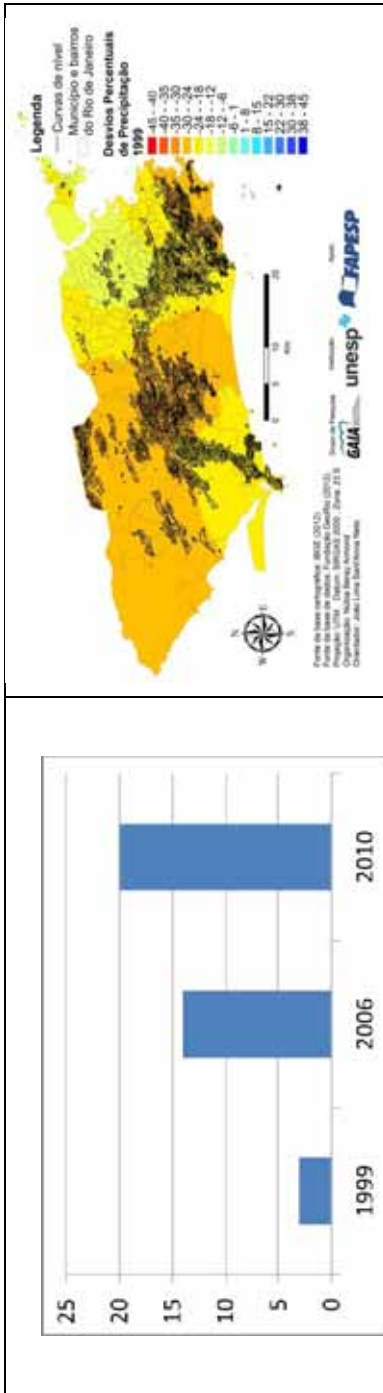


Gráfico de análise

SEM IMAGENS DE SATÉLITE DISPONÍVEL

Inicialmente associada à IT, a atuação da FPA provocou chuvas de totais elevados (acima de 50mm no dia 15). No dia 17, a ausência de chuvas associada à elevação da pressão atmosférica indicou a predominância da mTa.

A maior intensidade das chuvas foi registrada na linha dos maciços, sobretudo a barlavento do Maciço da Tijuca, que registrou chuvas de até 100mm.

Data do evento: 09 de Abril de 1999

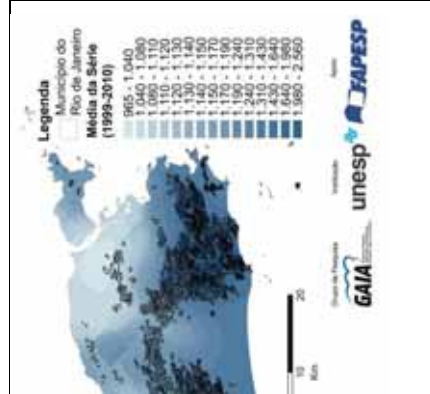
Segundo Boletim Climanálise (1999c) é descrito que o segundo sistema frontal do mês de Abril atingiu o Rio Grande do Sul e se deslocou para as latitudes mais baixas até dissipar-se em Maceió – AL no dia 14.

O dia 03 apresentou ventos oriundos do quadrante NE, com temperatura média nos 24°C e pressão nos 1014mb, condizentes com as características apontadas na carta sinótica. A massa tropical continentalizada – mTaC, permaneceu no Rio de Janeiro até o dia 5, quando a redução da temperatura e mudança da direção do vento (NO) sinalizou a presença da mTa (por conta do giro do anticiclone tropical - ASAS). No dia 04 é identificada a gênese de uma FPA, que se desloca para o oceano no dia 06.

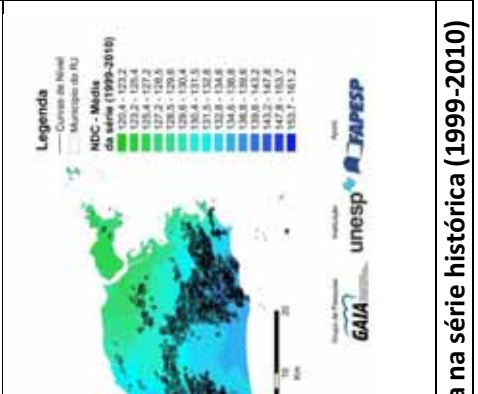
No dia 07 foi observada a incursão de outra FPA advinda de sul, que, ao traçar a trajetória em sentido NE, se associou à baixa pressão continental e, no dia 09 acabou provocando chuvas de até 20mm na estação meteorológica do aeroporto do Galeão (e de até 80mm em postos pluviométricos ao redor do Maciço da Tijuca). Os dias 10 e 11 foram marcados pela repercussão da FPA - Rep, com a queda de temperatura e aumento da pressão atmosférica (prancha 2).



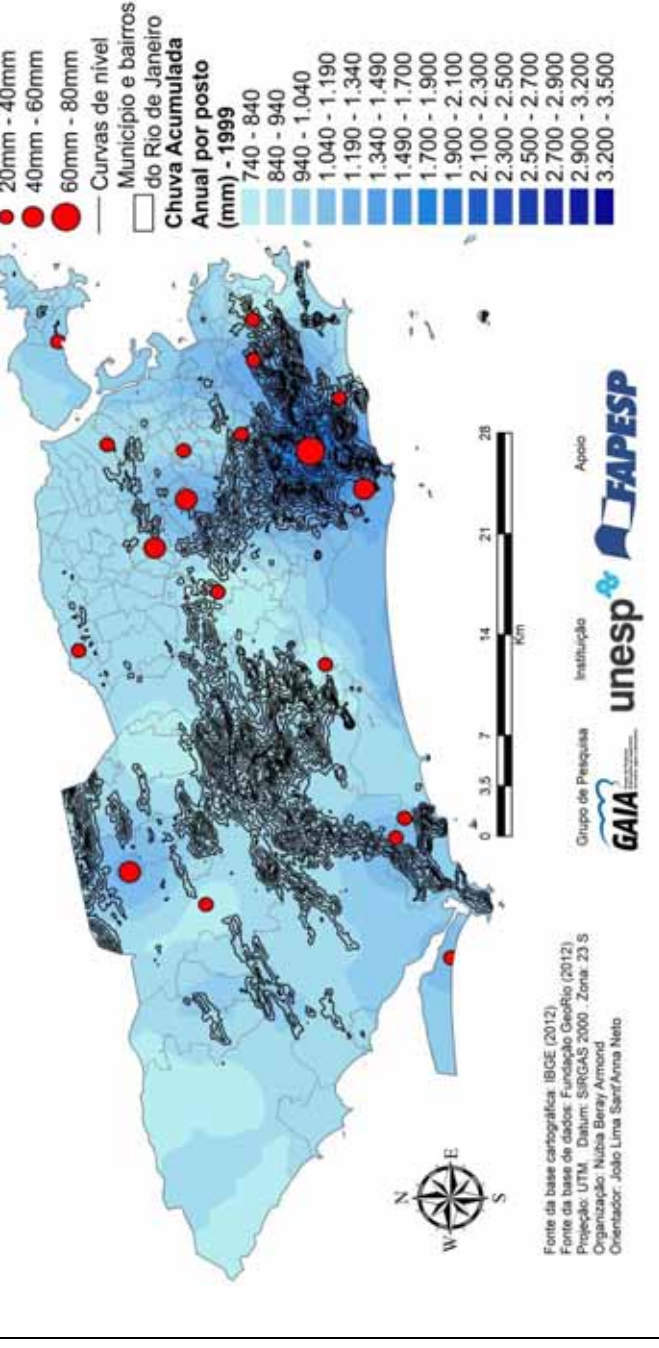
s sobre mapa hipsométrico



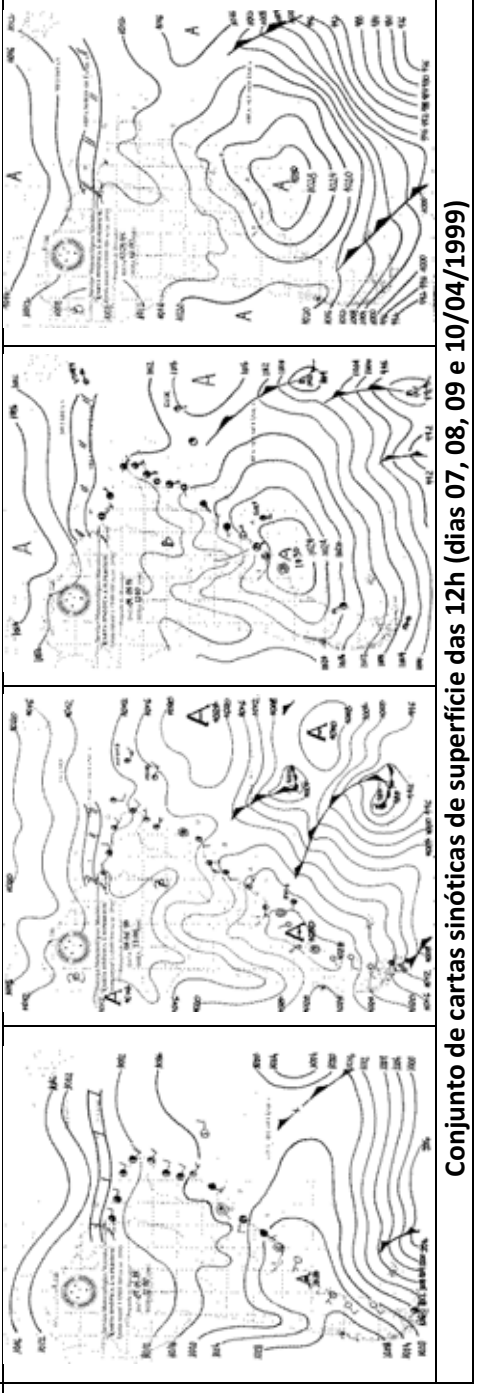
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 09 de Abril de 1999: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície de precipitação das 12h (dias 07, 08, 09 e 10/04/1999)

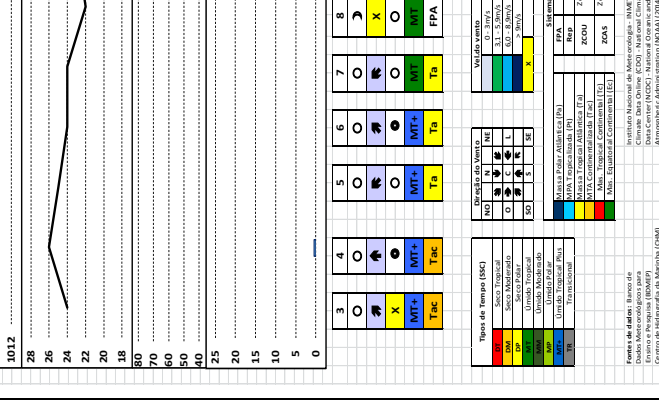
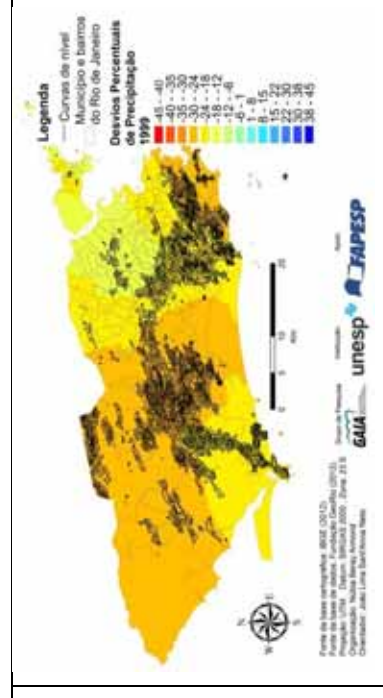
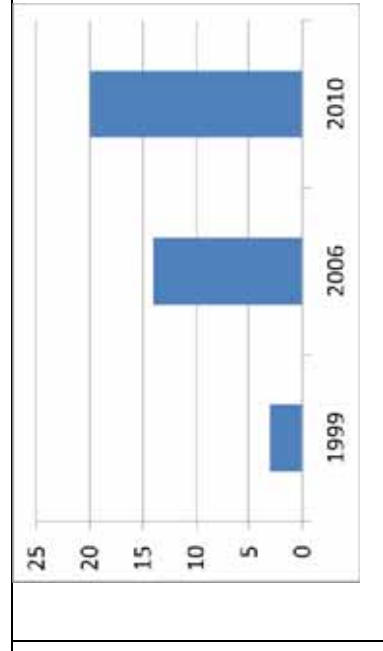
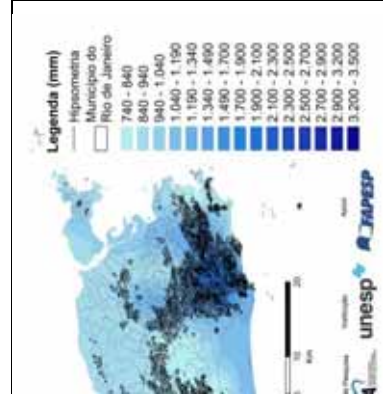
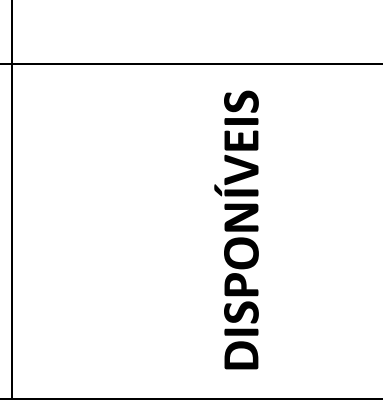
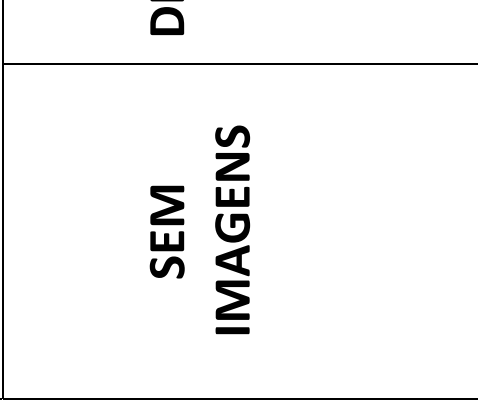


Gráfico de análise



DISPONÍVEIS

SEM
IMAGENS

D

3.2.2. No ano-padrão HABITUAL de 2006

Data do evento: 04 de Janeiro de 2006

Segundo o Boletim Climanálise (2006a), a Região Sudeste foi caracterizada por chuvas abaixo da média para Janeiro. Entretanto, alguns locais (como a área central de São Paulo) apresentaram chuvas que superaram a média. Esses totais elevados foram creditados ao primeiro episódio de ZCAS do mês de Janeiro de 2006 que, segundo o Boletim, se configurou a partir do dia 03 de Janeiro e levou instabilidade e chuvas contínuas no litoral.

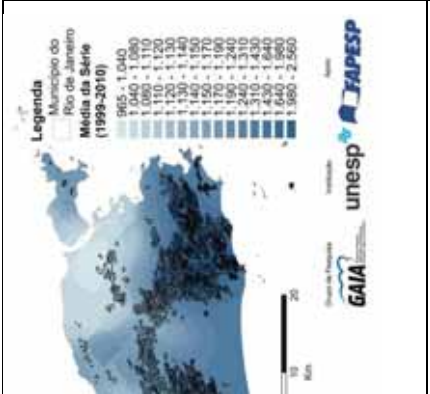
Ao analisar a passagem do sistema na costa através dos dados da estação meteorológica e das cartas sinóticas, foi identificada a passagem de um sistema frontal nos dias anteriores ao evento. Esse sistema entrou em oclusão, porém, permitiu que a nebulosidade continuasse relativamente elevada.

Nota-se a existência de células de baixa pressão sobre a porção continental do país, configurando-se em um setor amplo que abarca as regiões Norte, Nordeste e parte da porção centro-sul. Parte das frentes polares seguiu sua trajetória rumo ao oceano, pois a consistência das baixas pressões atrelada à baixa depressão barométrica (reduzida diferença entre as células de alta e baixa pressão, já que o ar polar no verão se encontra mais “descaracterizado”) não permitiu seu avanço pelo continente.

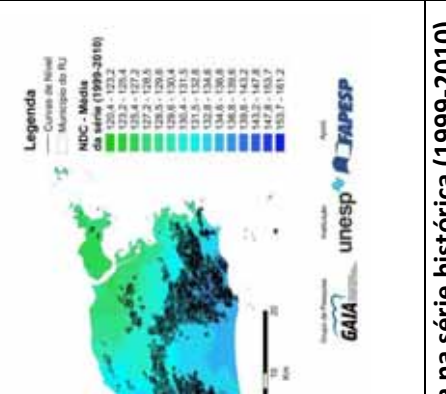
No dia 29 de dezembro de 2005, os ventos de norte atrelados a uma umidade relativa do ar de aproximadamente 70%, com baixa pressão e temperaturas máxima e mínima próximas à média compensada expressaram a presença da Massa Polar Tropicalizada – mPt - atuando no Rio de Janeiro. Essas condições perduraram no dia 30/12, com o fortalecimento da mTa adentrando sobre a cidade. As temperaturas em elevação (principalmente a máxima) reduziram a umidade relativa do ar (nos limiares dos 60%), ocorrendo uma mudança da direção predominante do vento (agora vinda do quadrante noroeste) e a queda da pressão sinalizaram a presença da mTc. A Frente Estacionária em Oclusão – FE/OCL, não trouxe precipitação para a área de estudo, permanecendo a nebulosidade elevada. Essas condições permaneceram no dia 31, com a dissipação da frente anterior para o oceano (prancha 3).



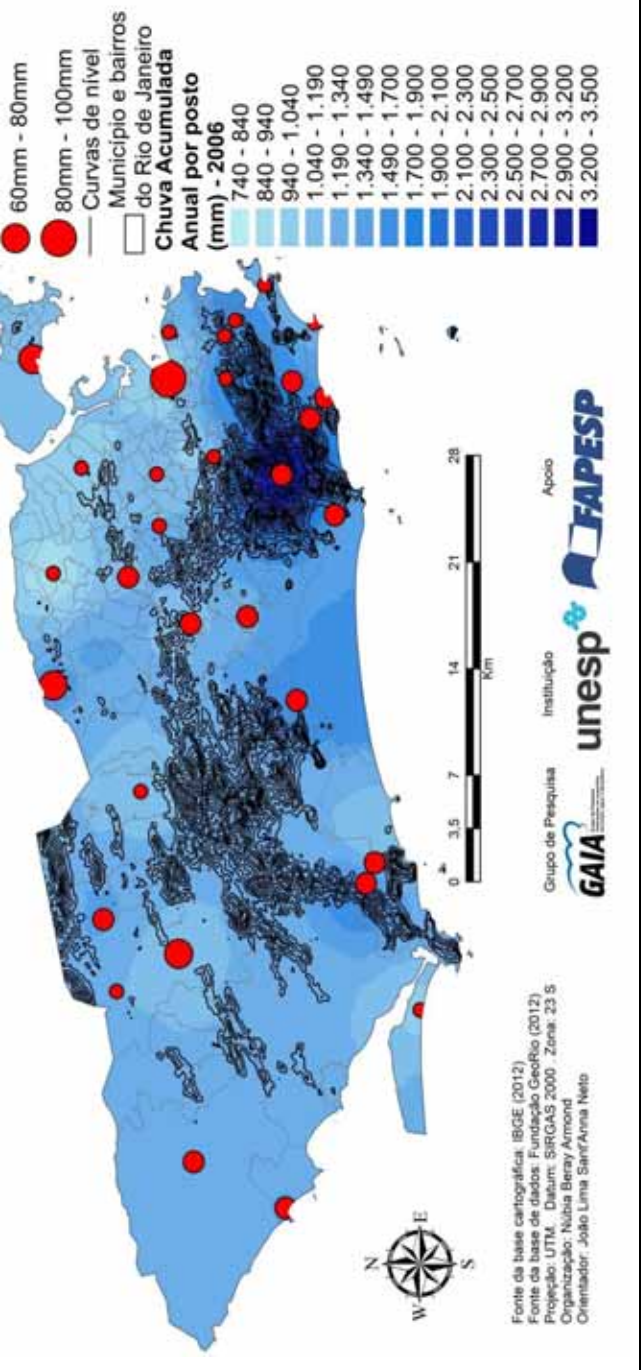
s sobre mapa hipsométrico



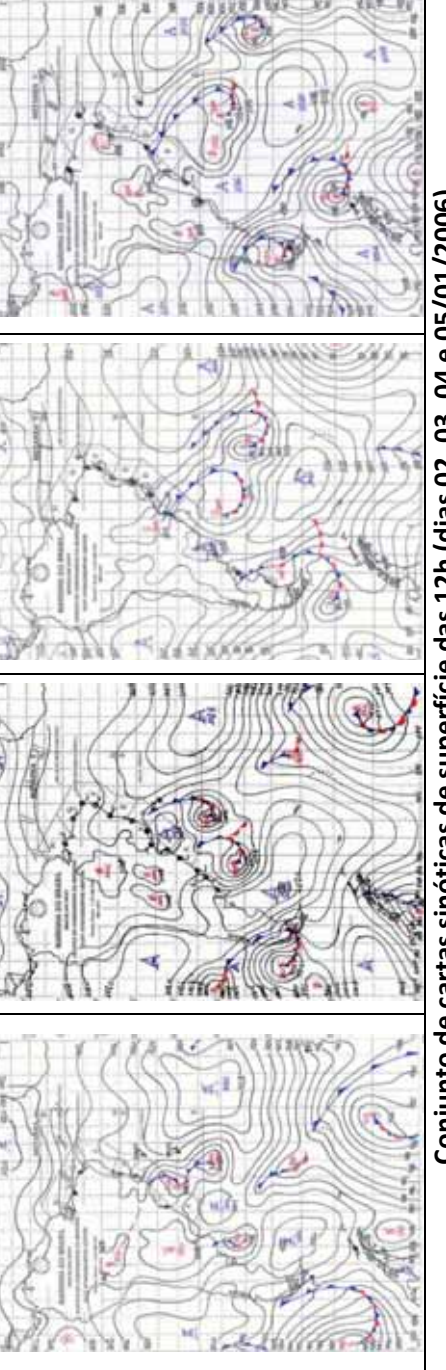
rie histórica (1999-2010)



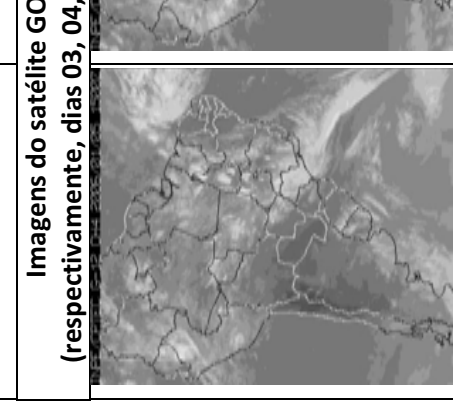
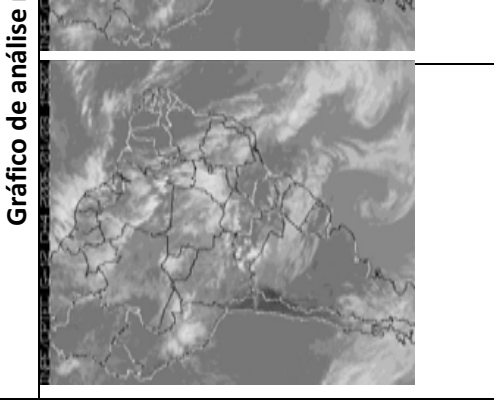
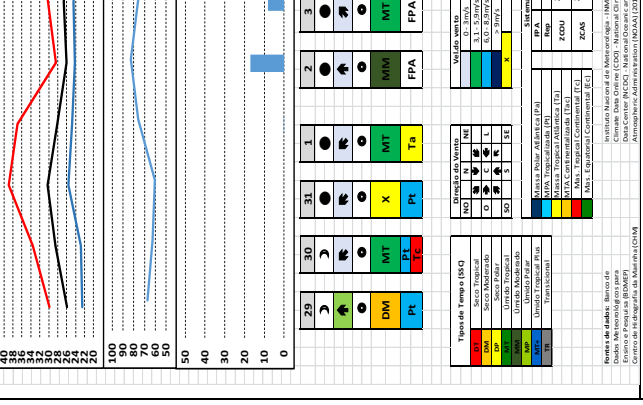
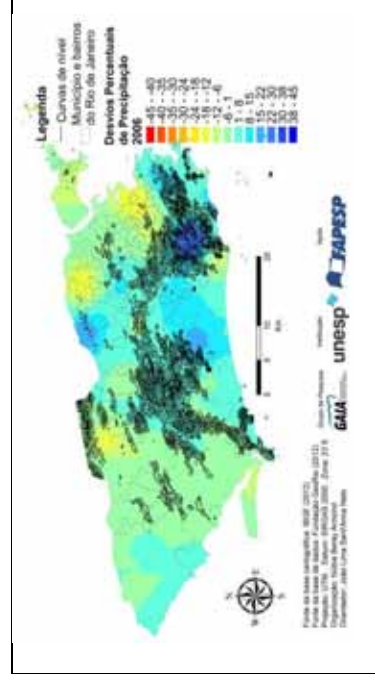
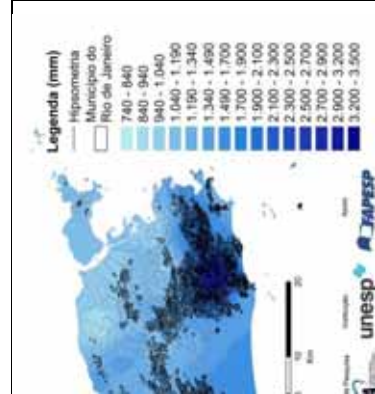
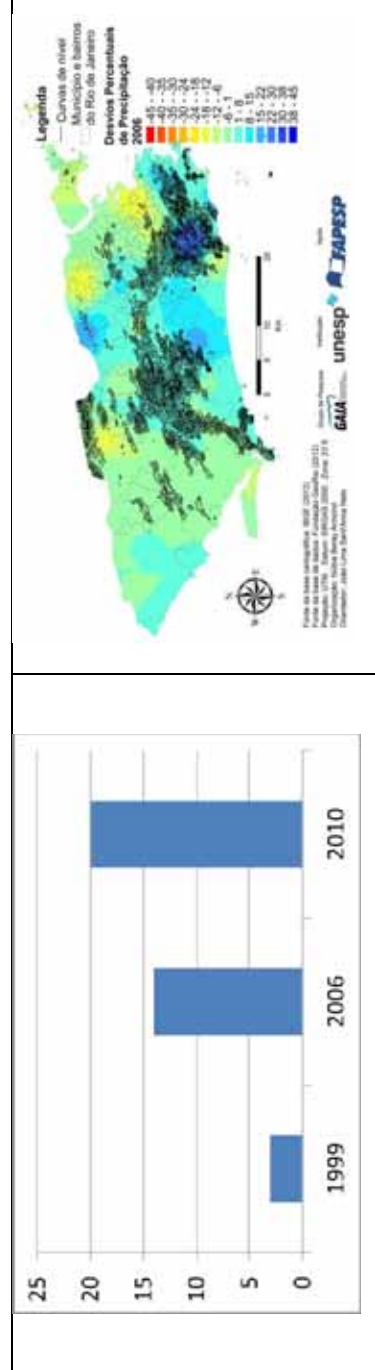
a na série histórica (1999-2010)



Evento de 04 de Janeiro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 02, 03, 04 e 05/01/2006)



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 03, 04, 05/01/2006)

A mudança dos valores dos elementos climáticos, visualizada pela alteração da predominância dos sistemas atmosféricos na carta sinótica, representa o avanço da mTa. O dia 1 de janeiro de 2006 apresentou um aumento para 80% da umidade relativa do ar, com a redução da temperatura máxima e média compensada, junto com a queda da pressão. A nebulosidade elevada, e a origem noroeste do vento sinaliza o giro do ASAS, que predominou na área nesse dia. Nota-se a presença FPA que, antes pouco caracterizada, no dia 2 de janeiro adquiriu força e se conectou com as baixas pressões continentais. Essa frente gerou chuvas de, em média, 20mm, foi responsável pela elevação da umidade do ar e derrubada das temperaturas.

O dia 03 de Janeiro apresentou a continuidade da conexão entre a frente e as baixas pressões continentais, com a FPA em domínio. As temperaturas continuaram reduzidas, mas sofreram ligeira elevação. Totais próximos a 10mm de precipitação são registrados, assim como a ligeira redução da umidade relativa.

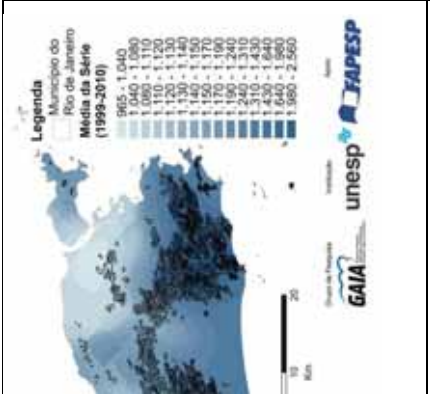
O deslocamento da FPA para o oceano fez com que, no dia 04 de Janeiro, os dados apresentassem aumento da temperatura máxima para aproximadamente 32°C, com predomínio da mTa. No dia 5 de Janeiro foram registrados os maiores totais de chuva (quase 50mm) devido ao corredor de nebulosidade formado entre a FPA (sistema predominante no Rio de Janeiro neste dia) e as células convectivas continentais sobre a Amazônia. A elevação da umidade relativa, a redução das temperaturas (máxima, média compensada e mínima), e a alta nebulosidade corroboraram para essa interpretação. Essa situação predominou até dia 06, dois dias após o evento em análise. O sistema ZCAS, que se formou a partir do dia 03, atuou em escala macrorregional, como pode ser observado nas imagens de satélite. Entretanto, para o Rio de Janeiro, a gênese das chuvas foi atribuída à FPA por conta da interpretação dos dados e das cartas sinóticas.

Data do evento: 10 de Fevereiro de 2006

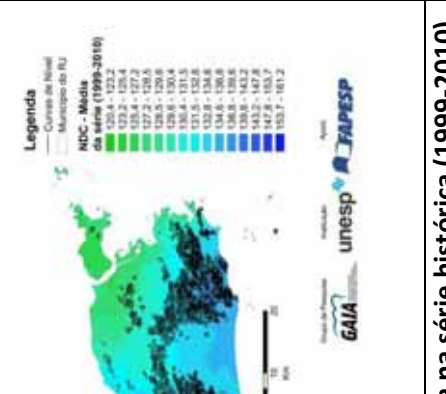
De acordo com o Boletim Climanálise (2006b) foi identificada a existência de dois episódios de ZCAS no mês de Fevereiro: o primeiro deles teve a sua gênese no final do mês de Janeiro. O segundo configurou-se entre os dias 09 e 13 e provocou fortes pancadas de chuva. Inundações foram verificadas em todo o estado de São Paulo e, posteriormente, perdas materiais e óbitos foram identificados no Rio de Janeiro também.



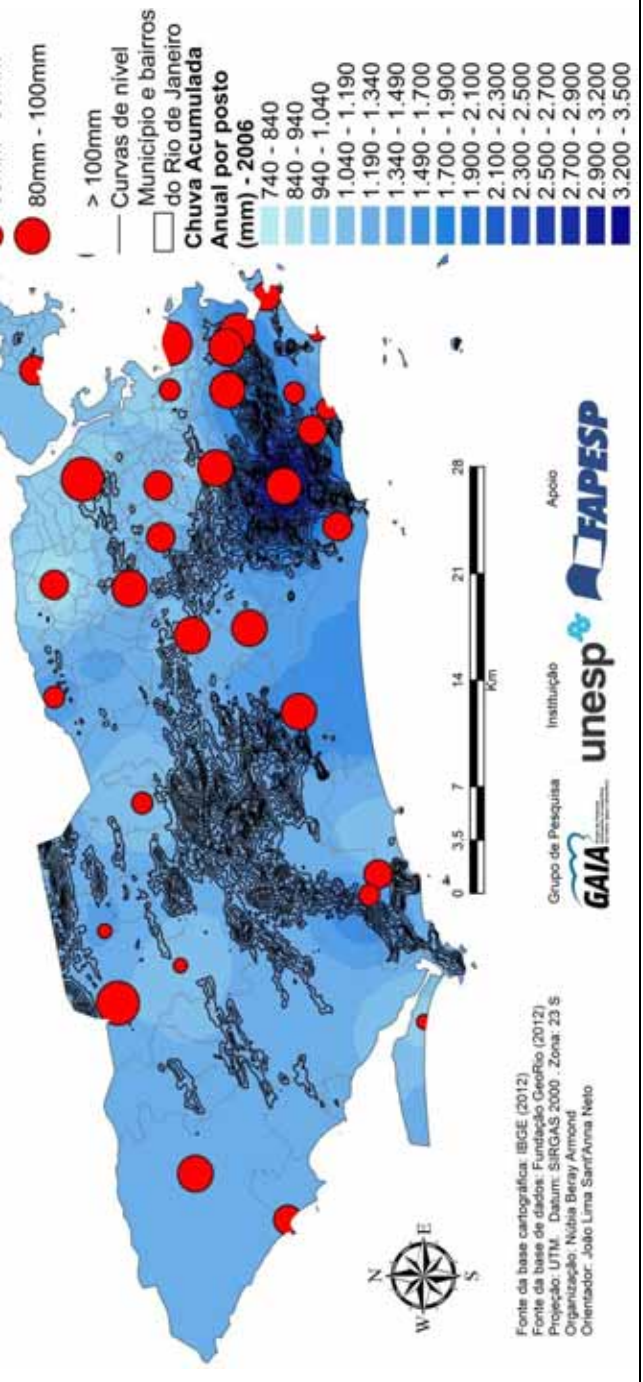
s sobre mapa hipsométrico



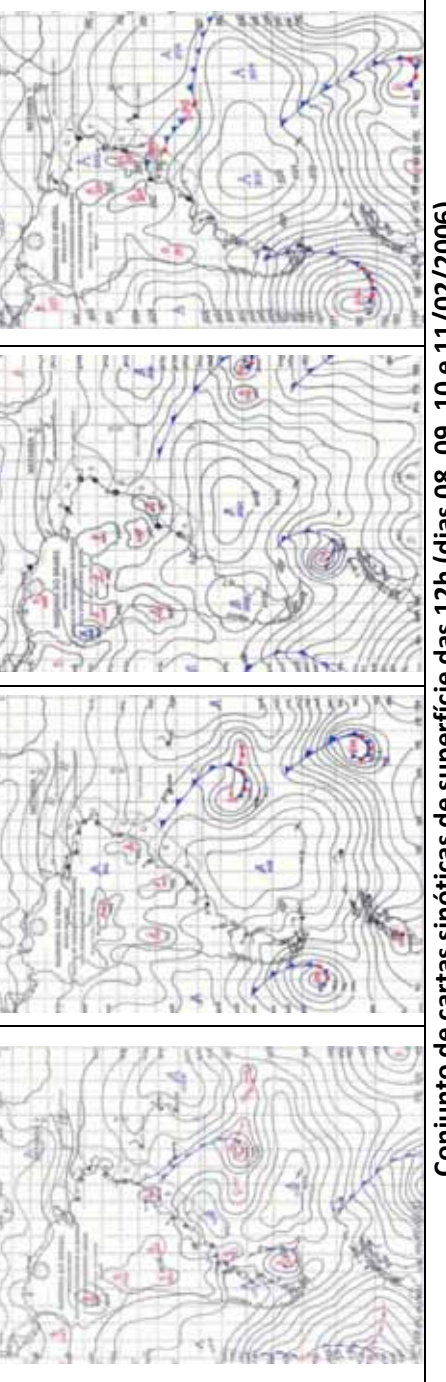
rie histórica (1999-2010)



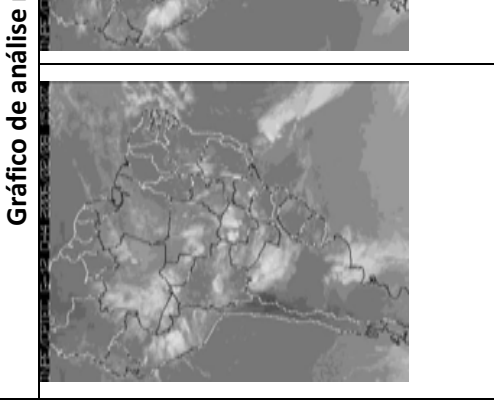
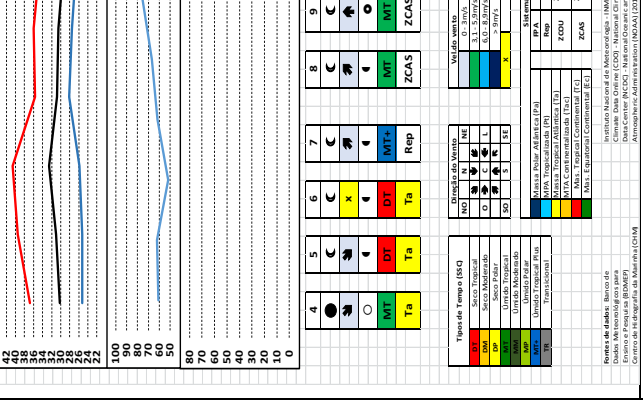
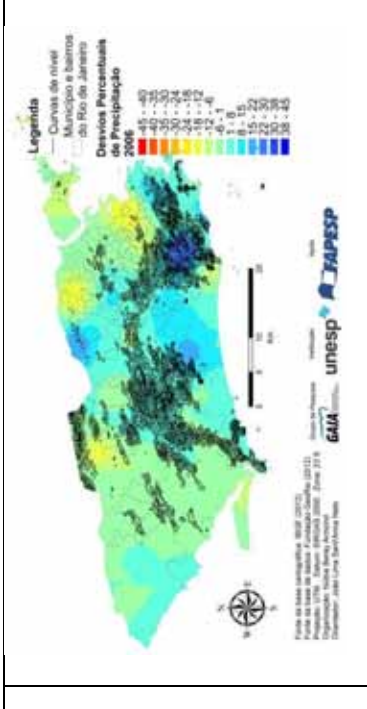
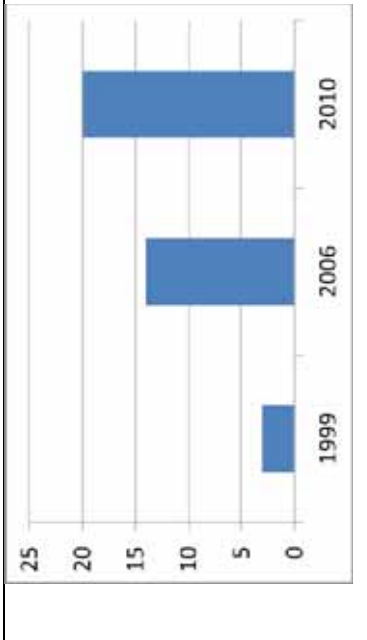
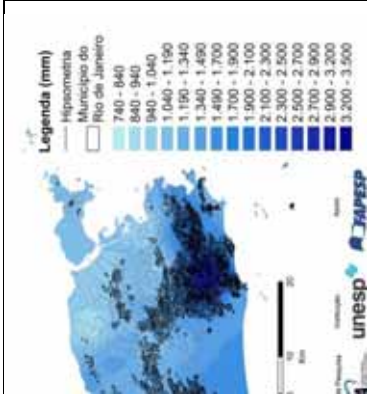
a na série histórica (1999-2010)



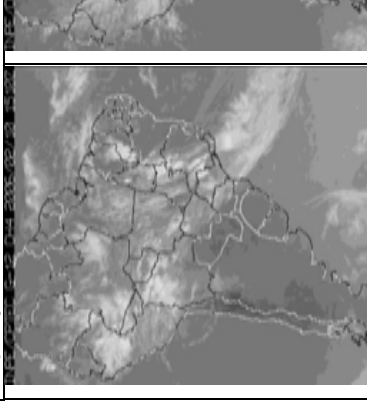
Evento de 10 de Fevereiro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 08, 09, 10 e 11/02/2006)



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 08, 09



Ainda de acordo com o Boletim Climanálise (2006b), o primeiro sistema frontal do mês ingressou pelo Rio Grande do Sul e iniciou seu deslocamento para o Sudeste no dia 07. Entre os dias 08 e 11, a frente permaneceu semi-estacionária no litoral do Sudeste, o que configurou um episódio de ZCAS. Nos dias 10 e 11, baixas pressões associadas à frente fria - FF, favoreceram a ocorrência de atividade convectiva no Rio de Janeiro (prancha 4).

Os dados da estação meteorológica demonstraram que, no dia 04, a origem do vento era do quadrante SE, com a umidade relativa do ar em 60%, temperaturas elevadas (máxima de 37°C e mínima de 25°C) e pressão atmosférica em aproximadamente 1012mb. A carta sinótica indicou a existência de células de baixa pressão ao longo do continente. A linha de pressão de 1012mb se encontrou sobre a latitude na qual se encontra o Rio de Janeiro, o que demonstra a atuação da mTa sobre a cidade.

Essas condições perduraram no dia 05, que apresentou apenas queda na pressão e elevação da temperatura máxima. A formação e deslocamento da FPA foram identificados na carta sinótica desse dia, que indicou outra frente formada e em deslocamento em sua retaguarda. A nebulosidade também começou a se elevar a partir do dia 05. O dia 06 marcou maior queda da pressão, elevação da temperatura máxima e queda da umidade relativa, que chegou aos 50%. A primeira FPA se deslocou para o oceano, enquanto a segunda FPA se encontrava a caminho, se atrelou às baixas pressões continentais e repercutiu no Rio de Janeiro através da redução da temperatura (principalmente da máxima), aumento da mínima (o que denota elevação da nebulosidade) e elevação da umidade relativa do ar.

Nos dias 08 e 09 as temperaturas permaneceram com amplitude reduzida, a umidade continuou em elevação e não houve precipitação. Do dia 07 ao dia 09 as condições atmosféricas indicaram a presença da mTa com repercussões da FPA.

A FPA, conectada com as baixas pressões sobre o continente formando uma ZCAS, finalmente atingiu o Rio de Janeiro no dia 10. Os totais de chuva chegaram a mais de 60mm na estação meteorológica e foram superiores a esse total em alguns postos pluviométricos. As temperaturas máxima e mínima continuaram em queda do dia 10 até o dia 12, quando a mínima se estabilizou. A umidade relativa continuou em ascensão, junto com a pressão.

A ZCAS que se formou a partir do dia 08 permaneceu atuando no Rio de Janeiro do dia 10 até os o resto dos dias analisados.

O evento em análise apresentou chuvas intensas, sobretudo no entorno do Maciço da Tijuca, tanto a barlavento quanto a sotavento.

Data do evento: 26 de Março de 2006

O Boletim Climanálise (2006c) destacou a ocorrência de uma ciclogênese que causou chuvas intensas no Rio Grande do Sul no dia 23. Esse sistema, associado à IT, avançou para o Sudeste e atingiu o Espírito Santo, local onde enfraqueceu.

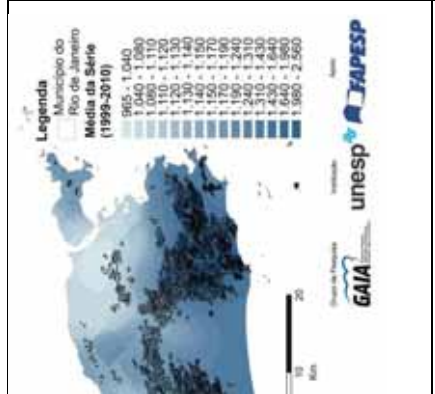
No dia 20, a umidade nos 60%, associada à alta temperatura máxima (38°C), vento de Norte com a isóbara de 1014mb sobre a cidade denotou a presença da mTA atuando sobre a área. Uma IT foi identificada na carta sinótica nesse dia. Porém, ela se atrelou à FPA no dia seguinte (21) e seguiu para o mar no dia 23, sem afetar significativamente a dinâmica atmosférica sobre o Rio de Janeiro.

As condições de ausência de nuvens, em conjunto às temperaturas elevadas e umidade relativamente baixa (porém ainda úmido, caracterizando a mTa) continuaram até dia 24, quando os ventos vinham de SW, a umidade caiu para os 50% e as temperaturas se elevaram ainda mais – sobretudo a máxima, o que caracterizou a entrada da mTc. Ainda nesse dia, foi visualizada a presença da FPA em seu deslocamento nas proximidades de Santa Catarina, atrelado às células de baixa pressão continentais.

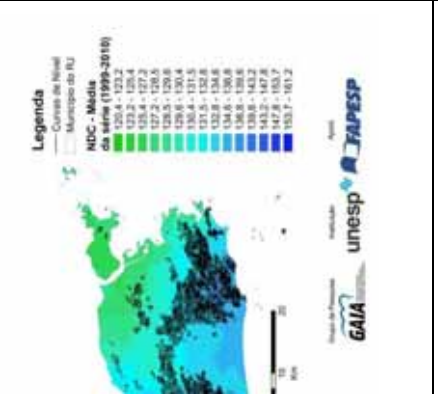
No dia 25, a nebulosidade já começou a ser visualizada sobre o Paraná, local sobre o qual se desenvolveu uma IT que continuou a se atrelar à FPA, formando uma banda de nebulosidade sentido W-E. A elevação da umidade do ar denotou a presença da mTa, com o pico de elevação das temperaturas – o que também caracterizou uma situação pré-frontal. A FPA seguiu em conexão com dois centros de baixa pressão “empurrados” por um centro de alta (em 1024mb) sobre o norte da Argentina, Uruguai e sul do Brasil no dia 26 – dia do evento (prancha 5).



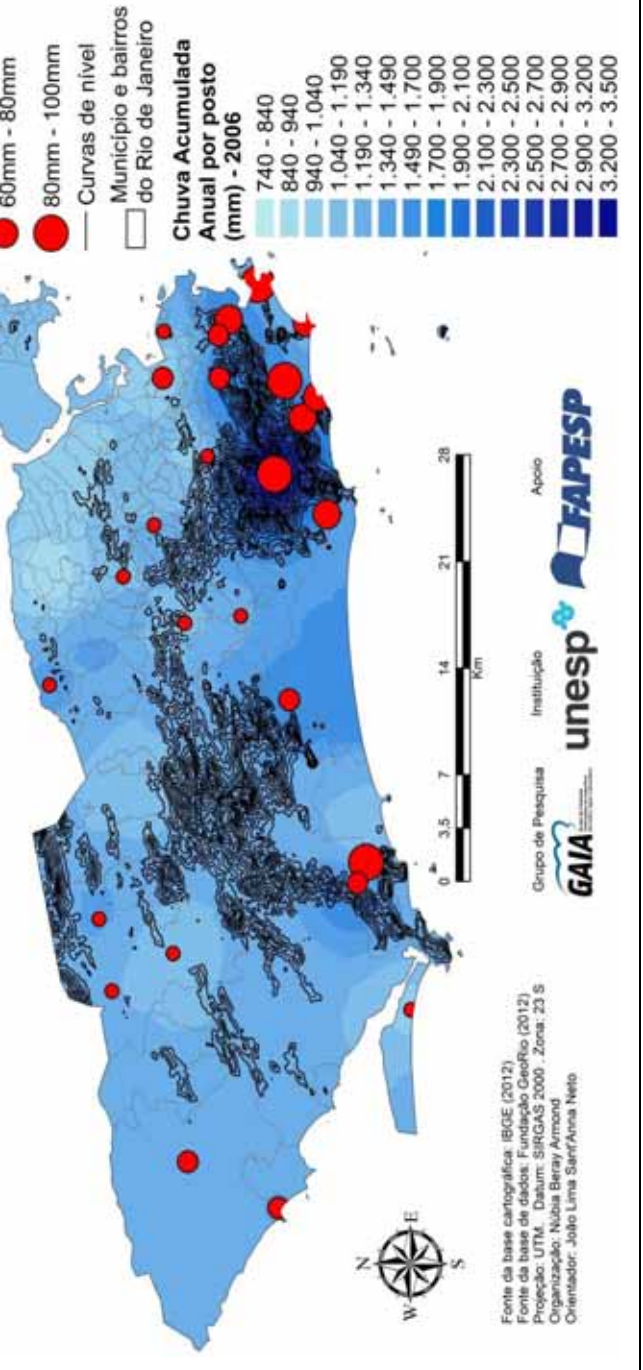
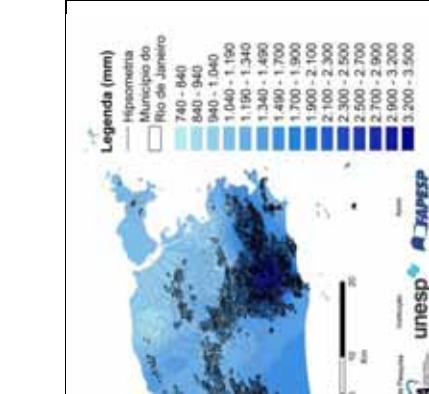
s sobre mapa hipsométrico



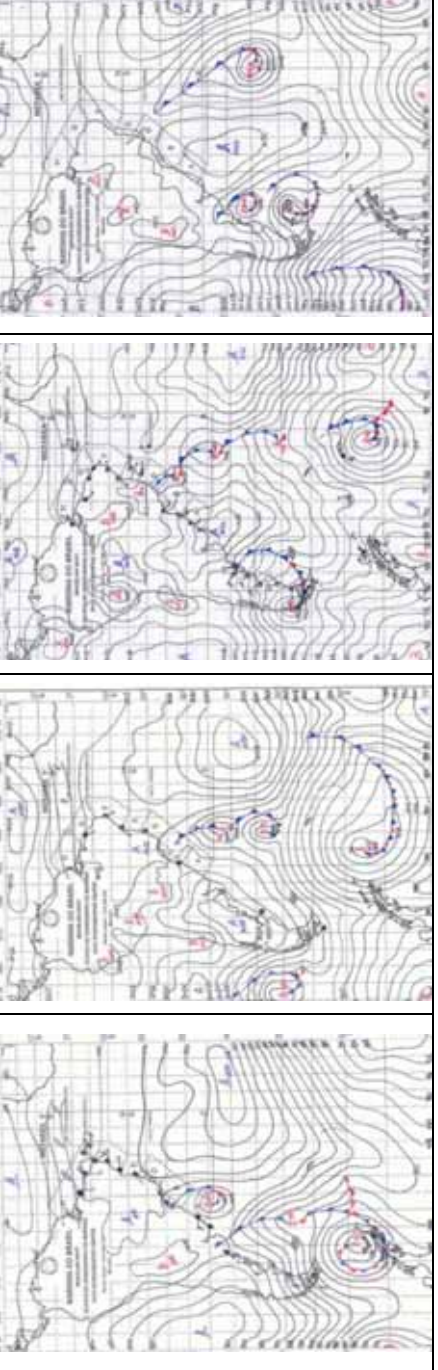
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 26 de Março de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 24, 25, 26 e 27/03/2006)

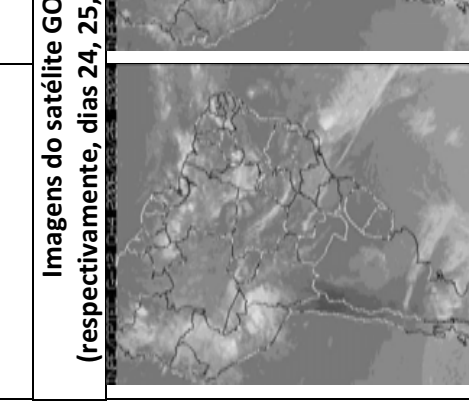
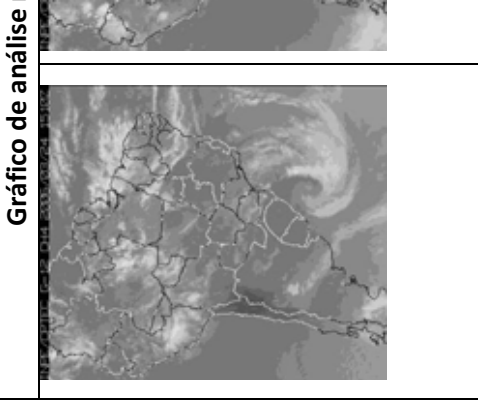
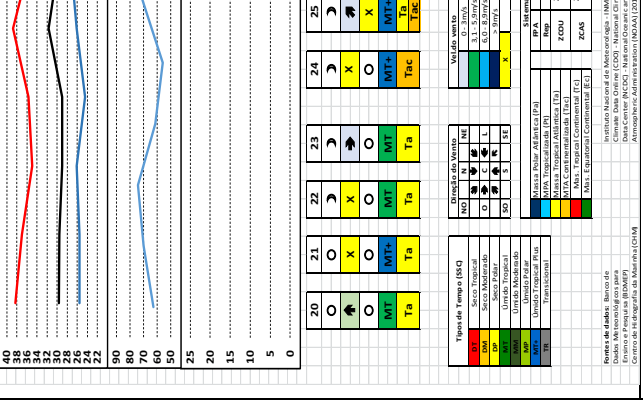
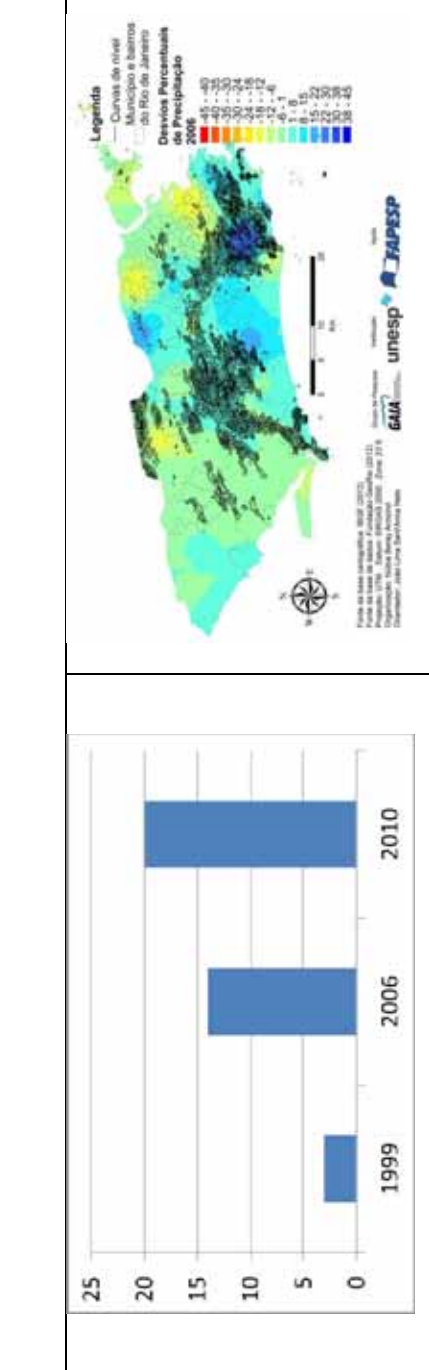


Gráfico de análise

Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 24, 25, 26 e 27/03/2006)

No dia 26, a umidade relativa do ar apresentou elevação para mais de 80%, as temperaturas sofreram queda para abaixo dos 30°C e, curiosamente, a pressão atingiu sua maior queda registrada na estação meteorológica – 1010mb. Ainda que os ventos registrados fossem oriundos do quadrante N, a carta sinótica sinalizou a presença de uma célula de baixa pressão sobre o Rio. Essa célula se conectou com a FPA, desencadeando precipitação no dia 26 (registrada no dia 27). O dia 27 foi caracterizado pelos menores valores de temperatura (abaixo dos 30°C), sobretudo pela queda da temperatura máxima decorrente da elevada nebulosidade. O dia 28 foi marcado pela presença da mPt, identificada por conta da ligeira elevação da temperatura máxima e a queda da mínima – a primeira não chegou a mais que 32°C e a mínima desceu para 23°C -, elevação da pressão atmosférica, baixa nebulosidade e ventos do quadrante SE.

A maior intensidade das chuvas também foi encontrada ao redor dos maciços costeiros. No Maciço da Tijuca, o destaque se dá para os postos localizados a sotavento (de 60mm a 80mm em 24h). Os postos localizados a sotavento do Maciço da Pedra Branca também apresentaram intensidade elevada (de 40mm a 60mm em 24h).

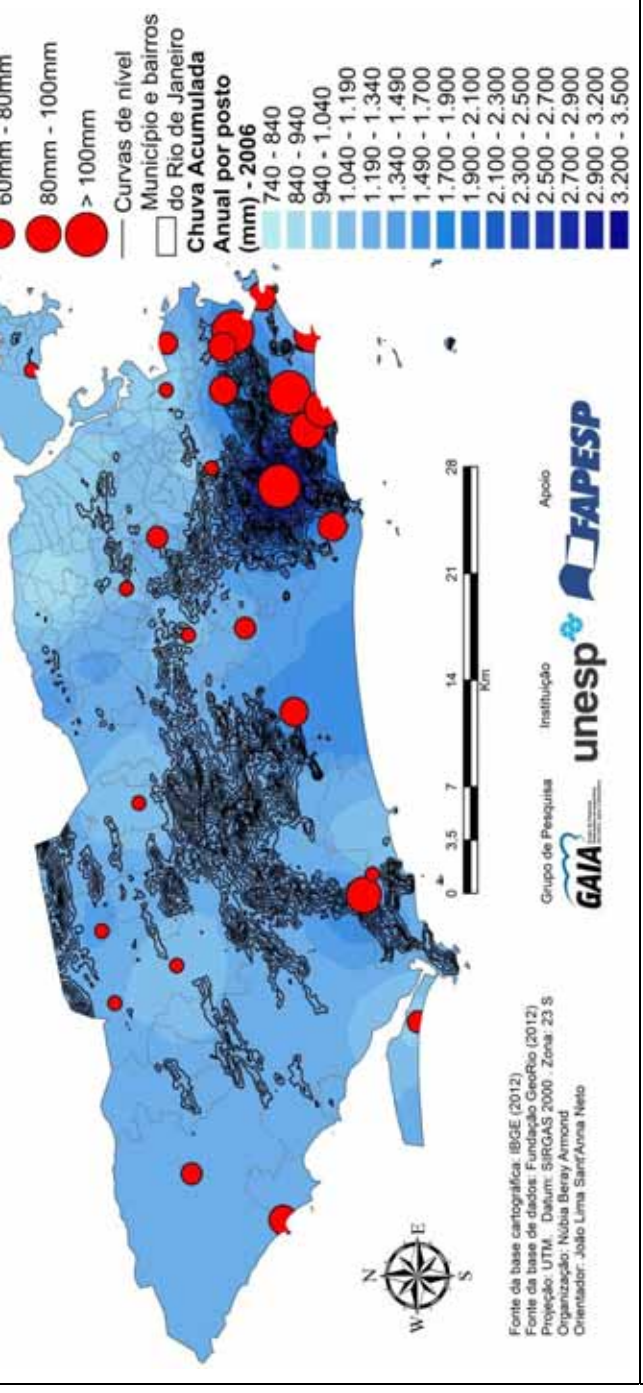
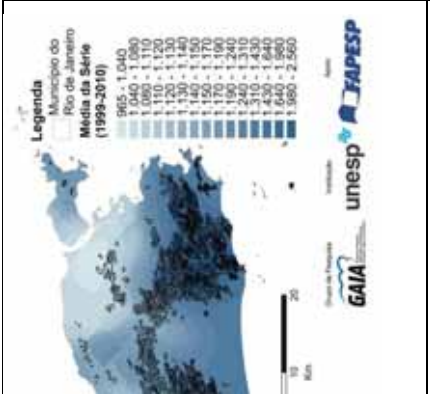
Data do evento: 23 e 24 de Maio de 2006

A partir da data do evento, a análise do Boletim Climanálise (2006e) apontou a existência de uma quarta frente, que avançou pelo RS pelo interior e litoral do país a partir do dia 19, a princípio se notificação de grandes instabilidades.

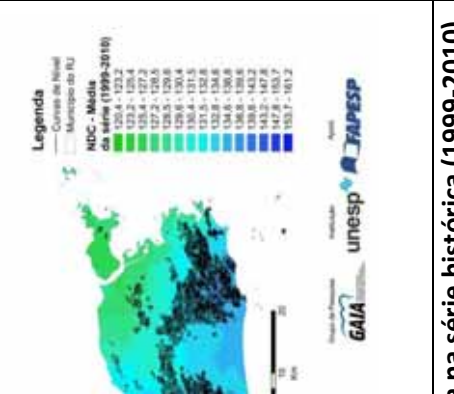
Os dados da estação meteorológica para o dia 17 de maio representaram baixas temperaturas (mínima de 18°C e máxima de 27°C), porém, com elevada amplitude. A pressão situou-se na casa dos 1023mb e a umidade relativa do ar próximo aos 70%. A mPt atuou a área até o dia 19, quando a queda da umidade relativa e da pressão e aumento da temperatura máxima indicaram a presença da mTaC. Até o dia 20, uma FE se encontrava presente no oceano, em baixas latitudes. Enquanto isso, dia 19 a carta sinótica indicou uma célula de baixa pressão continental que se ligou à FPA através de uma IT situada em Santa Catarina (prancha 6).



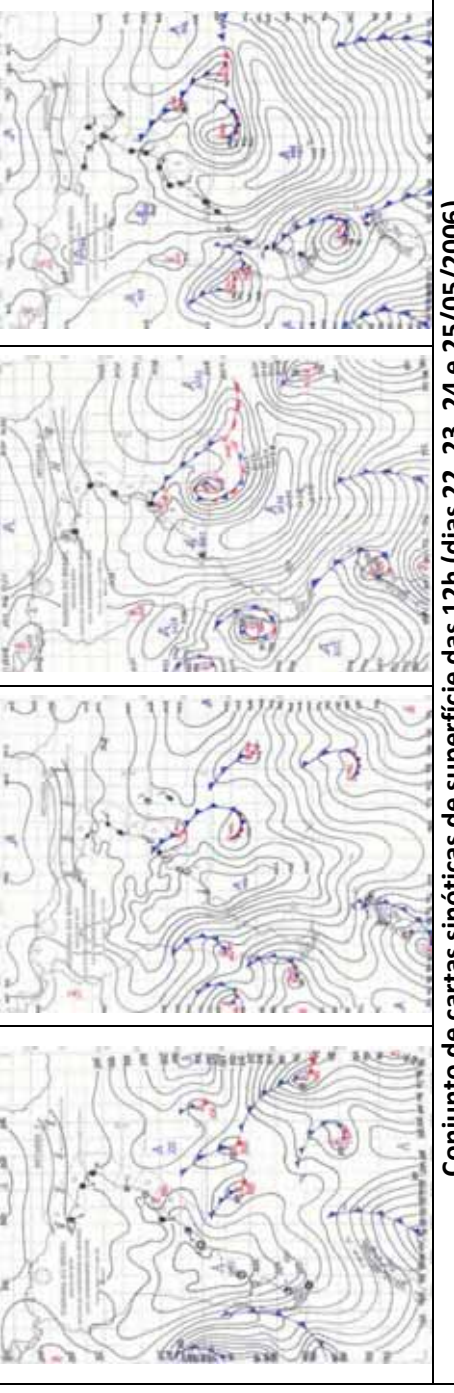
s sobre mapa hipsométrico



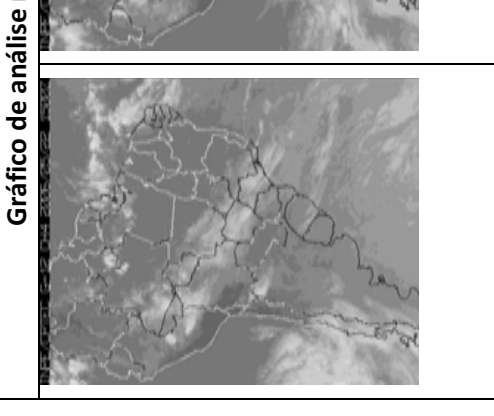
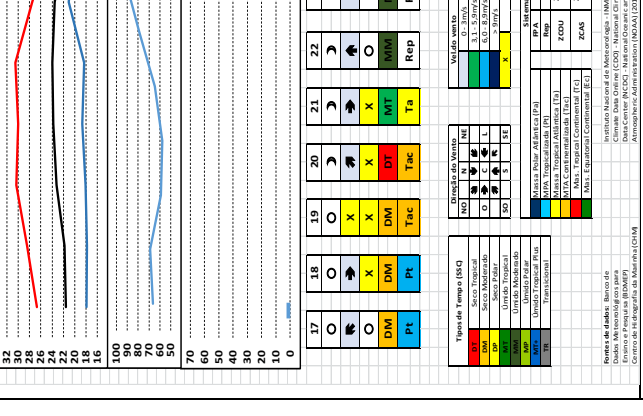
Evento de 23 e 24 de Maio de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



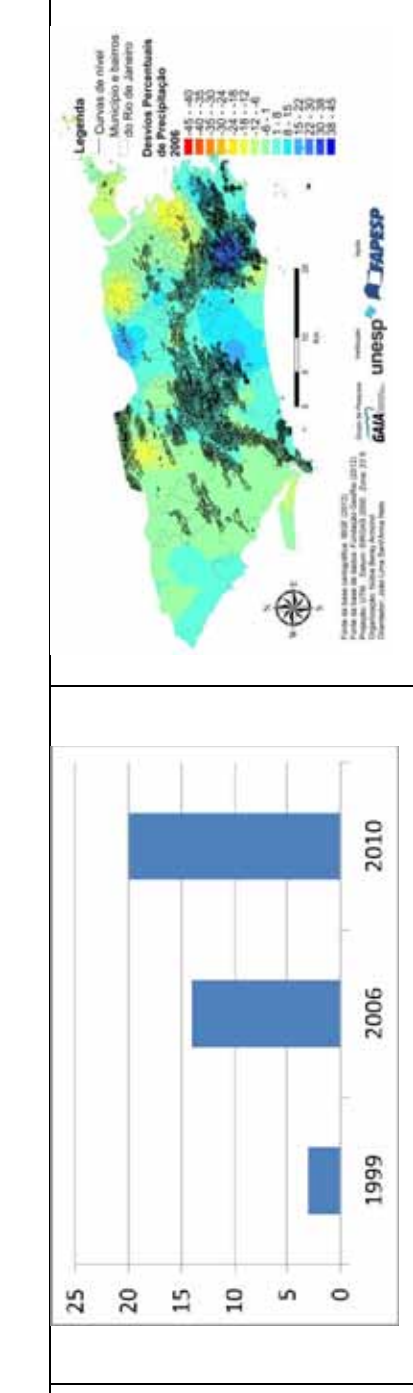
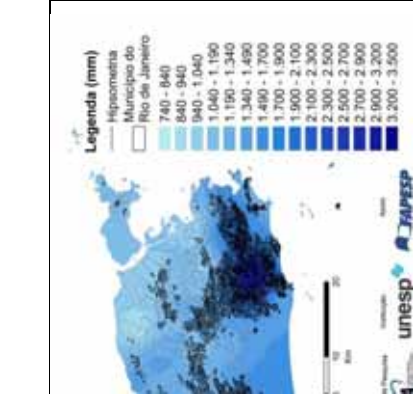
a na série histórica (1999-2010)



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 22, 23, 24 e 25/05/2006)



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 22, 23, 24)



Elevados gradientes barométricos foi identificado a partir das cartas sinóticas, o que demonstrou o ímpeto da mPa no mês de maio. Nessa época do ano o continente já se encontra menos aquecido e a obliquidade da incidência da radiação solar favorece o maior aquecimento do hemisfério norte (estação do verão). Esse gradiente barométrico favorece a rápida passagem da FPA que, nessa época do ano, apresenta por excelência suas características mais originais, de ar seco e frio.

A elevação da umidade relativa do ar no dia 21, com a dispersão da FE no continente fez com que a mTa agisse sobre o Rio de Janeiro. No dia 22 foram sentidas as repercussões da FPA em sua trajetória para as baixas latitudes. A umidade do ar se elevou e as temperaturas começaram a cair. A FPA apresentava, na carta sinótica, sua banda fria em sentido vertical próximo ao litoral do Rio de Janeiro. Entretanto, essa frente se dividiu, sua banda fria se conectou a uma célula de baixa pressão no litoral e, no dia 23 a FPA começou a agir sobre o Rio de Janeiro. A umidade do ar seguiu para a casa dos 90%, as temperaturas (principalmente a máxima) apresentaram queda, com nebulosidade elevada e precipitação também (com parte das chuvas registrada no dia seguinte, a estação meteorológica chegou a 60mm em 24h).

No dia 24 a FPA se atrelou a outra frente em dissipação no oceano, alinhou três células de baixa pressão e formou uma grande OCL no oceano. Ela apresentou características de FE na carta sinótica das 12h, representada nas imagens de satélite como uma grande banda de nebulosidade quase em sentido W-E.

O dia 25 foi caracterizado pelas quedas das temperaturas máxima, mínima e média compensada para menos de 22°C. A elevação da pressão atmosférica, atrelado aos dados de temperatura, a ausência de nebulosidade sobre a área visualizada na imagem de satélite GOES e as linhas de pressão marcadas na carta sinótica auxiliaram a identificar a presença da mPt que vinha na retaguarda da FPA em dissipação em direção ao oceano.

As maiores intensidades verificadas nos postos pluviométricos situaram-se no eixo dos maciços costeiros, com destaque para o Maciço da Tijuca. Enquanto postos a sotavento deste maciço apresentaram totais em 24h superiores a 100mm, postos situados no fundo da Baía de Guanabara e a barlavento tiveram totais de chuva insignificantes para a análise.

Data do evento: 29 de Agosto e 04 de Setembro de 2006

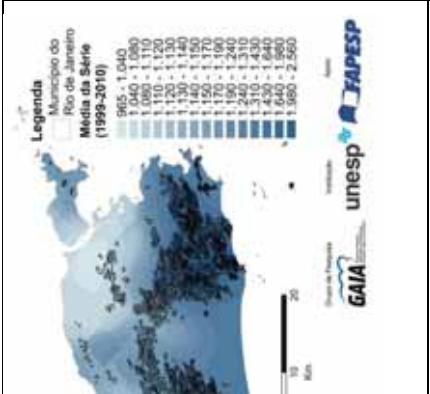
No Boletim Climanálise (2006f), o último sistema frontal do mês de agosto foi o responsável por causar chuvas mais significativas entre o estado de São Paulo e Minas Gerais. Nos primeiros dias de setembro (CLIMANÁLISE, 2006g) um ciclone extratropical causou ventos fortes em São Paulo, trazendo também fortes chuvas. Essa frente foi intensa e atingiu o sul do país entre os dias 01 e 02 de setembro. Em sua retaguarda, a mPa trouxe temperaturas extremamente baixas para toda a região centro-sul e possibilitou a ocorrência de neve no leste do RS e SC, o que não foi acompanhado de elevados totais pluviométricos (pelo menos não nas estações meteorológicas).

No dia 21, o campo de pressão em 1020mb atuava sobre o Rio de Janeiro. A umidade relativa do ar se encontrava em aproximadamente 70%, com a temperatura mínima nos 16°C e a máxima perto dos 30°C. Essas condições se mantiveram até o dia 26, no qual a queda da umidade do ar, a elevação das temperaturas, a origem dos ventos no quadrante NO e a situação do Rio de Janeiro nas isóbaras de baixa pressão denotaram a dominância da mTaC. O dia 27 apresentou as mesmas condições, até que dia 28 a FPA que vinha se desenvolvendo desde o dia 26 junto a uma IT, avançou sobre o Rio de Janeiro. Apesar de registrar valores elevados de temperatura (superior a 34°C a máxima), foi no dia 28 que foram identificados os eventos de chuva intensa nos postos pluviométricos.

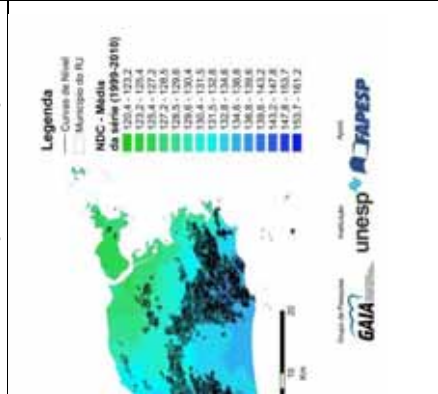
O dia 29 foi marcado pela continuação da ascensão da umidade relativa, queda da temperatura máxima, aumento da mínima e queda na pressão atmosférica. A FPA se atrelou a uma célula de baixa pressão continental, ao lado da qual foi identificada a ocorrência de uma banda quente sobre o continente. Chuva de aproximadamente 8mm foi registrada na estação meteorológica, sob atuação da FPA até dia 30, no qual a FPA apareceu estacionária, já deslocada para latitudes mais baixas. Neste mesmo dia foram registradas chuvas na estação meteorológica, bem como a queda da umidade relativa, queda da temperatura máxima, aumento da mínima e ligeira elevação da pressão atmosférica (prancha 7).



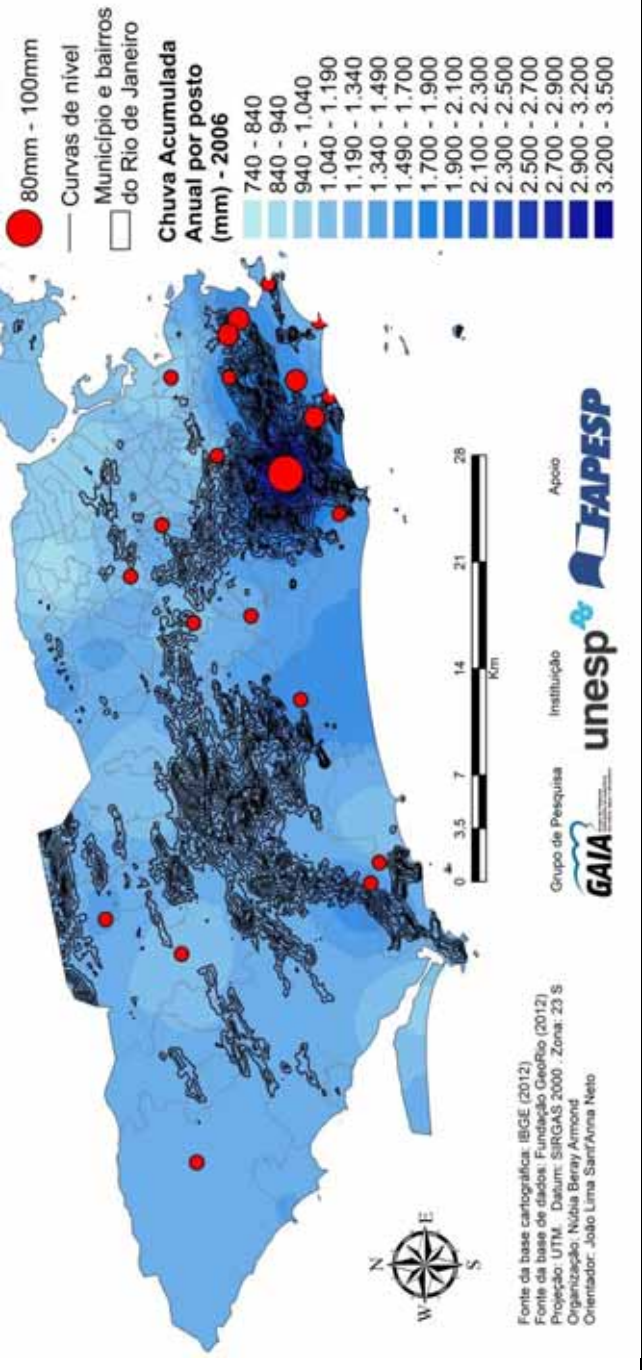
s sobre mapa hipsométrico



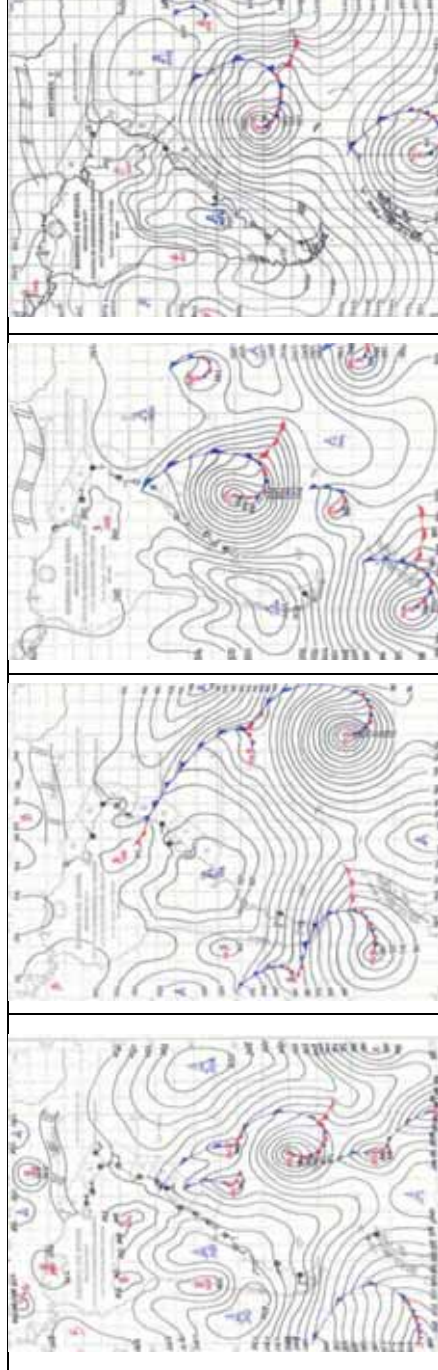
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 29 de Agosto e 04 de Setembro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 28, 29/08/2006 e 03 e 04/09/2006)

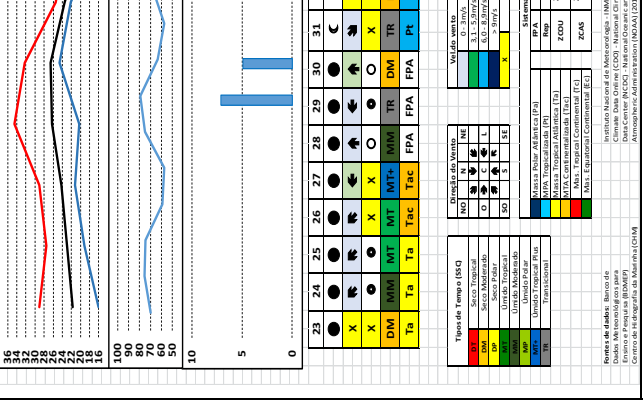
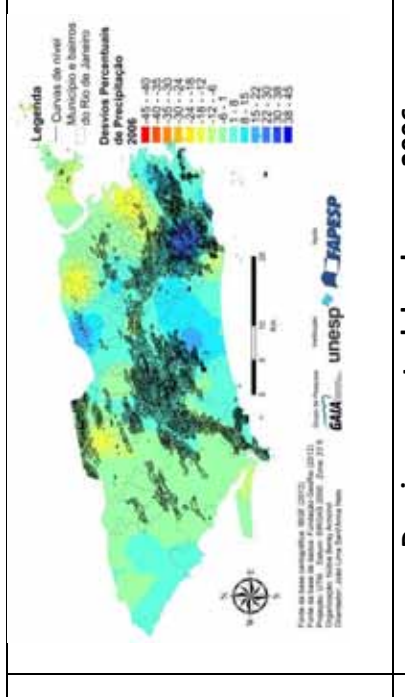
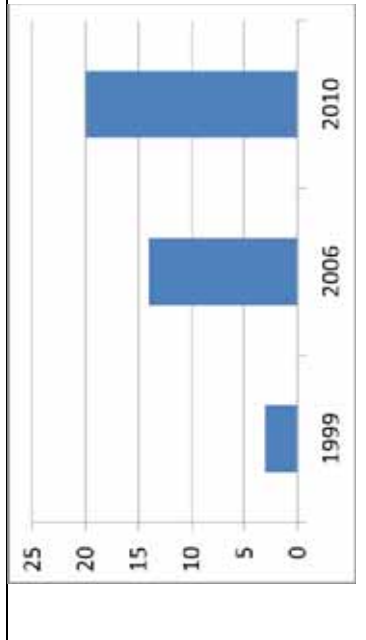
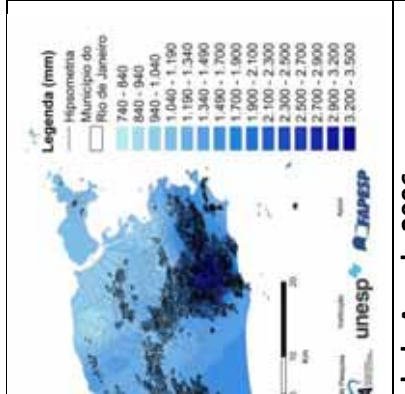


Gráfico de análise

SEM
IMAGENS
D

DISPONÍVEIS

Sobre o Rio de Janeiro, o ar atuante no dia 31 foi advindo da retaguarda da FPA, que provocou queda ainda mais acentuada das temperaturas, apresentou pressão atmosférica elevada sem precipitação. Essa situação pôde ser observada nas cartas sinóticas do dia 30 e 31, nas quais a célula de alta pressão se encontrou sobre a cidade e trouxe condições de tempo mais estáveis. Apesar da existência de duas ITs que conectaram as baixas pressões continentais ao ar relativamente quente no litoral, a instabilidade advinda da FPA só retornou ao Rio de Janeiro no dia 02. Alimentada pelas baixas pressões continentais, uma IT se formou sobre o Rio de Janeiro, caracterizando uma área de conflito entre a mTa, mais quente, úmida e, conseqüentemente, mPa, vinda de sul. Esse corredor de baixa pressão provocou a instabilidade do tempo. A FPA que tinha se aliado às instabilidades continentais, entrou em processo de oclusão no dia 02, ao mesmo tempo se alimentando da ciclogênese.

Os dias 03 e 04 foram marcados pela forte atuação dessa FPA, que se tornou estacionária a partir do dia 04 e assim se deu até dia 05. A conexão da FPA com a baixa pressão continental ocasionou o fenômeno da FE, que permaneceu sobre o Rio de Janeiro, especialmente com sua banda quente, e causou chuvas.

No mesmo dia 05 ela se deslocou, para no dia seguinte começar a entrar em dissipação no oceano. No dia 06, o Rio de Janeiro se encontrou sob o domínio da mPt (elevação das temperaturas e queda da umidade relativa).

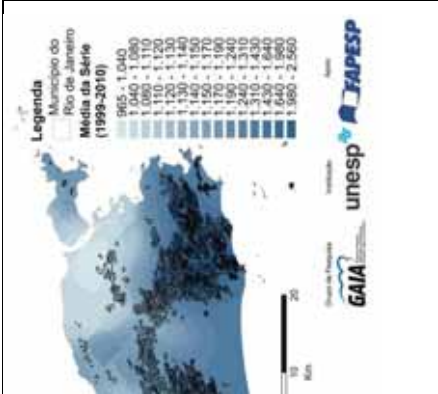
Apesar de a estação ter registrado totais de chuva inferiores a 10mm, os postos pluviométricos apresentaram totais elevados de chuva em 24h. Destaque de intensidade para os postos a barlavento do Maciço da Tijuca, acima de 40mm.

Data do evento: 07 de Outubro de 2006

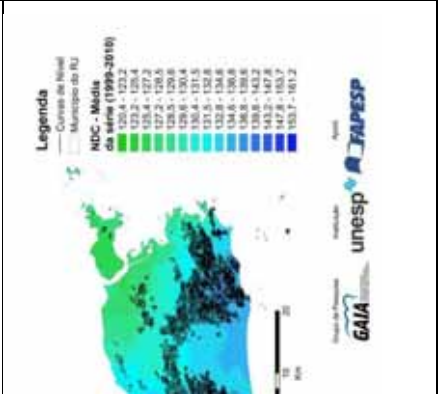
Segundo o Boletim Climanálise (2006h), a primeira FF do mês chegou ao Brasil no dia 05 e atuou na região centro-sul. Seu deslocamento trouxe acumulado significativo de chuva na região.



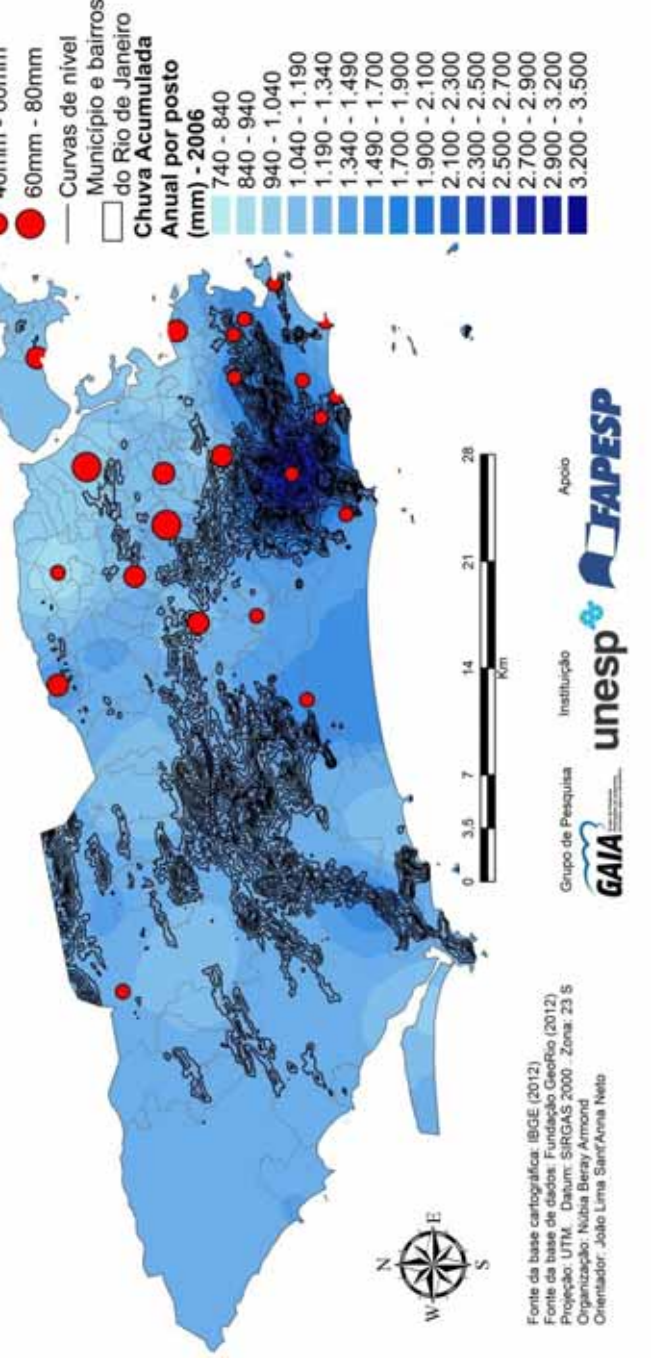
s sobre mapa hipsométrico



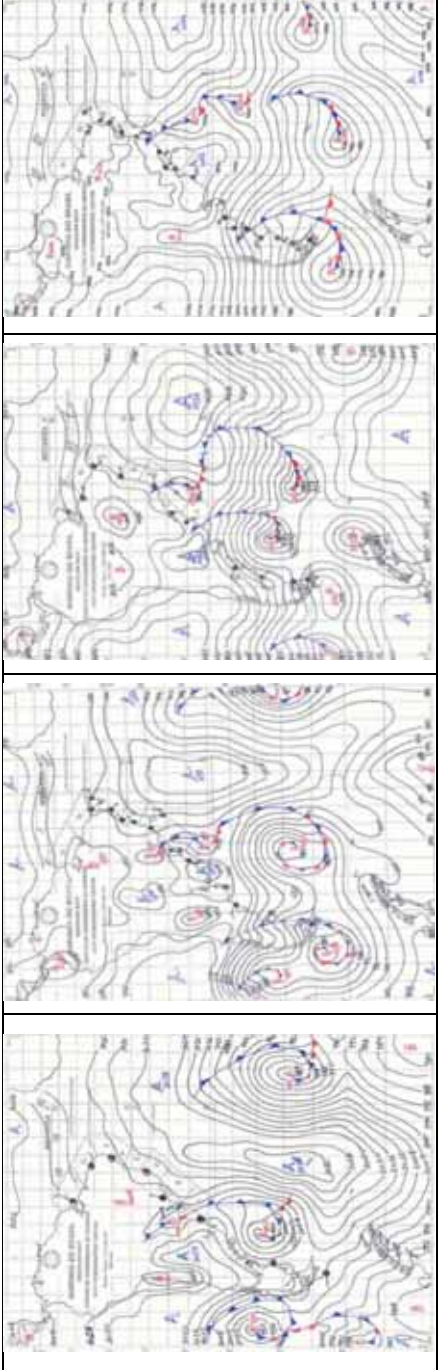
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 07 de Outubro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície de precipitação das 12h (dias 05, 06, 07 e 08/10/2006)

Conjunto de cartas sinóticas de superfície de precipitação das 12h (dias 05, 06, 07 e 08/10/2006)

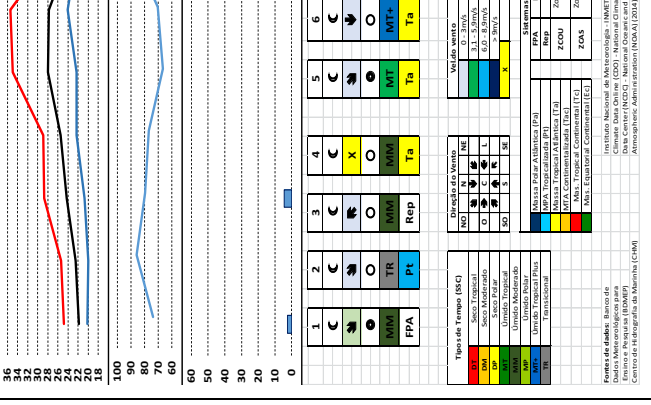
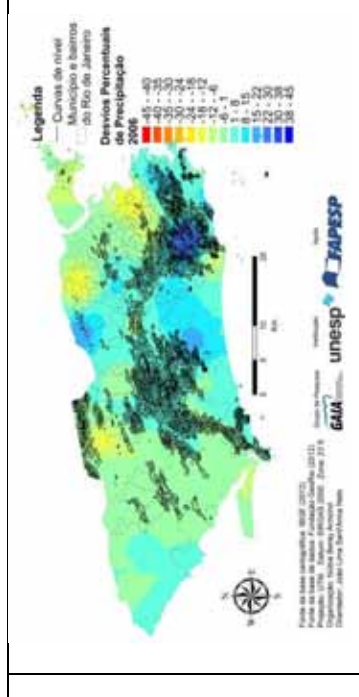
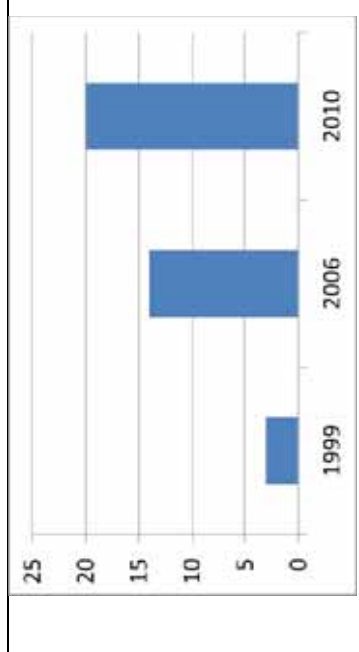
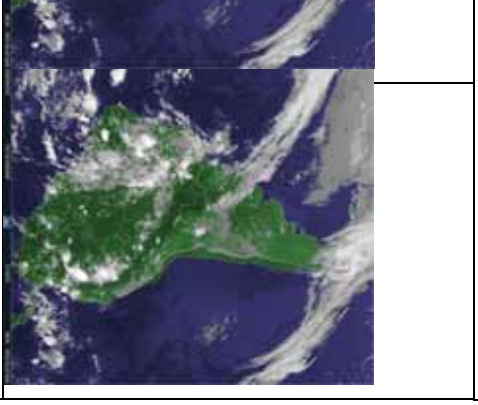
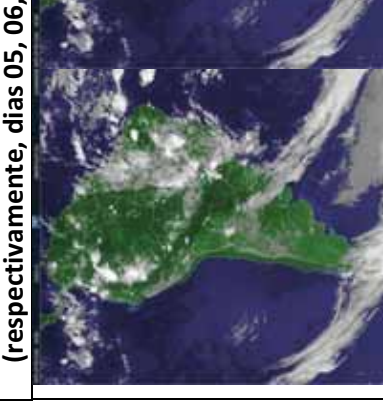


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 05, 06, 08)



No dia 01 de outubro, a conexão de uma FPA em dissipação no oceano com a célula de baixa pressão continental provocou pouca precipitação, mas as temperaturas apresentaram pouca amplitude. O dia 02 foi marcado pela manutenção das baixas temperaturas, com pouca amplitude, ainda que com elevada umidade relativa do ar (85%). Na carta sinótica, a isóbara de 1014mb se encontrava sobre o Rio de Janeiro e a Frente estava identificada com o símbolo de dissipação, o que permitiu a identificação da atuação do mPt, em retaguarda da FPA do dia anterior.

O dia 03 apresentou precipitação pouco significativa, com ligeira queda da umidade relativa e aumento das temperaturas, principalmente da máxima. Considerou-se que esta chuva ainda se apresentava como repercussão da FPA, agora em dissipação no oceano.

Dia 04 apresentou elevação das temperaturas, queda da pressão e da umidade relativa do ar. A isóbara de 1012mb situou-se sobre o Rio de Janeiro, o que denotou a predominância da mTa sobre a área. Essas condições permaneceram até dia 07, quando a FPA que vinha se estruturando desde o dia 04 se conecta com as baixas pressões continentais, formou uma área de conflito entre o ar polar e o ar tropical mais quente e úmido e, dias 05 e 06, avançou para o Rio de Janeiro. No dia 07, o ramo frio continental da FPA provocou chuvas relativamente elevadas (aproximadamente 55mm em 24h na estação meteorológica). As temperaturas despencaram para menos de 25°C e a umidade elevou-se para aproximadamente 95%, o que caracteriza a participação desse ramo frio continental da FPA sobre a cidade (prancha 8).

No dia 08 a FPA continuou a atuar sobre o Rio de Janeiro, agora alimentada por outra frente vinda do sul, que deslocou a anterior para o oceano. Totais de chuva de aproximadamente 10mm foram registrados nesse mesmo dia.

O dia 09 foi marcado pela queda da umidade relativa do ar, aumento da pressão e pouca precipitação, o que denota a participação da mPt sobre a área.

Ressalta-se a importância da constituição dos sistemas atmosféricos visualizados na carta sinótica e imagens de satélite. Enquanto notou-se a área de alta pressão identificada pelo ASAS desprovida de nebulosidade, a mPa se deslocou avançando pelo continente e pelo litoral, formando corredores de baixa pressão. A Zona de Convergência Inter Tropical - ZCIT também cumpriu papel importante na advecção de umidade para os sistemas de baixa pressão, pois o efeito de coriolis em conjunto com as áreas ciclônicas apresentaram uma

configuração espacial da nebulosidade na qual um “círculo” é formado ao redor do anticiclone. Essa disposição faz com que significativa parte do Brasil oriental estivesse sob condições de instabilidade.

As maiores intensidades foram observadas no eixo do Maciço da Tijuca, tanto a barlavento quanto a sotavento.

Data do evento: 14 de Novembro de 2006

Segundo o Boletim Climanálise (2006i), as chuvas do mês de Novembro na região Sudeste estiveram associadas à atuação de sistemas frontais, intensificados por conta da umidade e calor na região. No dia 06, o segundo sistema frontal do mês ingressou pelo litoral e chegou à região Sul, se deslocando pelo Sudeste no dia 09. Este sistema ficou estacionário e deu origem, entre os dias 10 e 14, a uma ZCAS, causando chuvas significativas desde o sul da Bahia até o Sudeste.

O dia 08 de novembro apresentou uma FPA reflexa - FR em sua banda fria nas proximidades do litoral, atuando sobre o Rio de Janeiro com poucos totais de precipitação, baixa pressão e temperaturas reduzidas. Essa mesma frente continuou agindo sobre a cidade no dia 09, com o dia 10 sendo determinado por uma IT que provocou chuvas, aumento da umidade relativa do ar e redução das temperaturas para abaixo dos 23°C.

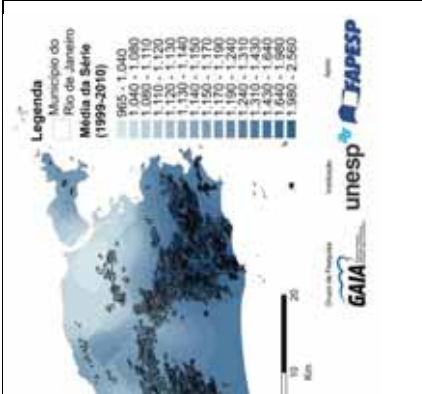
Nota-se a existência de diversas células de baixa pressão no continente e o avanço da mPa em ondas, com diversas frentes no oceano apresentando características de oclusão e bandas quentes. O pouco ímpeto do ar polar associado ao fortalecimento do ar tropical mais quente, nessa época de final de primavera e início do verão, foi responsável por essas características.

A IT formada no dia 10 se dissipou no dia 11, dando lugar a uma nova FPA que vinha se caracterizando desde o dia anterior. Atrelada à célula de baixa pressão sobre o Rio de Janeiro, a FPA provocou chuvas próximas aos 15mm (na estação meteorológica). Neste dia, a umidade relativa do ar continuou elevada, a temperatura mínima sofreu queda e a máxima, ligeiro aumento (prancha 9).

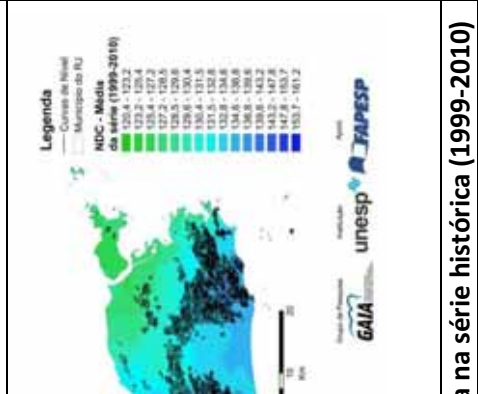
Dia 12 demonstra que a Frente se tornou estacionária e continuou a agir sobre a cidade, ainda que no dia 13 uma linha de instabilidade tenha se firmado sobre a cidade trazendo nebulosidade e a manutenção da elevada umidade.



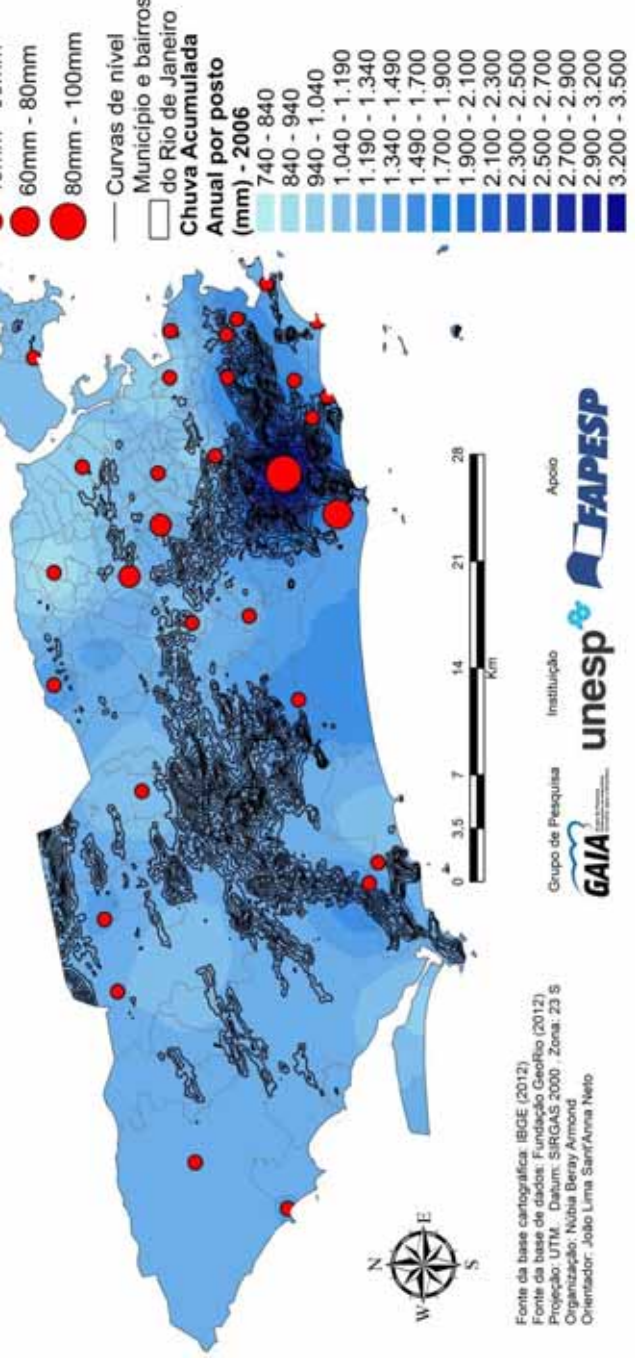
s sobre mapa hipsométrico



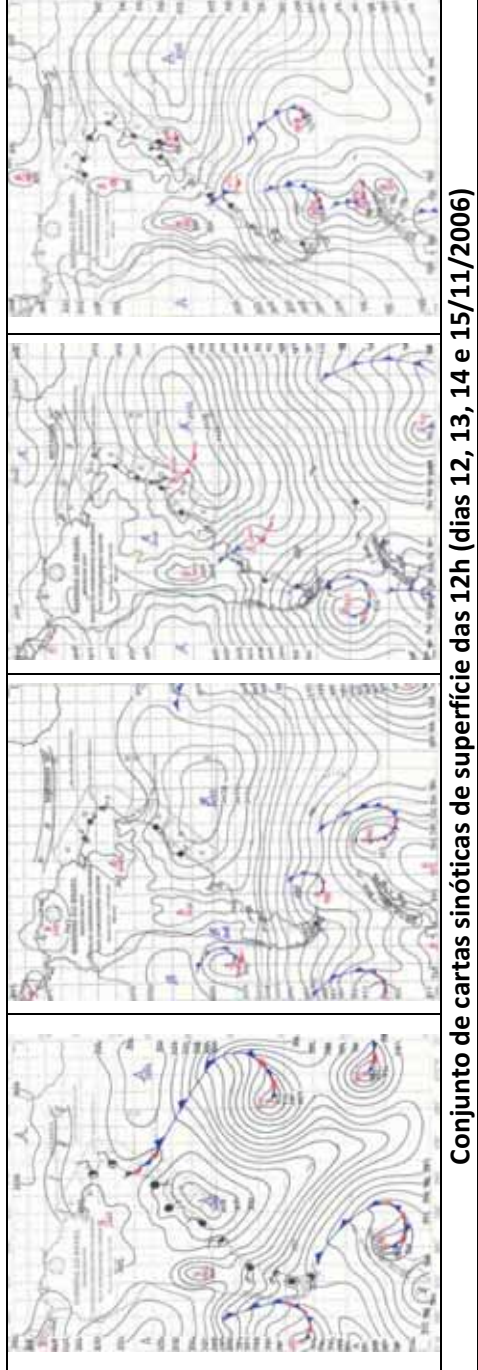
rie histórica (1999-2010)



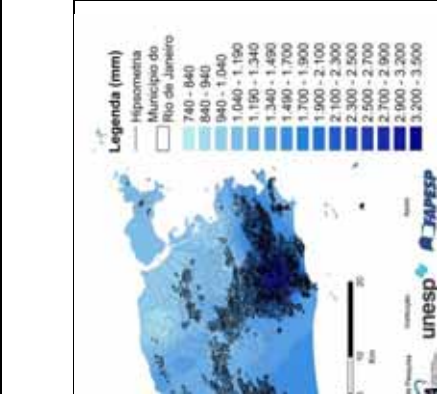
na série histórica (1999-2010)



Evento de 14 de Novembro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 12, 13, 14 e 15/11/2006)



na série histórica (1999-2010)

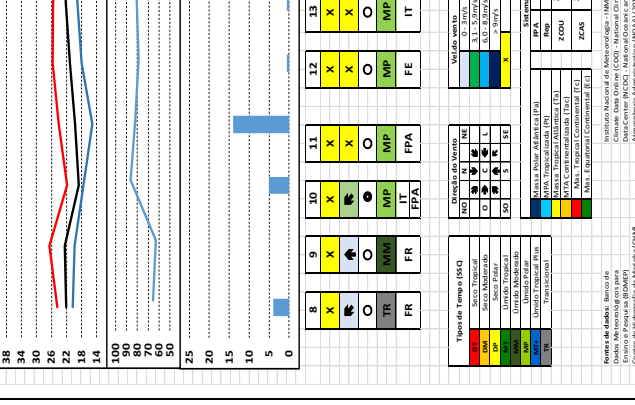
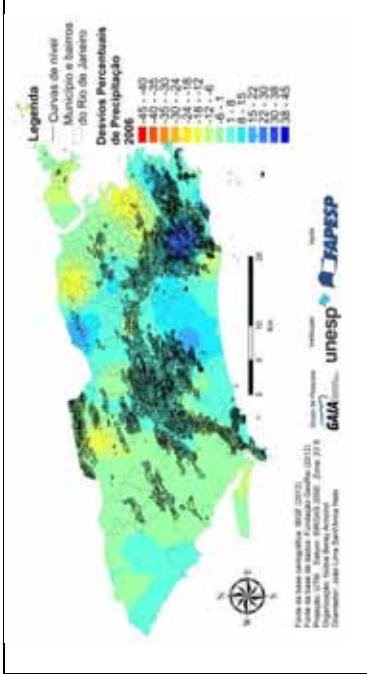
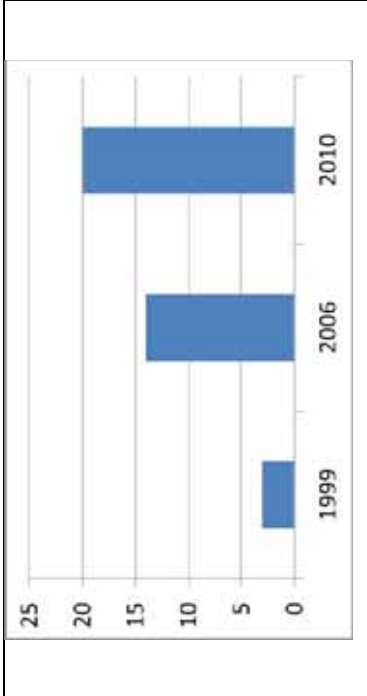
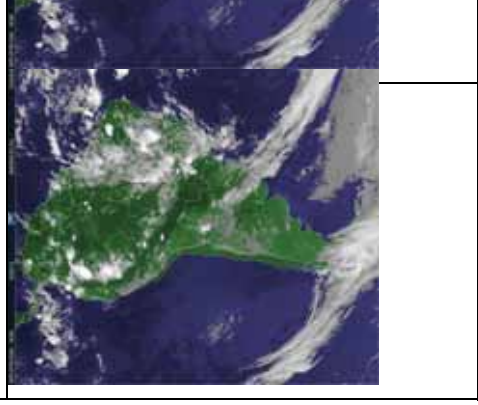


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 12, 13,



Dia 14 as temperaturas atingiram a mínima amplitude, com a queda da máxima e o aumento da mínima. A pressão apresentou redução dos seus valores. Houve a configuração, a partir da linha de instabilidade, de uma FQ Estacionária sobre o continente que, alimentada pelas baixas pressões continentais e pela umidade advinda do giro do anticiclone subtropical do atlântico, provocou chuvas de até 100mm nos postos pluviométricos da cidade.

No dia 15 a temperatura voltou a aumentar, a umidade apresentou queda e a pressão atmosférica também. A FQ Estacionária atuou até o dia seguinte, no qual as elevadas temperaturas (máxima próxima aos 40°C) e a queda da umidade relativa denotaram a presença da mTa sobre o Rio de Janeiro.

Data do evento: 21 de Dezembro de 2006

De acordo com o Boletim Climanálise (2006j), o terceiro sistema frontal do mês ingressou no RS dia 20 e avançou tanto pelo litoral quanto pelo interior trazendo ventos intensos e chuva. No dia 21, esse sistema se posicionou em Florianópolis – SC, deslocando-se posteriormente para o oceano (prancha 10).

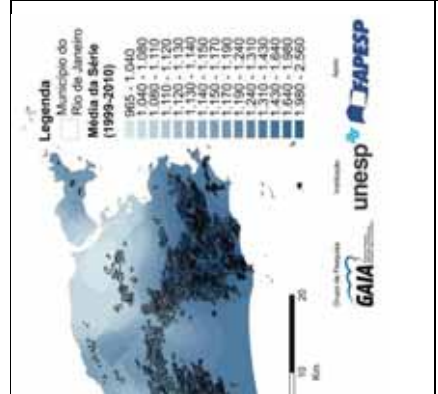
No dia 15 uma IT em latitudes superiores à do Rio de Janeiro interferiu na sua dinâmica climática, e trouxe pouca chuva, nebulosidade e elevada umidade relativa do ar. Os ventos de NE e a isóbara de 1016mb sobre o Rio indicam a participação da mTa influenciando a dinâmica local.

Notou-se, neste dia, a presença de uma grande FPA com setor frio no continente, sobre o Paraná e Santa Catarina. Esse sistema conectou duas células de baixa pressão sobre o oceano, se atrelando também à célula de baixa pressão continental. Outra FPA iniciou a formação no sul da Argentina, se deslocando para o Brasil nos dias subsequentes.

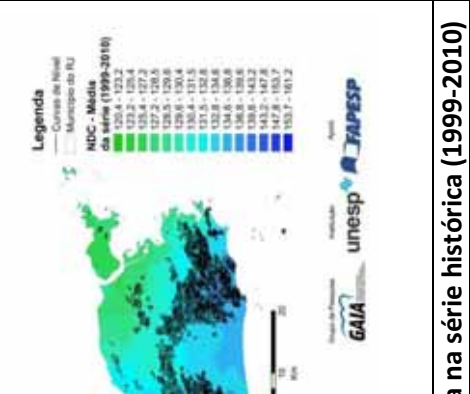
No dia 16, a IT desapareceu, e a grande frente se deslocou cada vez mais para o oceano. Os ventos eram oriundos do quadrante NO, indicando a predominância da mTaC, que apresentou ligeira redução da temperatura média compensada, da pressão atmosférica e da umidade relativa do ar. Neste dia, a frente que se formou na Argentina se atrelou a outra baixa pressão e se deslocou mais a sul em direção ao Brasil. Ela se conectou as células de baixa pressão continentais no dia 17.



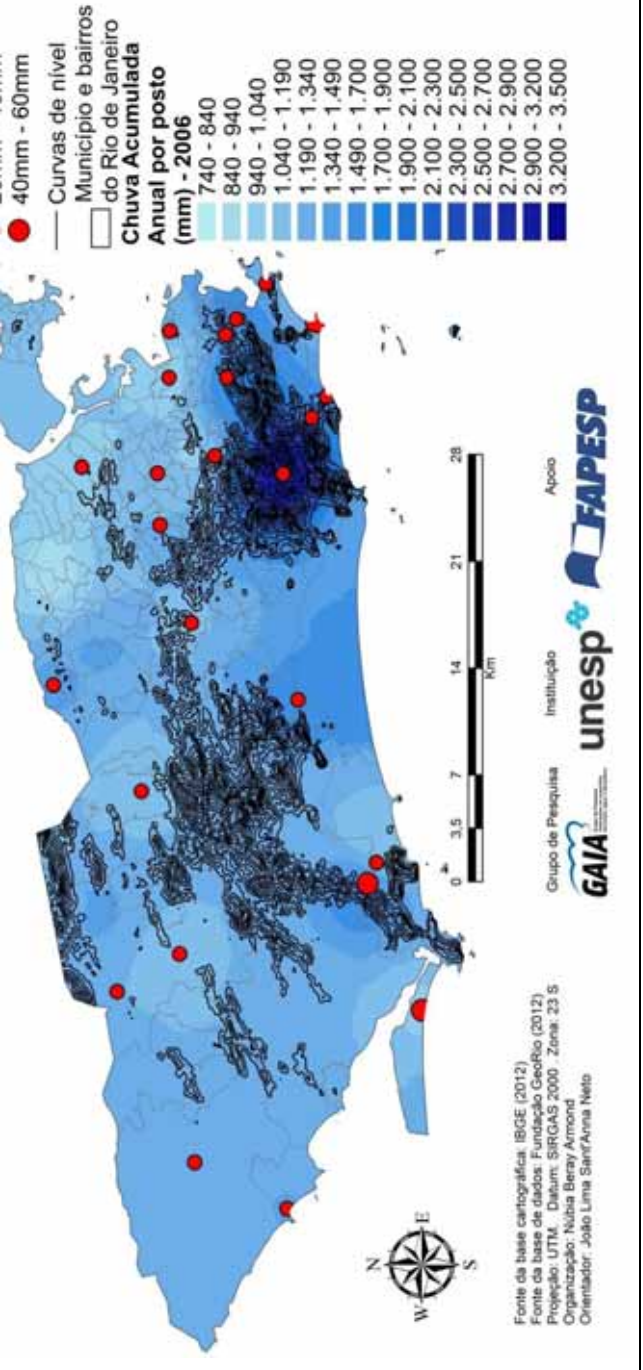
s sobre mapa hipsométrico



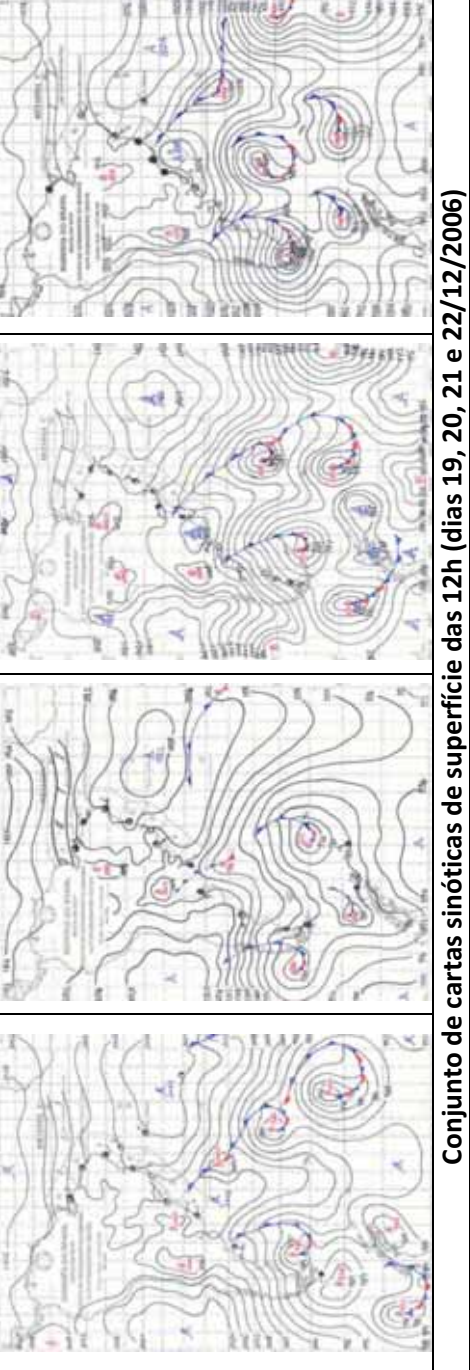
Evento de 21 de Dezembro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



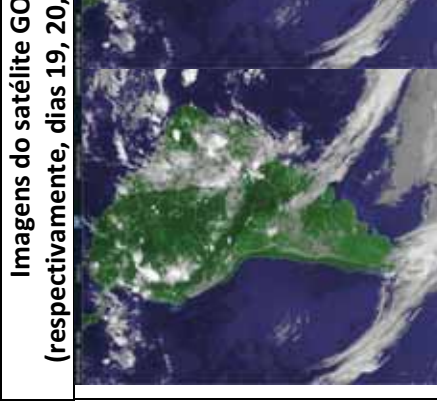
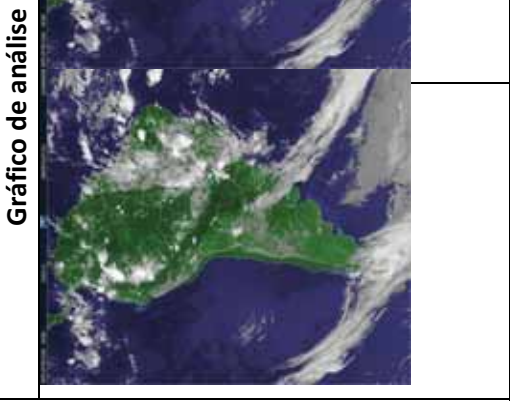
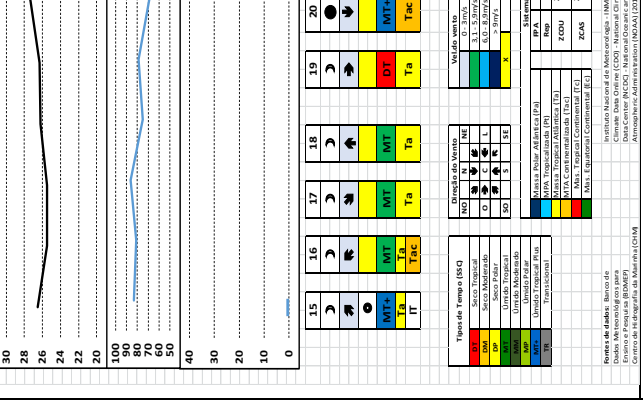
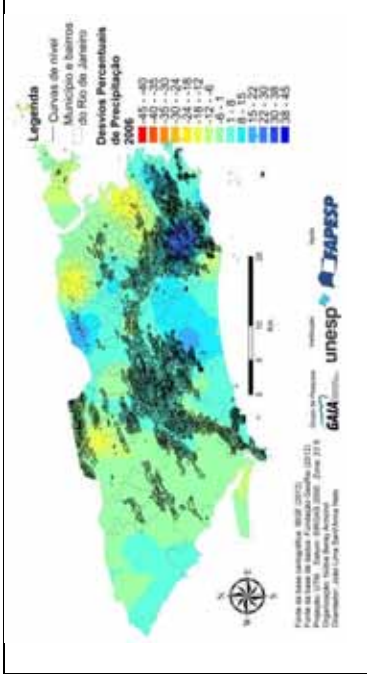
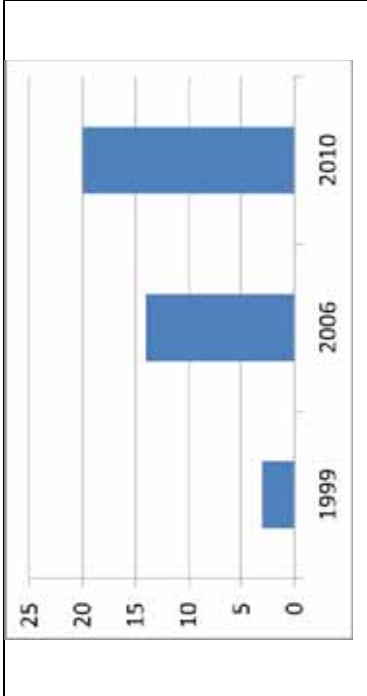
a na série histórica (1999-2010)



Evento de 21 de Dezembro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 19, 20, 21 e 22/12/2006)



No dia 17 uma FPA avançou sobre o Uruguai. No Rio de Janeiro, o céu continuou nublado – as imagens de satélite demonstraram que boa parte das regiões do país estavam encobertas. Ocorreu ligeira elevação da umidade relativa do ar e da pressão atmosférica. Por conta da localização do Rio na isóbara de 1016mb, que se situou um pouco adentro da porção continental litorânea, a cidade se encontrava sob efeito da mTa. A FPA avançou sobre o continente, agora situada na região Sul.

No dia 18, a umidade relativa do ar sofreu queda para 75% e a pressão atmosférica apresentou ligeira elevação. Os ventos eram de N, com a predominância da mTa até dia 20, quando a queda da umidade relativa para 70% e queda da pressão para 1010mb caracterizou a atuação da mTaC sobre a cidade. Uma FPA se encontrava a caminho pelo continente, conectada às baixas pressões continentais.

O dia 19 apresentou uma FPA em desenvolvimento, ligada a uma IT sobre Santa Catarina. O Rio de Janeiro encontrava-se sob as características da mTa, que se tornaria mTaC no dia seguinte (queda da umidade relativa do ar, aumento da temperatura média compensada, baixa nebulosidade e ventos de NE). No dia 20, a FPA continuou a avançar pelo continente, atuando sobre o Rio de Janeiro no dia 21. Nesse dia foram precipitados totais de aproximadamente 20mm em 24h (na estação meteorológica). A umidade relativa do ar se elevou, a pressão sofreu queda e a temperatura, elevação.

No dia 22 a umidade atingiu quase 90%, a temperatura média compensada caiu para aproximadamente 25°C e a pressão se elevou. A FPA continuou a agir sobre a cidade até dia 23, caracterizando uma FE.

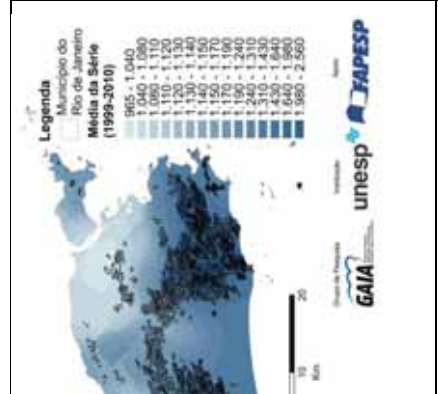
3.2.3. No ano-padrão CHUVOSO de 2010

Data do evento: 15 e 22 de Janeiro de 2010

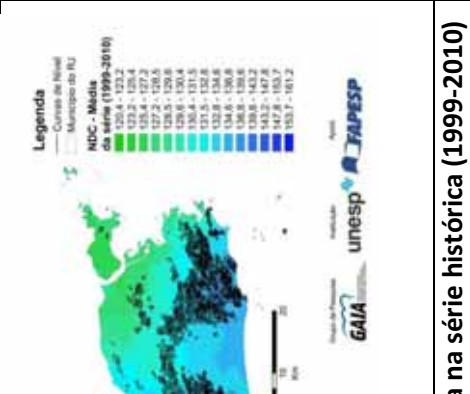
De acordo com o Boletim Climanálise (2010a), os eventos do dia 15 e 21 foram originados, respectivamente, a partir do segundo e terceiro sistemas frontais do mês de Janeiro.



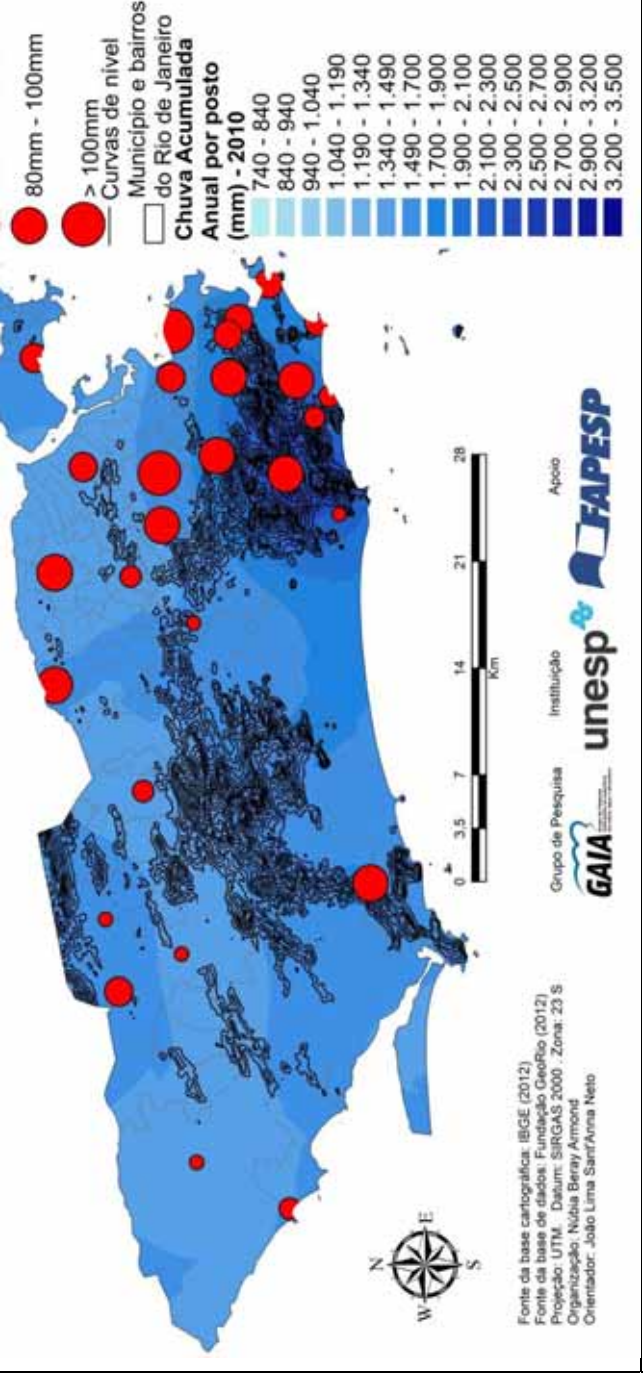
s sobre mapa hipsométrico



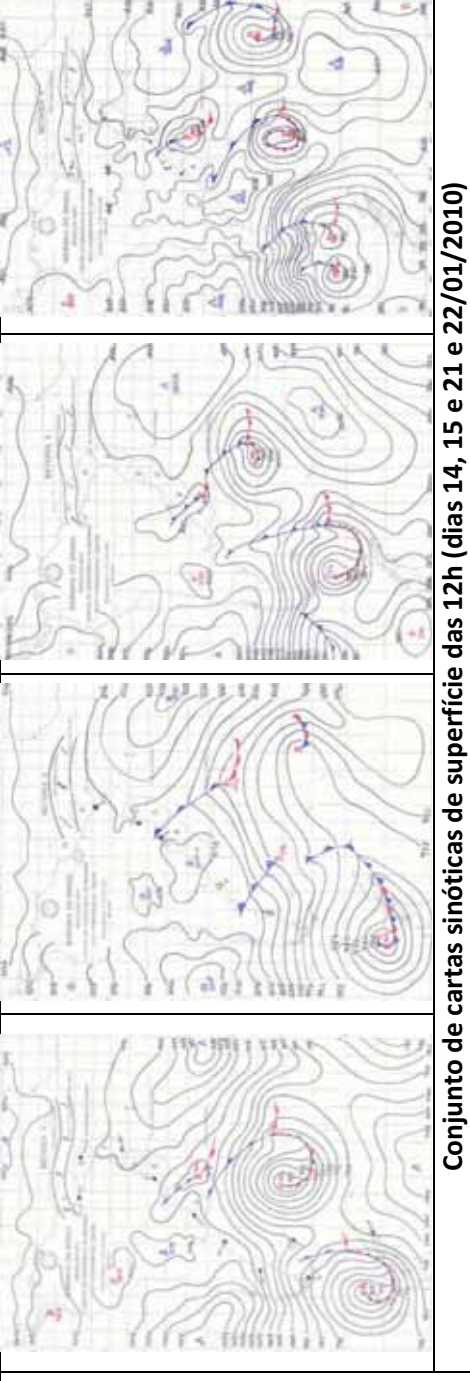
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 15 e 22 de Janeiro de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 14, 15 e 21 e 22/01/2010)

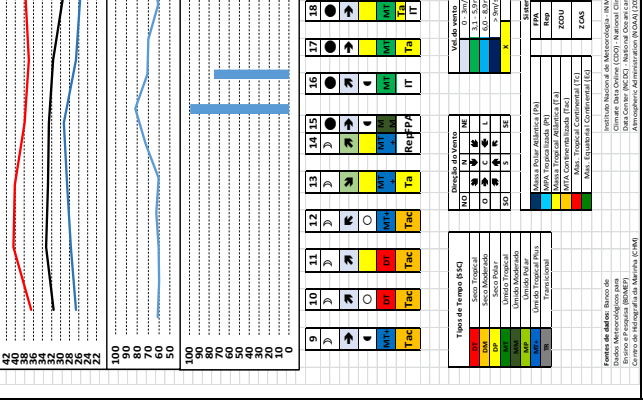
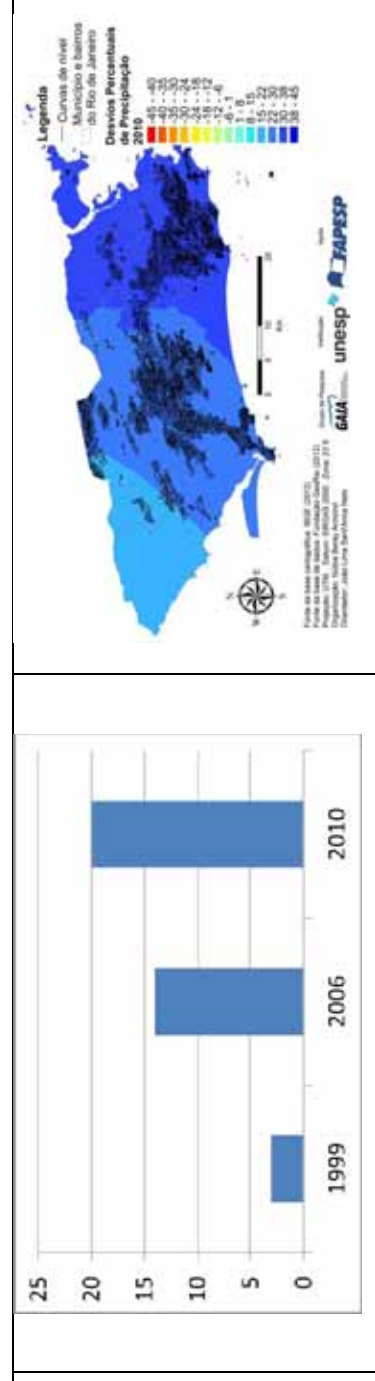
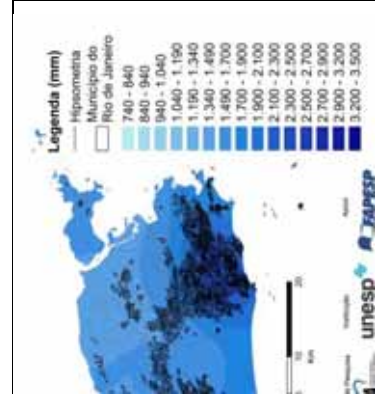
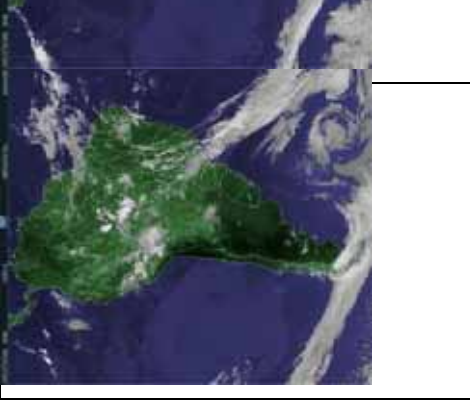
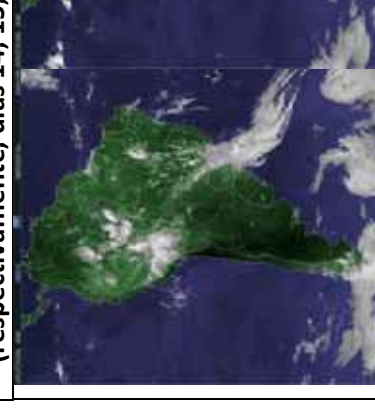


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 14, 15,



O segundo sistema frontal, vindo da Argentina, avançou para o Rio Grande do Sul no dia 12. No dia seguinte, a frente atuou no interior do estado e se deslocou para Santa Catarina, avançando pelo oceano e organizando uma nova região de convergência de umidade entre o Centro-Oeste e o Sudeste. No dia 14, intensificaram-se as instabilidades sobre o estado do Rio de Janeiro e São Paulo (prancha 11).

O dia 10 permaneceu com as condições da mTaC, agora com ventos advindos do quadrante NE. A temperatura máxima sofreu elevação, a pressão atmosférica apresentou redução e a célula convectiva continuou sobre o sul do país até o dia seguinte, no qual perdeu força e deslocou-se para o oceano junto à FPA que passava. Seu deslocamento não foi suficiente para provocar chuva ou nebulosidade elevada na região.

Essas condições se alteram no dia 13, no qual o avanço da FPA (que iniciou a sua constituição no dia 10) causou seu atrelamento à célula continental de baixa pressão que se encontrava nas proximidades do Rio de Janeiro. Entretanto, os dados meteorológicos indicaram a transição para mTa sobre a cidade.

O dia 14 registrou a queda das temperaturas - principalmente da máxima -, a elevação da umidade relativa do ar e a queda da pressão atmosférica. Os ventos, do quadrante N, sinalizaram a participação da mTa. Entretanto, a nebulosidade associada fez com que seja identificada a Rep, que avançou sobre a região no dia seguinte.

Dia 15 apresentou chuvas de quase 100mm, umidade relativa elevada, queda das temperaturas, céu encoberto e sob atuação do setor frio da FPA. Já no dia 16 os totais elevados de chuva vieram de uma IT que atuou sobre a área. O dia 17 foi marcado pelas condições mTa, sinalizadas pelo aumento da pressão atmosférica, redução da umidade do ar e sem precipitação. A isóbara de 1020mb sobre a região e a direção do vento (advindo de E na estação) sinalizaram a presença mTa. Essas condições se alteraram no dia 18, no qual uma IT (que já vinha se formando no dia anterior sobre o Paraná) avançou para o SE junto com uma banda da FPA.

Os dias 19 e 20 apresentaram queda das temperaturas (sobretudo das máximas), redução da umidade do ar e queda na pressão atmosférica. A passagem da FPA deixou em sua retaguarda o ar polar tropicalizado, que foi substituído pela atuação da FPA dia 21. Neste dia, a partir da imagem de satélite pôde-se verificar uma banda de nebulosidade sentido NW-SE. As temperaturas voltaram à elevação. Chuvas ocorrem no dia 22 e 23, ainda

sob domínio da FPA. Já no dia 24, a FPA se dissipou, as temperaturas continuaram a subir para próximo dos 40°C e o mTa avançou.

Data do evento: 01 de Junho de 2010

Segundo o Boletim Climanálise (2010e) o sistema frontal que atuou no final do mês de maio atingiu o litoral da Bahia no dia 01, causando aumento da nebulosidade e chuva na sua trajetória.

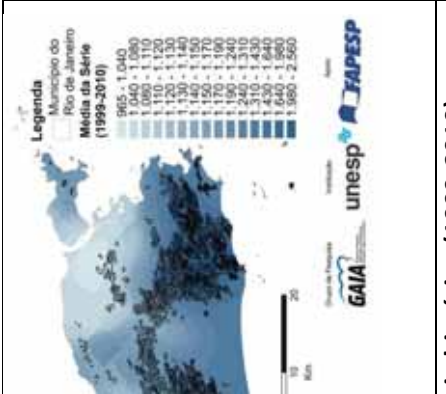
O dia 26 de maio apresentou temperaturas com amplitude significativa, com a mínima nos 23°C e a máxima nos 29°C. A umidade relativa se encontrava próxima dos 80%, a pressão atmosférica nos 1015mb. A carta sinótica auxiliou a identificação de uma linha de instabilidade muito próxima do Rio de Janeiro, mas que não afetou totalmente a dinâmica sobre a cidade, o que caracterizou a situação desse dia como influenciada pela mTaC, que no dia 27, fez com que os ventos de SO trouxessem a queda das temperaturas, determinadas pela mTaC.

Os dias 28 e 29 ainda seguiram sob influência da mTaC, sem nebulosidade sobre a área e com as temperaturas ainda em queda. Dia 30 apresentou elevação das temperaturas, principalmente da máxima, com manutenção da umidade relativa do ar, sinalizando a entrada do ar tropical atlântico. Dia 31 marcou a presença da FPA que, apesar de não ter significativamente atingido o local, causou chuvas de até 10mm na estação meteorológica (e acima de 40mm nos postos pluviométricos ao redor do Maciço da Tijuca). As temperaturas sofreram queda significativa no dia 01, quando a nebulosidade elevada derrubou a máxima para 21°C e a umidade relativa do ar subiu para 90% (prancha 12).

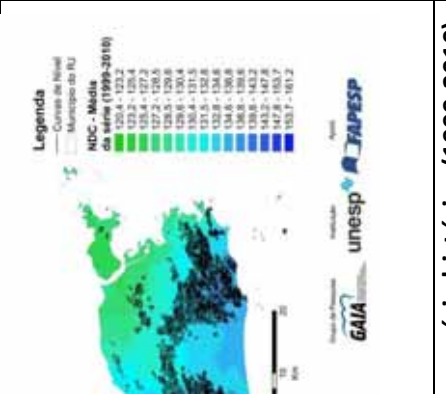
O dia 02 seguiu sob influência da FPA por conta das chuvas ainda registradas. Entretanto, o dia 03 já se encontrava com características da mPt, trazido na retaguarda da FPA.



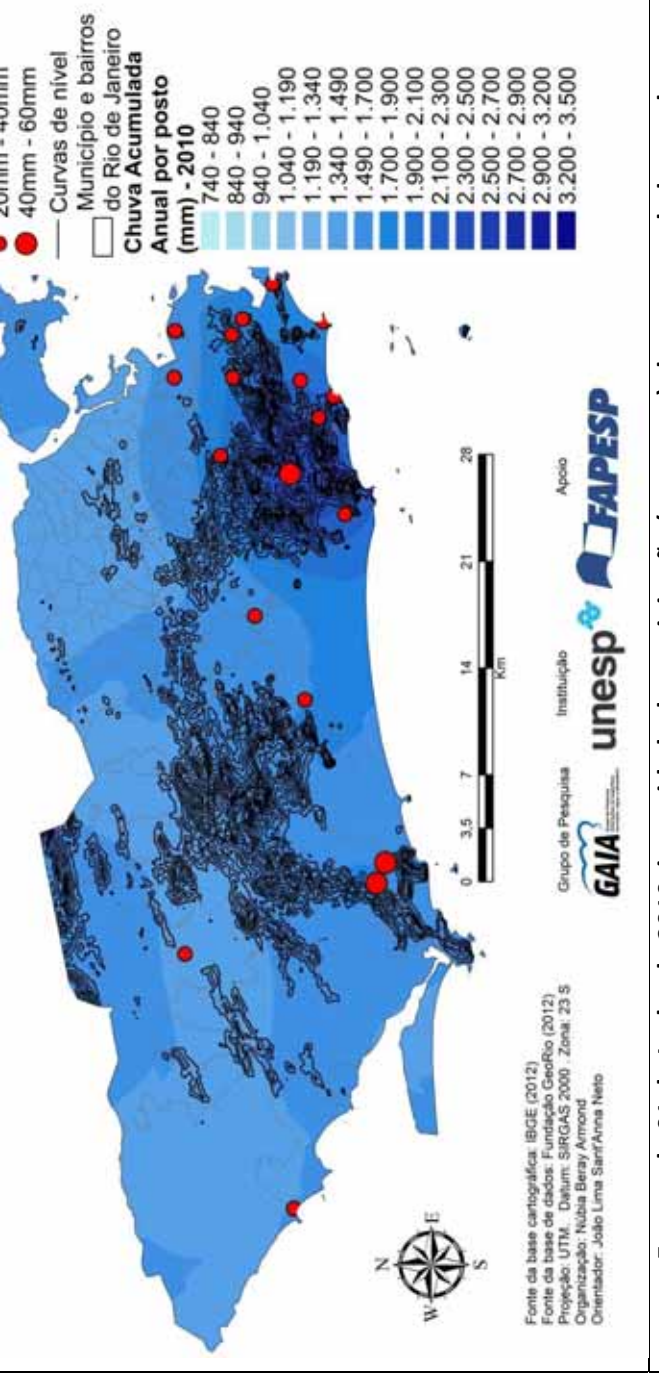
Mapa hipsométrico



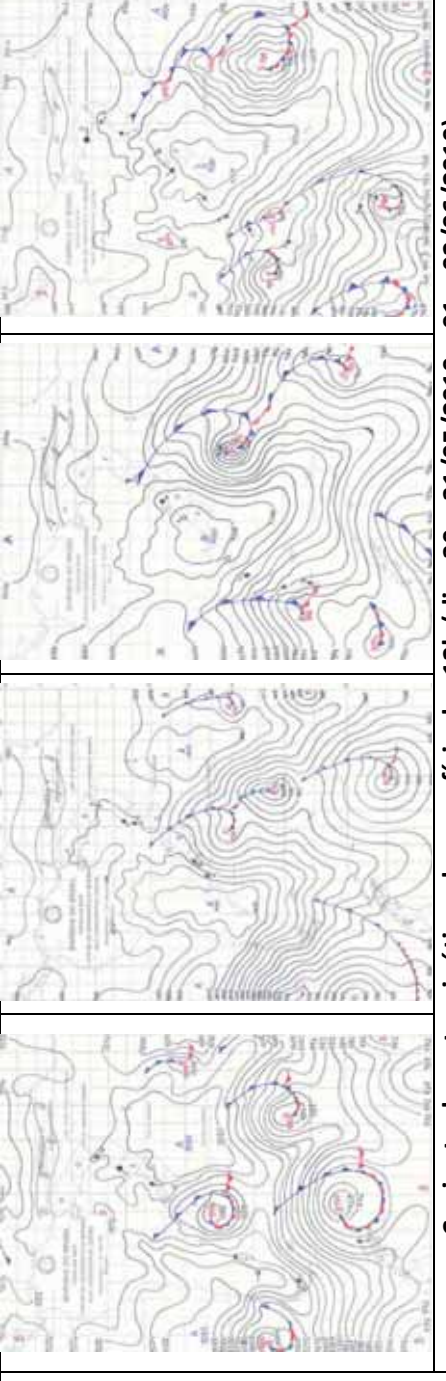
Série histórica (1999-2010)



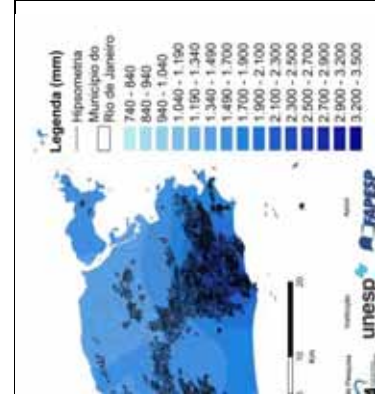
Série histórica (1999-2010)



Evento de 01 de Junho de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Conjunto de cartas sinóticas de superfície de 12h (dias 30 e 31/05/2010 e 01 e 02/06/2010)



Série histórica (1999-2010)

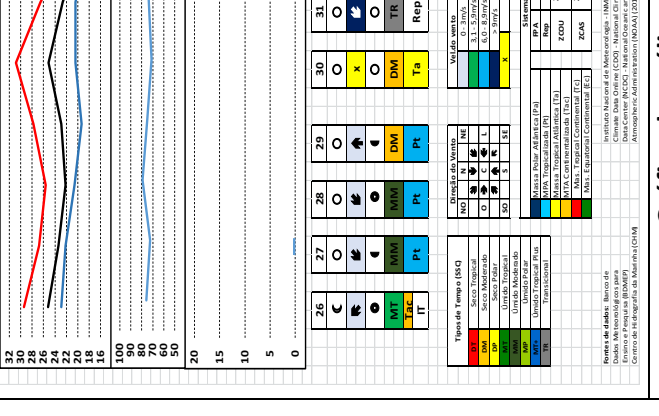
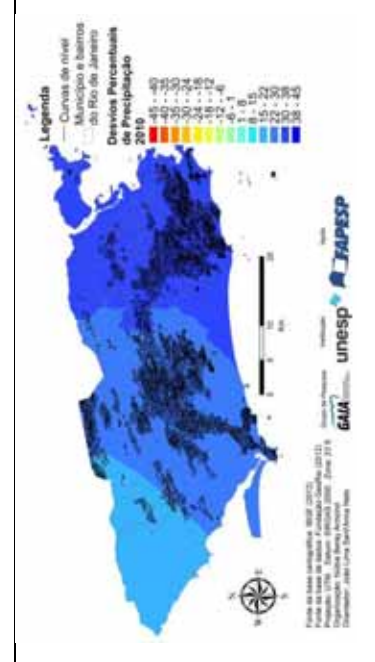
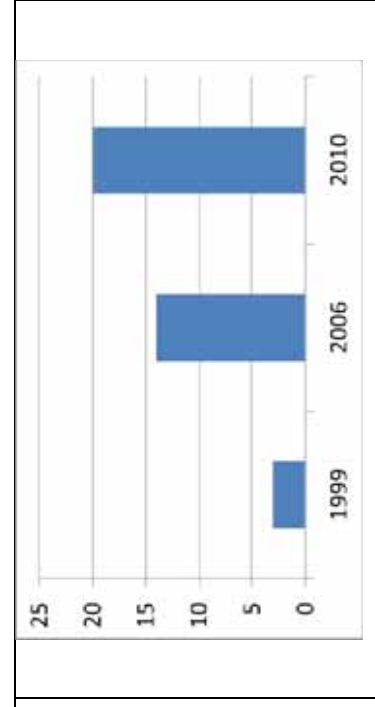
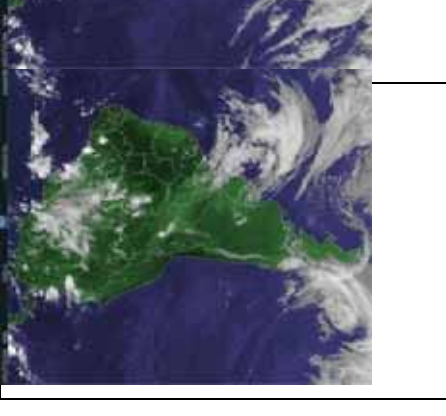


Gráfico de análise



Imagens do satélite GOES das 12h dias 30 e 31/05/2010 e 01



Imagens do satélite GOES das 12h dias 30 e 31/05/2010 e 01

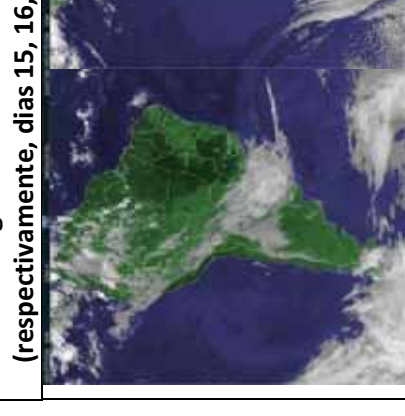
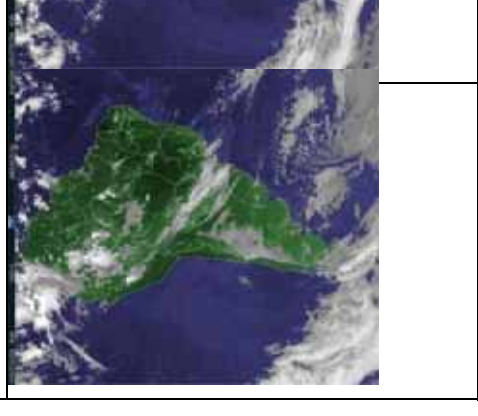
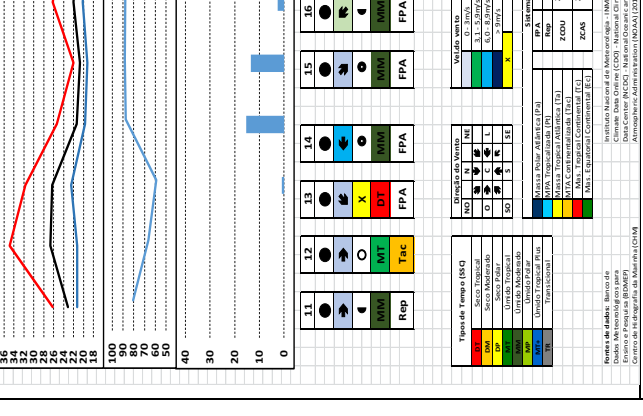
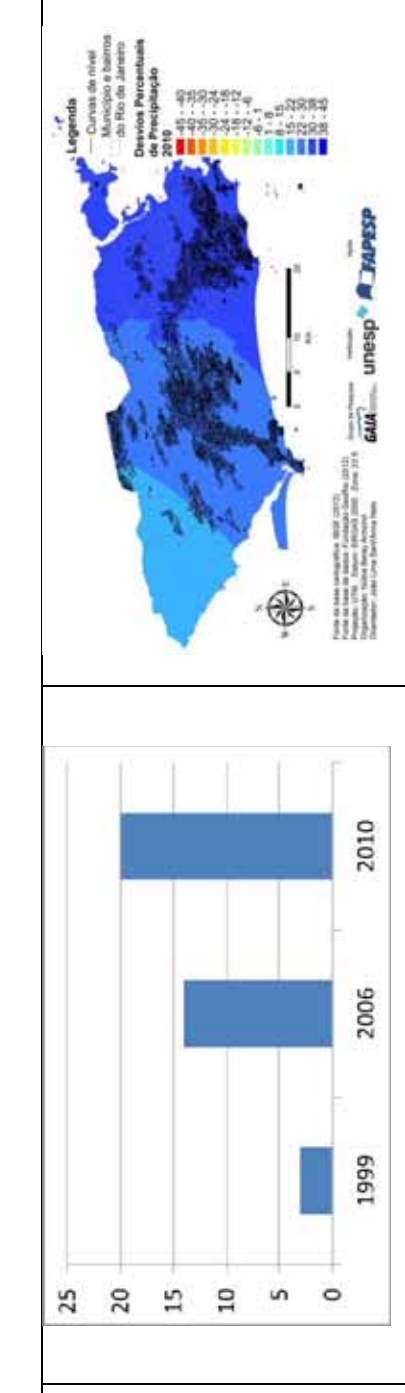
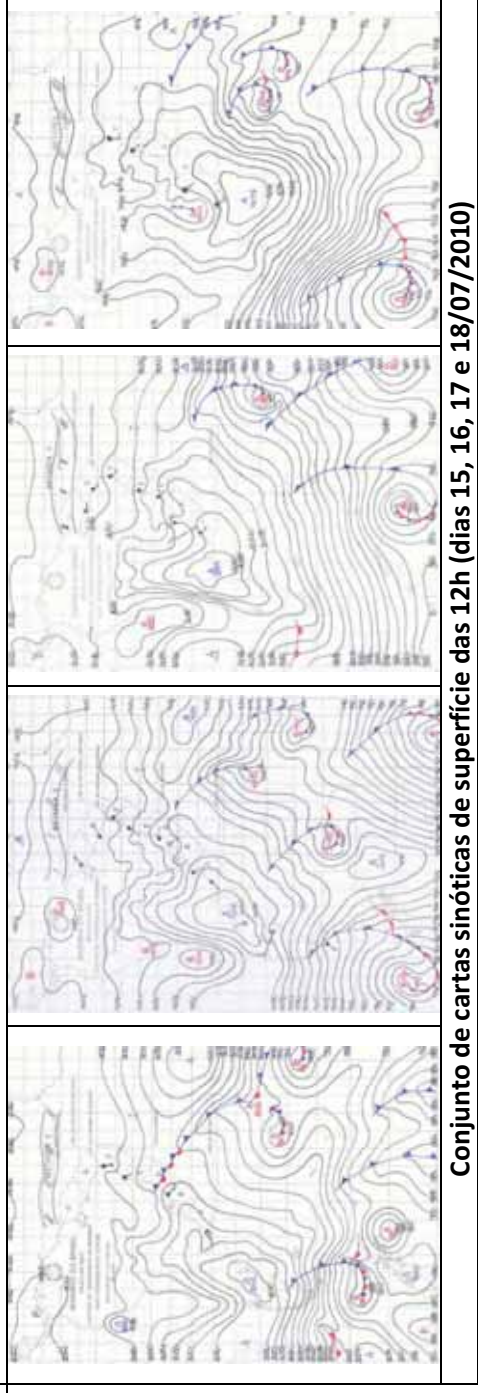
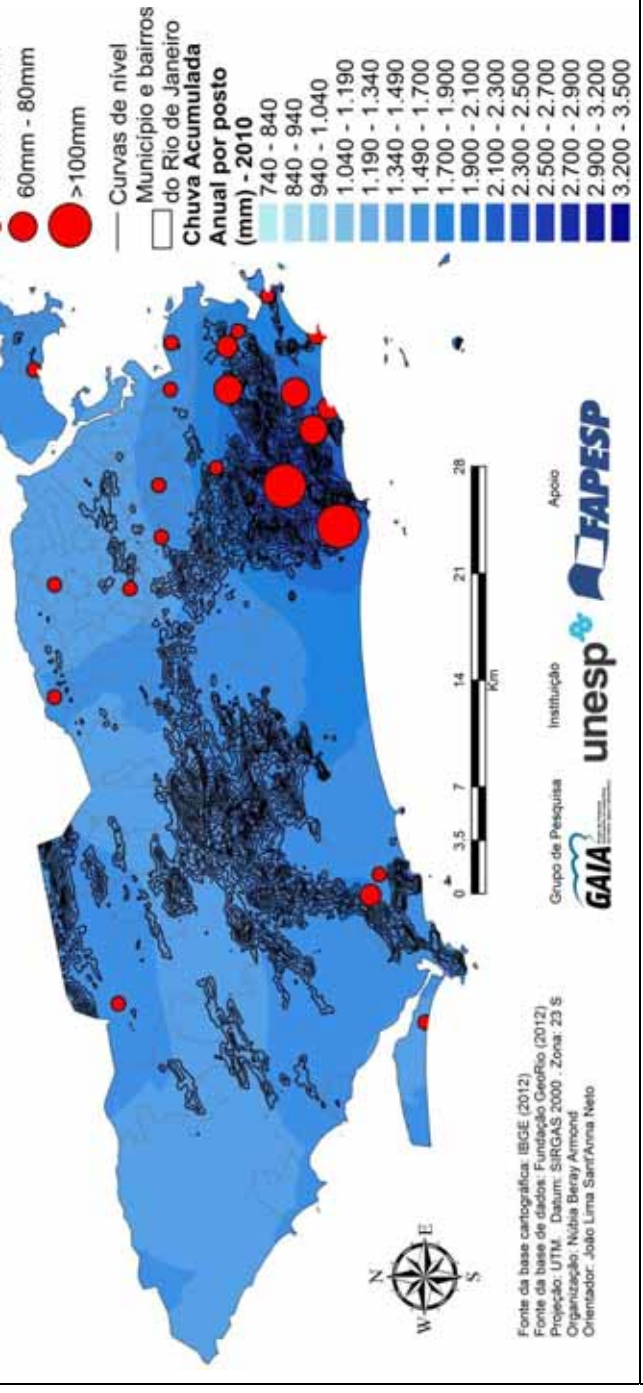
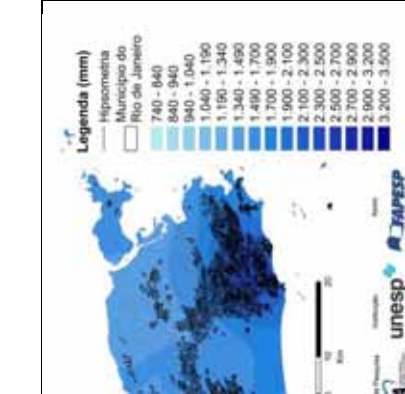
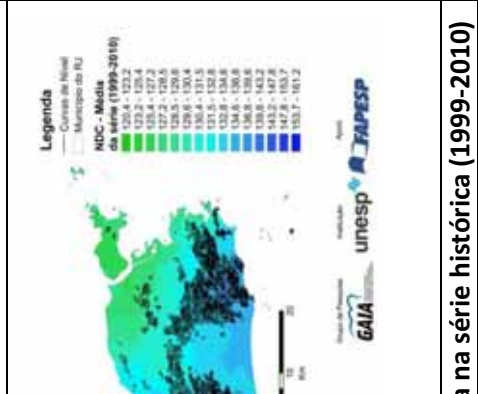
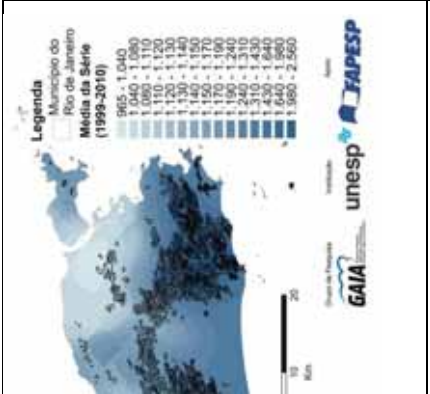
Data do evento: 17 de Julho de 2010

Segundo o Boletim Climanálise (2010f), a atuação do quarto sistema frontal do mês contribuiu para que as chuvas ocorressem acima da média no Rio de Janeiro. Este sistema ficou estacionário no litoral do Sudeste a partir do dia 13, até os dias 17 e 18. De acordo com a descrição, esse sistema foi intensificado pela corrente de jato em altos níveis, avançando pelo interior do país pelo Rio Grande do Sul. O anticiclone que atuou na retaguarda foi responsável pela queda das temperaturas e friagem na Amazônia.

O dia 11 apresentou amplitude térmica reduzida e céu encoberto, 80% de umidade relativa do ar e ventos de E, o que denota a repercussão da FPA que atuou sobre a região nos dias anteriores.

No dia 12 as temperaturas sofreram elevação de quase 8°C, com a máxima passando de 26º para 33°C. A mínima permaneceu nos 21°C e a média compensada elevou-se para os 26°C. A pressão atmosférica desceu junto com a umidade do ar, que caiu para os 70%. Na carta sinótica, a localização da isóbara de 1016mb sobre o Rio de Janeiro, com o ar oriundo do ASAS passando pelo continente, indicou a participação da mTaC sobre o local. Nesse mesmo dia, uma FPA se deslocou em direção as baixas latitudes.

No dia 13 a umidade caiu ainda mais, a mínima aumentou e a máxima sofreu queda, assim como a pressão atmosférica. A carta sinótica demonstrou a presença da FPA sobre a cidade, que agiu de forma estacionária até dia 16. Durante esse período, as temperaturas sofreram queda e redução da amplitude, a umidade relativa do ar subiu para os 90% e a pressão atmosférica também subiu, provocando chuvas. Do dia 16 para o dia 17 a FPA sofreu dissipação, formou-se uma linha de instabilidade sobre a região sul do país e o Rio de Janeiro permaneceu sob atuação de um sistema convectivo independente, não associado a qualquer outro sistema frontal ou ZCAS. Caracterizou-se, assim, a participação da ZCOU na dinâmica atmosférica do Rio de Janeiro no dia 17 (prancha 13).



Evento de 17 de Julho de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 15, 16, 17 e 18/07/2010)

Série histórica (1999-2010)

Série histórica (1999-2010)

Gráfico de análise

Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 15, 16, 17 e 18/07/2010)

No dia 18 a umidade relativa do ar caiu, as temperaturas sofreram ligeira elevação, a pressão atmosférica aumentou e os ventos passaram a vir de E, caracterizando a presença da mPt advindo da retaguarda da FPA após a dissipação da ZCOU. As maiores intensidades de chuva em 24h seguiram a tendência dos outros eventos, sendo registradas nas proximidades do Maciço da Tijuca, tanto a barlavento quanto a sotavento.

3.2.4. Nos anos de 2011/2012

Conforme explicitado nos procedimentos metodológicos e, de acordo com o objetivo do trabalho, os anos de 2011 e 2012 foram inseridos na análise por conta da aquisição de material qualitativo sobre os alagamentos no município do Rio de Janeiro. Nesse sentido, realizou-se, também, análise da intensidade das chuvas em escala horária. Os resultados são dispostos a seguir.

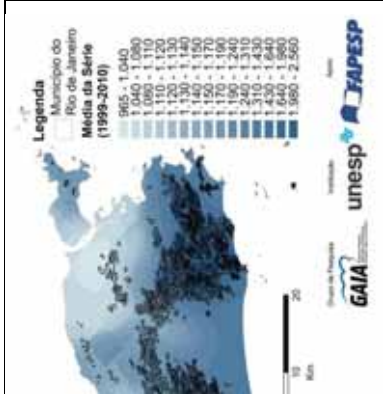
Data do evento: 28 de Fevereiro de 2011

Segundo o Boletim Climanálise (2011b), a média histórica para o Sudeste revelou que o mês de fevereiro apresentou um déficit pluviométrico. Entretanto, especificamente no dia 28 o total de precipitação foi considerado elevado. Atribuíram-se as chuvas intensas à ocorrência de um episódio de ZCAS no fim do mês. A Oscilação de Madden-Julian⁶ também foi apontada como forte moduladora da atividade deste episódio de ZCAS (CLIMANÁLISE, 2011c).

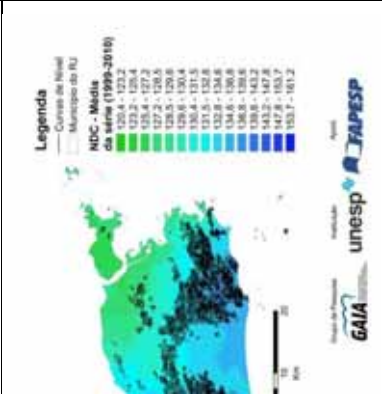
⁶ Conforme verificado em Kayano *et al.* (2009), a Oscilação de Madden-Julian (OMJ) se refere a um padrão de variabilidade intrassazonal. Consiste em uma célula de circulação na latitude equatorial, se propagando para leste. Tem duração entre 30 e 60 dias e possui importante influência nas distribuições “anômalas” de precipitação nas regiões tropicais, sobretudo na tropical leste, exercendo influência significativa sobre o regime de chuvas da América do Sul. Para os autores, o principal sistema modulado pela OMJ é a Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS.



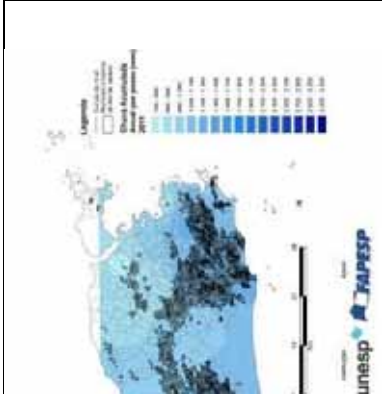
s sobre mapa hipsométrico



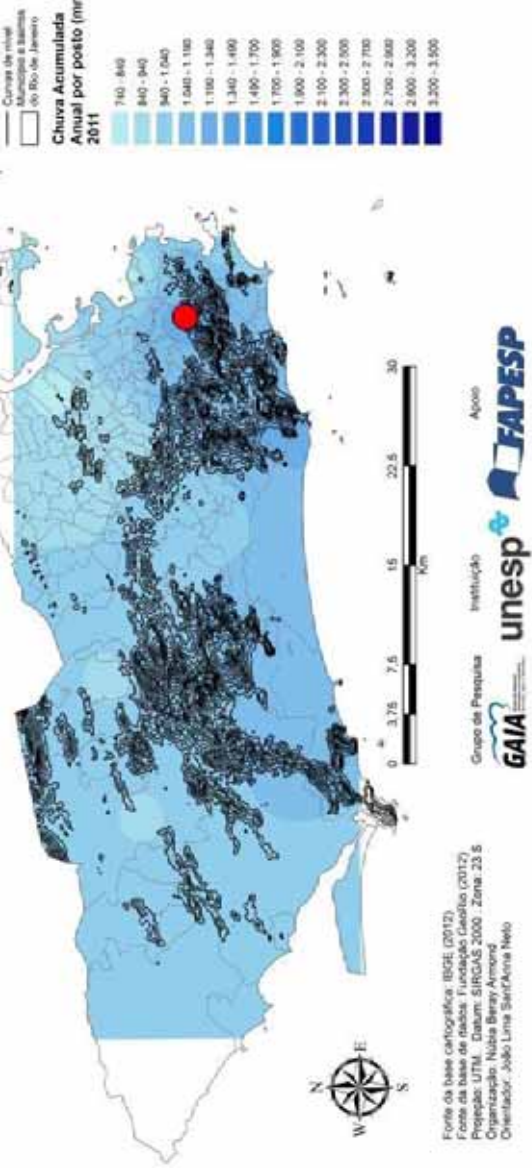
rie histórica (1999-2010)



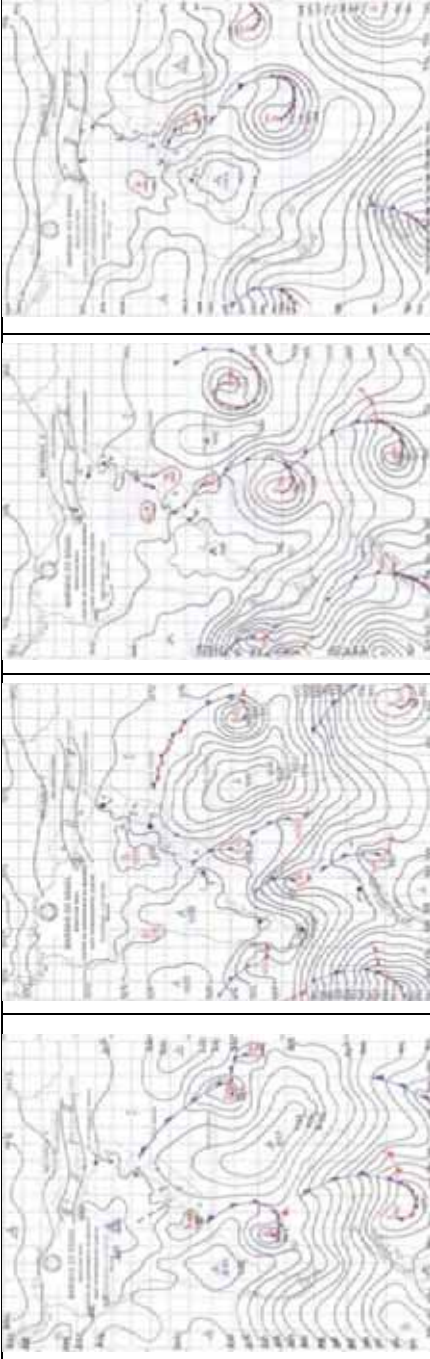
a na série histórica (1999-2010)



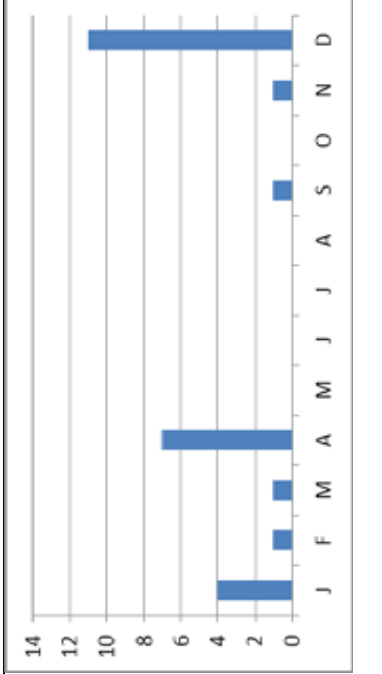
ada Anual - 2011



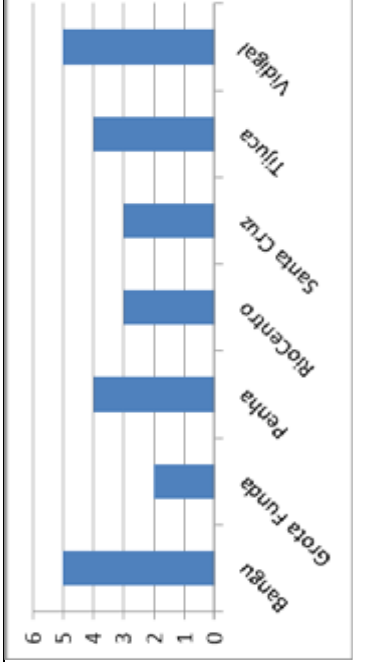
Evento de 28 de Fevereiro de 2011: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 25, 26, 27 e 28/02/2011)



Número de eventos extremos por mês - 2011



Número de extremos por posto - 2011

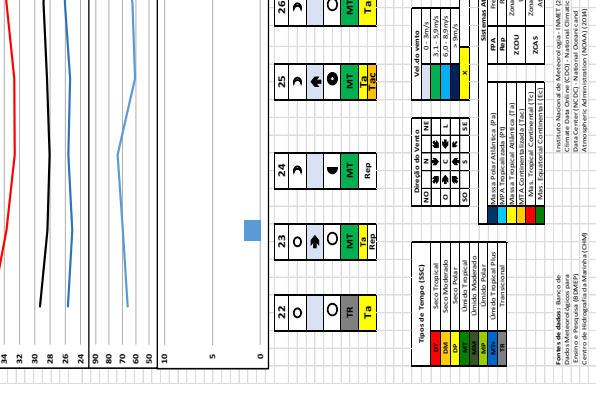
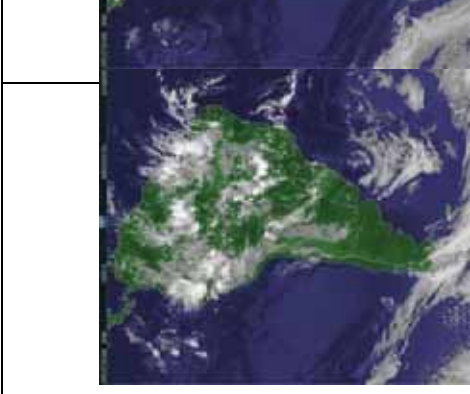
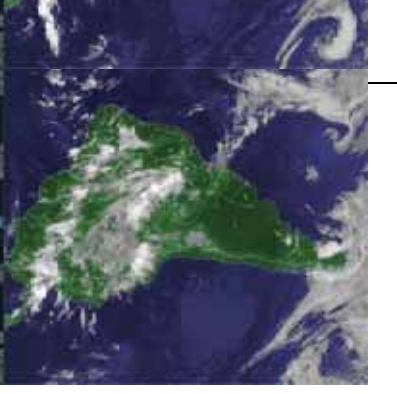


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 25, 26,



O dia 22 apresentou as três temperaturas (máxima, média compensada e mínima) elevadas. A mínima situou-se na casa dos 26°C e a umidade relativa marcada foi de aproximadamente 70%. Uma análise dos campos de pressão delimitados na carta sinótica demonstra claramente a linha do ASAS atuando aos 1018mb sobre o Rio de Janeiro. Abaixo, uma célula de baixa pressão se atrela ao setor frio de uma frente que se dissipa no oceano, formando uma IT sem muita definição, que, na verdade, se constituía num setor frio em dissipação. A ausência de nebulosidade nessa região, visualizada nas imagens do satélite GOES, sugere a predominância, naquele dia, da mTa (prancha 14).

O dia 23 foi marcado pela precipitação de 1,7mm na estação meteorológica do aeroporto do Galeão. Os ventos foram oriundos de oeste, a umidade relativa do ar sofreu aumento e todas as temperaturas demonstraram clara redução, o que denota a participação da mTa sobre a cidade. Porém, a queda da pressão para 1008mb na estação, foi dado que corroborou com o apresentado pela carta sinótica. A IT, agora melhor definida, situou-se nas proximidades do Rio de Janeiro (o que caracterizou a repercussão da FPA sobre o município), e foi suficiente para provocar chuvas intensas em algumas partes da cidade.

A elevação da pressão no dia 24 indicou que a FPA não exerceu influência plena sobre o município. Porém, o aumento da nebulosidade atrelado, também, à elevação da temperatura mínima, queda da máxima e ligeira queda da média compensada sugere que a FPA ainda repercutiu sobre a área de estudo. A carta sinótica apresentou o aumento e/ou incorporação da antiga linha de instabilidade pela FPA, que aumentou seu ramo frio.

A queda da umidade relativa para aproximadamente 60% e a manutenção das temperaturas indicou a participação da mTaC sobre a área em estudo no dia 25. A elevação da pressão denotou que o ASAS também exerceu influência, o que caracterizou a presença da mTa. Os ventos de sul, verificados tanto nos dados da estação meteorológica quanto na carta sinótica, já indicavam a movimentação da mPa para latitudes mais baixas.

O dia 26 apresentou elevação de todas as temperaturas, a ligeira elevação da umidade relativa e queda da pressão atmosférica. A carta sinótica demonstrou que os ventos, vindos de leste, indicaram a predominância da mTa. A ZCIT se encontrava nas proximidades do equador geográfico, com o ASAS ocupando uma grande faixa latitudinal entre 20 e 50 graus, predominantemente.

No dia 27, a pressão atmosférica caiu para 1010mb, a temperatura máxima sofreu elevação, e a mínima, ligeira redução. A aproximação da FPA pôde ser indicada pelo dado de umidade relativa do ar, que sofreu aumento para mais de 70%. A carta sinótica e a imagem de satélite GOES permite verificar o deslocamento da FPA, que chegou no dia 28 e trouxe aumento da umidade relativa, diminuição da pressão atmosférica, redução da temperatura máxima e ligeira redução da mínima.

Data do evento: 15 de Março de 2011

A formação de um centro de baixa pressão sobre o oceano foi responsável, de acordo com o Boletim Climanálise (2011c), pelas fortes chuvas que atingiram o Rio de Janeiro. Formou-se um episódio de ZCAS, que atuou a partir do dia 11.

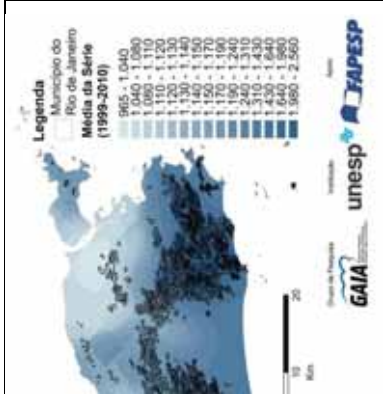
No dia 9, a presença da FE sobre o Rio de Janeiro provocou chuvas de pouco mais de 5mm. A umidade relativa do ar se manteve alta (aproximadamente 80%), com a temperatura mínima próxima dos 22°C e a máxima, 32°C. A pressão estava em cerca de 1012mb. Tanto a carta sinótica quanto a imagem do satélite GOES puderam caracterizar a presença da FE sobre a cidade.

No dia 10, a maior parte dos indicadores se manteve. Porém, foi identificado o deslocamento da FE para baixas latitudes, que deixou chuva em sua retaguarda. As repercussões da FPA foram sentidas até o dia 12, quando a ausência das chuvas atrelada aos ventos oriundos de NW e a ligeira elevação da temperatura máxima puderam indicar a presença da mTa. Ela predominou no Rio de Janeiro até dia 14.

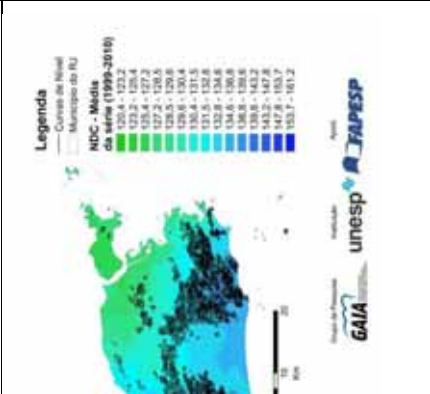
A queda da pressão atmosférica (de 1011mb para 1005mb), junto à presença de precipitação pluviométrica e à contínua e elevada nebulosidade, caracterizou a entrada da FPA no dia 15. As temperaturas caíram (sobretudo a máxima) e ela predominou até dia 17, quando a pressão começou a aumentar, a umidade relativa a diminuir junto com as temperaturas. A carta sinótica demonstra que a célula de 1020mb se encontrava sobre o Rio de Janeiro neste dia, o que caracteriza a presença da mPt (prancha 15).



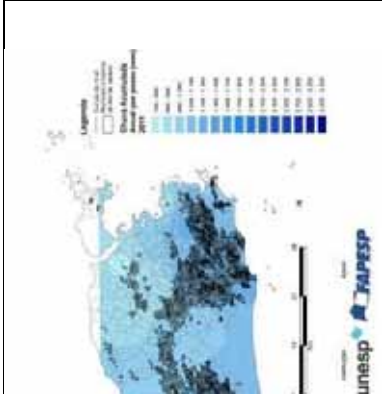
s sobre mapa hipsométrico



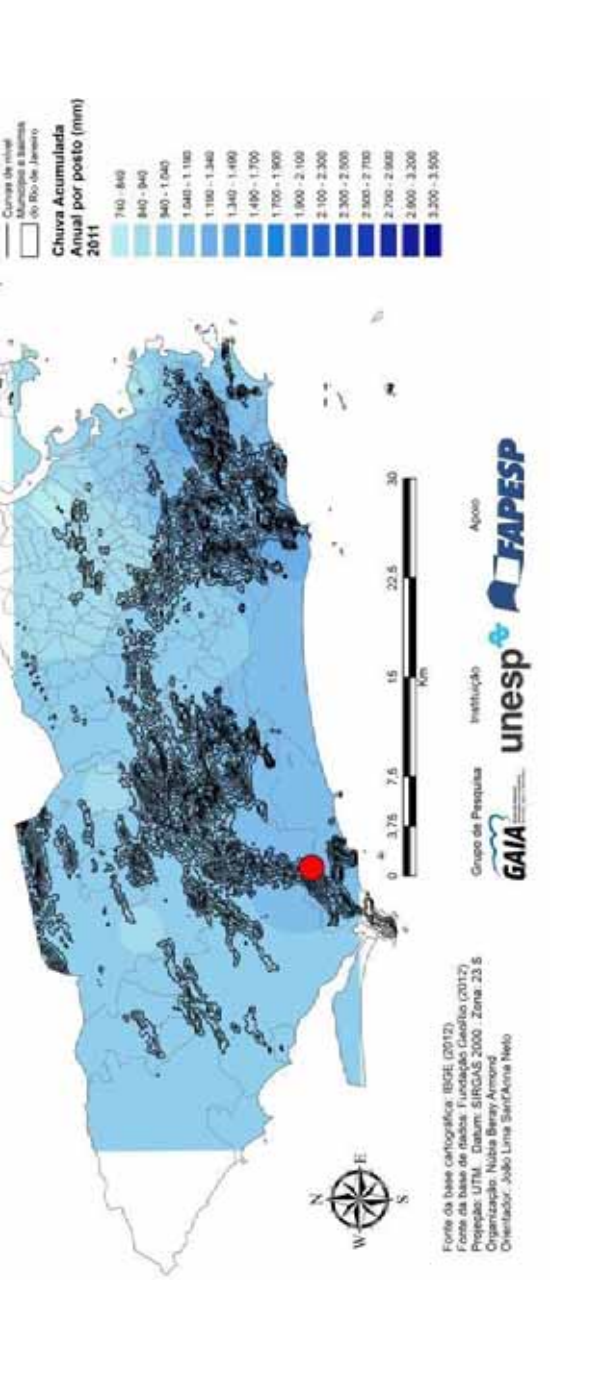
rie histórica (1999-2010)



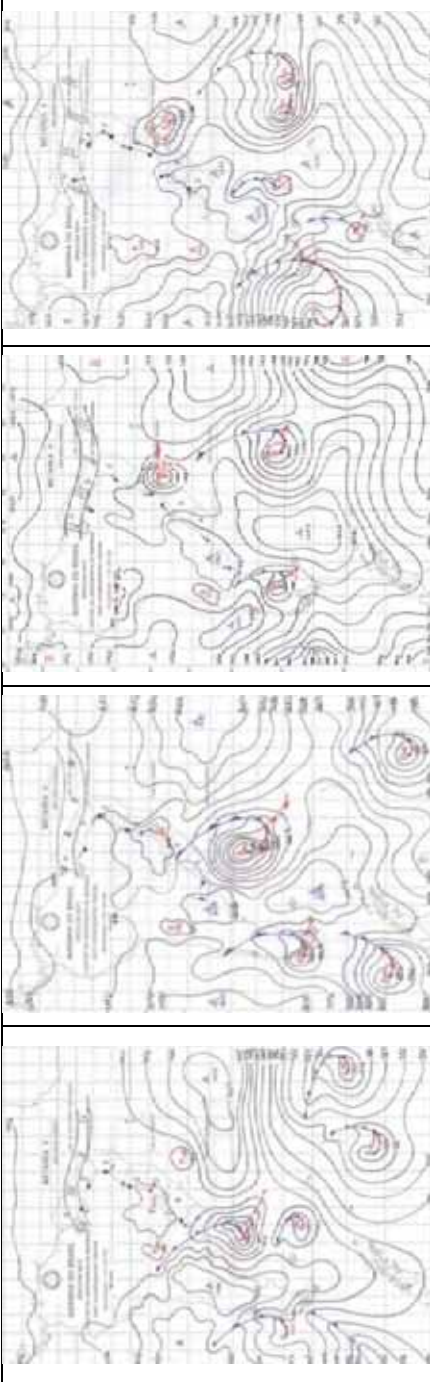
a na série histórica (1999-2010)



ada Anual - 2011



Evento de 15 de Março de 2011: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 13, 14, 15 e 16/03/2011)

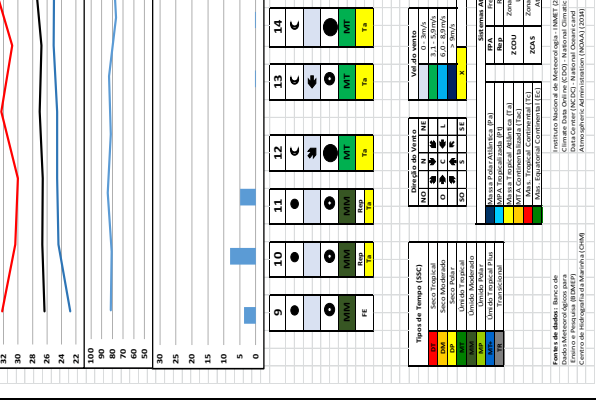
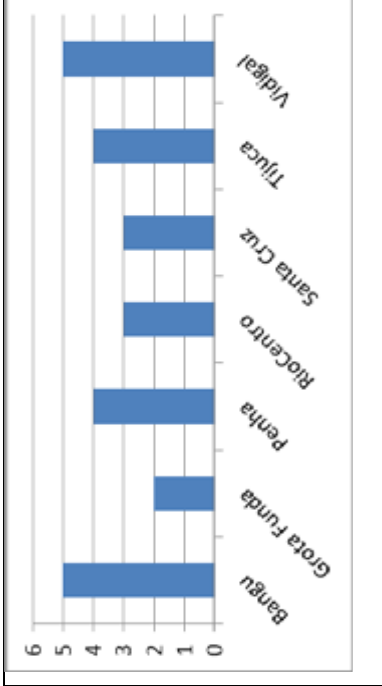
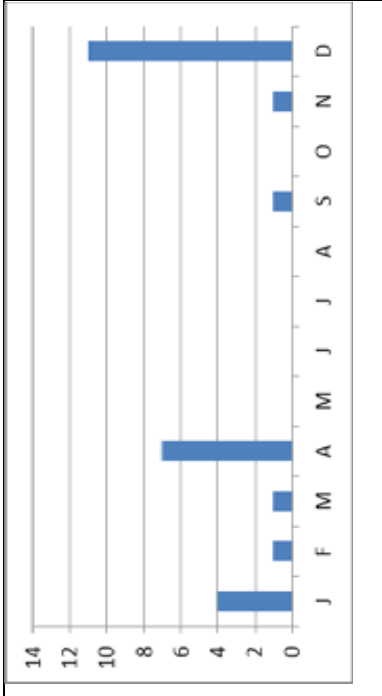
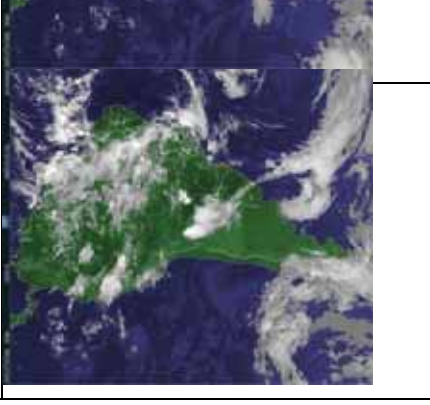
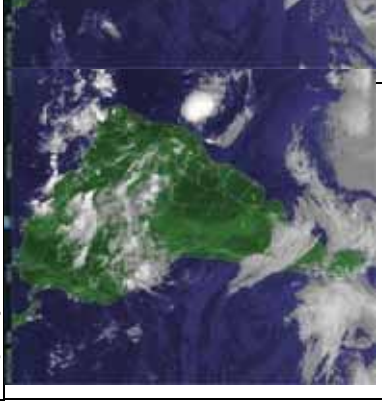


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 13, 14, 15 e 16/03/2011)



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 13, 14, 15 e 16/03/2011)

Data do evento: 14 de Setembro de 2011

Segundo o Boletim Climanálise (2011e), foi o quarto sistema frontal o responsável pelas chuvas no dia 14. Ainda que, para a variabilidade das chuvas, os totais mensais estivessem abaixo da média histórica, salienta-se que as chuvas deste dia (que se situaram nos 27mm) foram suficientes para causar transtornos no Rio de Janeiro, por mais que não tenham sido encontradas informações nas fontes qualitativas utilizadas nesta dissertação e que subsidiem essa afirmação.

O dia 06 foi marcado pela umidade relativa do ar próxima aos 70%, com a temperatura mínima nos 18°C e a máxima nos 29°C. A pressão foi marcada, na estação, nos 1017mb. A imagem do GOES demonstrou uma frente densa, de considerável desenvolvimento vertical, que se aproximava do Rio de Janeiro. A proximidade entre as isóbaras da carta sinótica também demonstrava o a forte constituição da mPa na retaguarda continental da FPA. Seu setor frio encontrava-se no continente, sobre os estados de Santa Catarina e Paraná, o que, atrelado aos dados de superfície, demonstrou que o predomínio sobre o Rio de Janeiro era da mTaC.

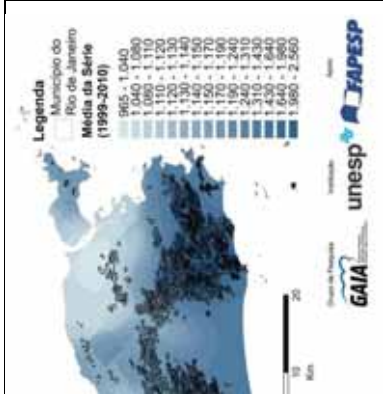
No dia 07, o ASAS acabou por bloquear o prosseguimento da frente para latitudes mais baixas. Assim, seu setor frio continuou sobre o continente, e ela se deslocou apenas em seu setor oeste. Os dados de superfície indicaram aumento da umidade relativa do ar, da temperatura mínima, da pressão e da nebulosidade. Esta última, por consequência influenciou na redução da temperatura máxima. Essas foram as repercussões da FPA que se deslocava nas proximidades do Rio de Janeiro.

O ASAS continuou bloqueando a frente no dia 08, fazendo com que ela continuasse sobre Santa Catarina e Paraná. Na estação meteorológica, os dados indicavam a diminuição da umidade relativa do ar, aumento da temperatura máxima, redução da mínima e queda na pressão, agora tributária do ASAS. A ausência de nebulosidade sobre a região, junto a esses dados, foi o suficiente para constatar a predominância da mTa (prancha 16).

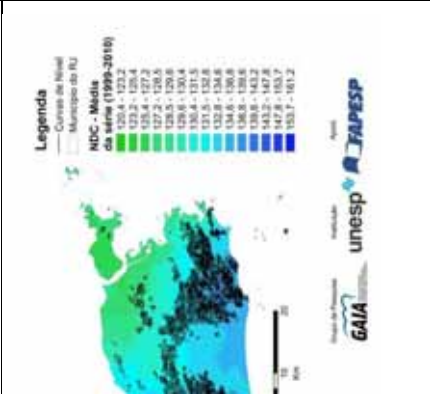
O bloqueio continuou até dia 11, quando o atrelamento da FPA às baixas pressões continentais acabou por provocar chuvas no município. Neste dia, a elevação da umidade relativa do ar, da nebulosidade e a consequente elevação da temperatura mínima e a queda da temperatura máxima, com ventos oriundos de sudoeste, denotaram a presença da FPA sobre a área (prancha 16).



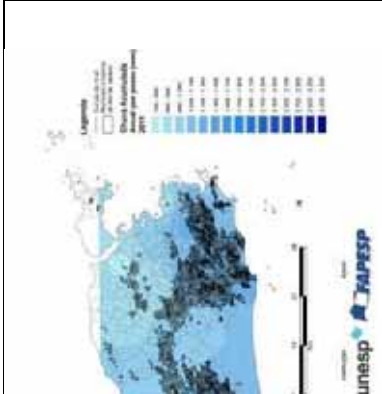
s sobre mapa hipsométrico



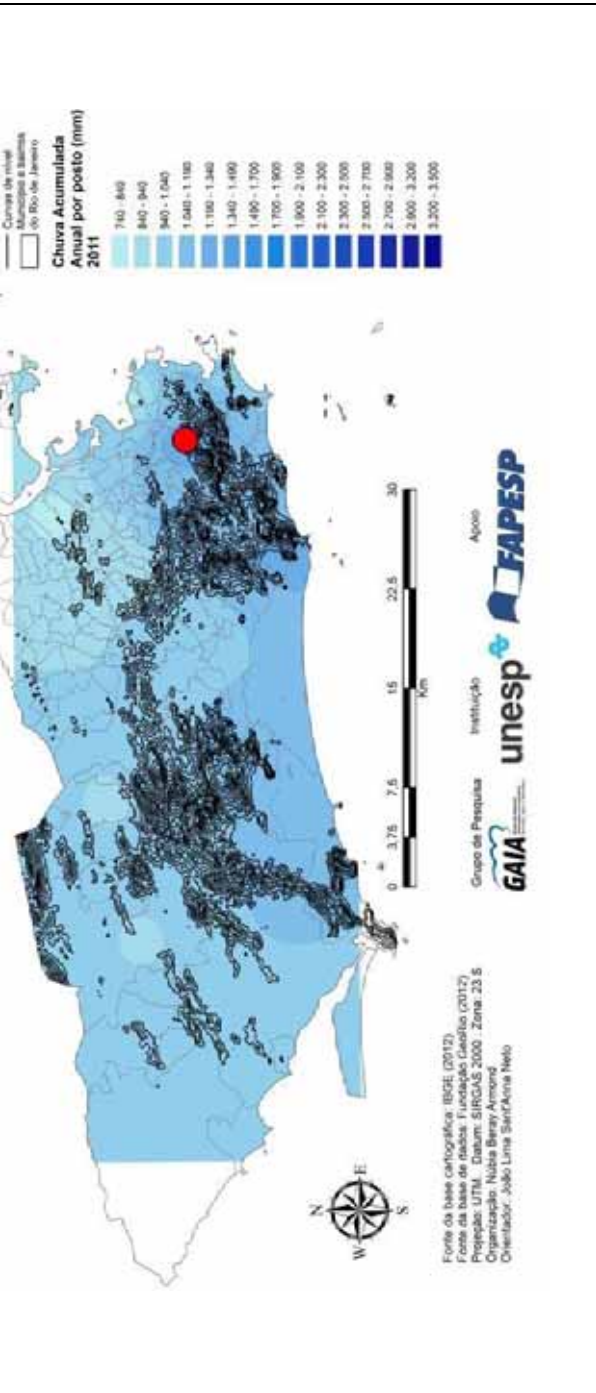
rie histórica (1999-2010)



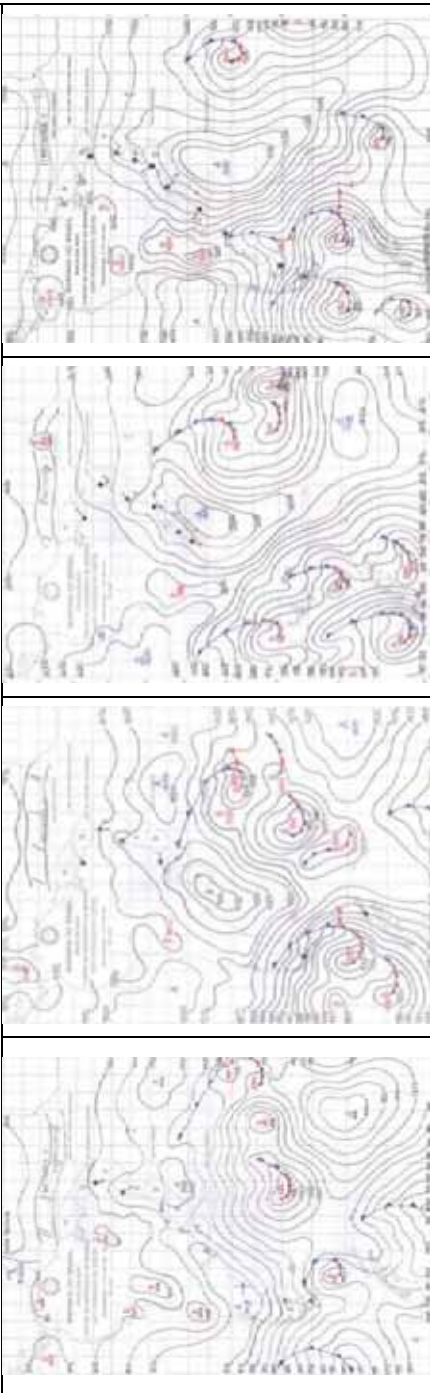
a na série histórica (1999-2010)



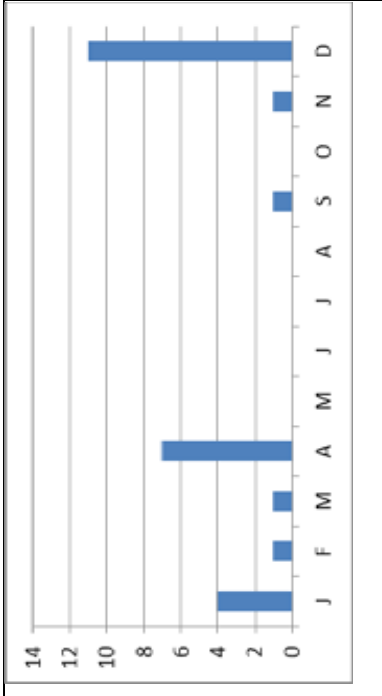
ada Anual - 2011



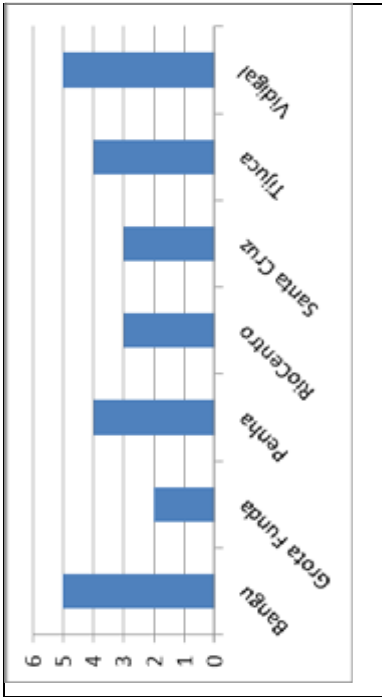
Evento de 14 de Setembro de 2011: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 13, 14, 15 e 16/09/2011)



Número de eventos extremos por mês - 2011



Número de eventos extremos por posto - 2011

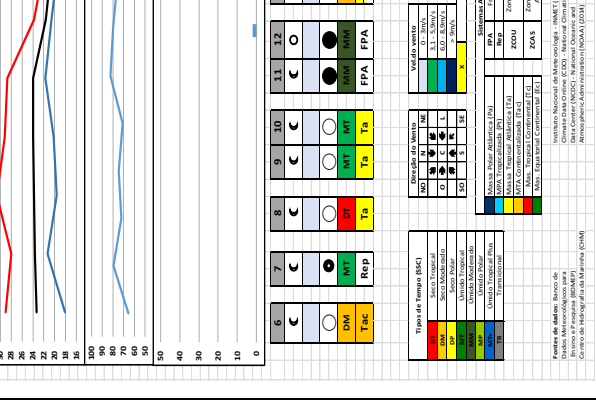
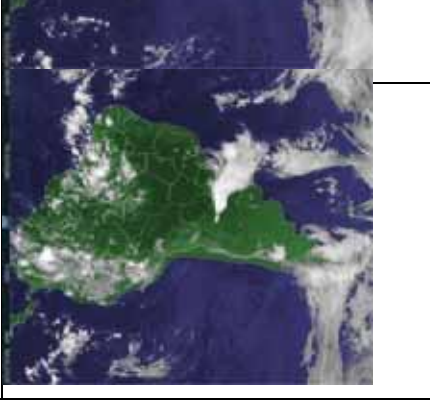
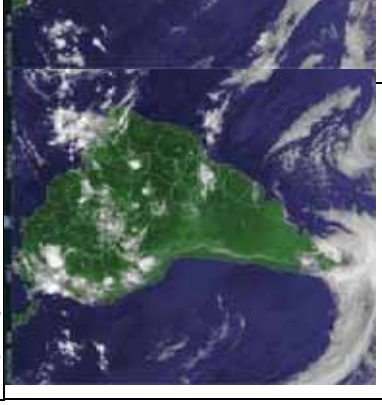


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO

(respectivamente, dias 13, 14,



Essas tendências continuaram no dia 12, agora com precipitação pluviométrica registrada na estação. O dia 13 registrou o máximo de proximidade entre os valores de temperatura e precipitação, reflexo da FPA que passou. Porém, os ventos oriundos de leste, juntamente com a ausência de nebulosidade sobre a área, indicaram a presença da mTa.

O dia 14 registrou precipitação aproximada de 30mm e aumento da umidade relativa e da nebulosidade. A carta sinótica indica a presença da FPA atuando sobre a região, impulsionada pela mPt na retaguarda, e que só agiu de forma predominante no Rio de Janeiro no dia 16. Neste dia, a umidade relativa caiu para 60%, a pressão atmosférica sofreu elevação e o céu saiu da condição de totalmente para parcialmente encoberto.

Data do evento: 13 de Novembro de 2011

De forma geral, a formação de vórtices ciclônicos de altos níveis⁷ – VCANs – e da ZCAS acabou por contribuir para que o padrão das chuvas deste mês tivesse se apresentado superior à normal climatológica nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste.

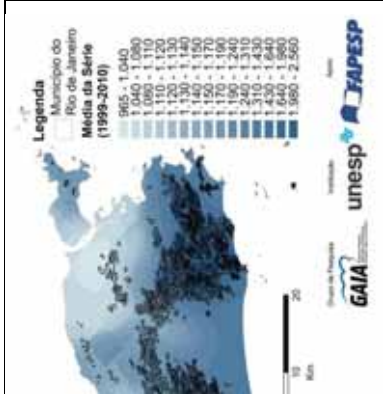
A configuração do segundo episódio de ZCAS do mês favoreceu a ocorrência dos elevados totais de precipitação sobre o Rio de Janeiro (CLIMANÁLISE, 2011f).

Os ventos de leste (indicados pela carta sinótica), junto a grande amplitude entre as temperaturas (máxima nos 31oC, mínima nos 21oC), a pressão relativamente elevada (1013mb) e a ausência de nebulosidade indicaram a presença da mTa agindo sobre o Rio de Janeiro no dia 09. A redução da umidade relativa do ar para quase 60%, atrelado à elevação das temperaturas e diminuição ligeira da pressão indicaram a predominância da mTaC no dia 10. Neste mesmo dia, é possível identificar o deslocamento de uma FPA, que se encontrava sobre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (prancha 17).

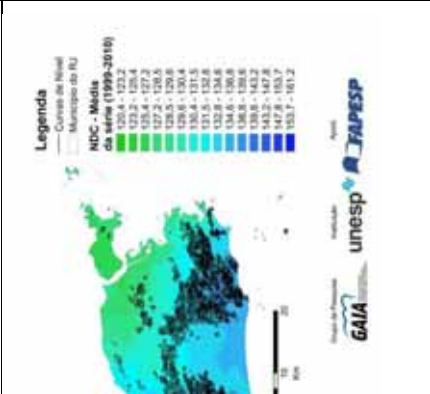
⁷ De acordo com Ferreira *et al.* (2009), os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCANs) são sistemas meteorológicos de baixa pressão. São originados na alta troposfera (de 10 a 12km de altitude) e, dependendo da instabilidade atmosférica, podem se estender até os níveis médios e durar vários dias. Ao analisar sua atuação padrão nos meses de verão através das cartas de altura geopotencial (circulação atmosférica da alta troposfera), pode-se caracterizar a sua participação sobre o NE brasileiro, principalmente nos meses de Janeiro e Fevereiro. O estabelecimento do cavado (em altos níveis) nos meses de início da estação chuvosa tropical é intensificado, e o aquecimento da atmosfera nessa porção acaba por produzir o VCAN. Ele atua em estreita relação com outro sistema tropical, a Alta da Bolívia (AB). Ambos influenciam diretamente na produção e na intensificação dos episódios de ZCAS.



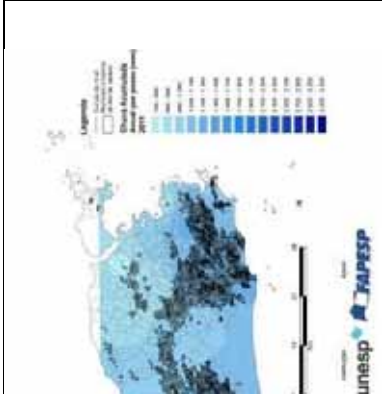
s sobre mapa hipsométrico



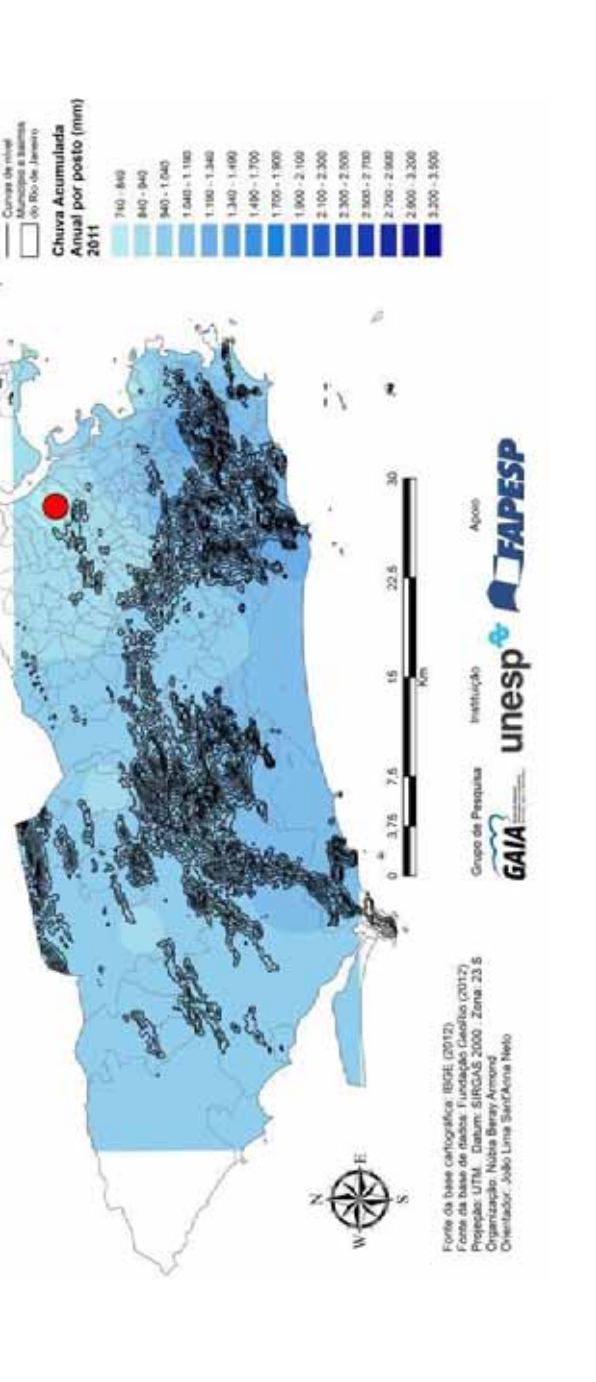
rie histórica (1999-2010)



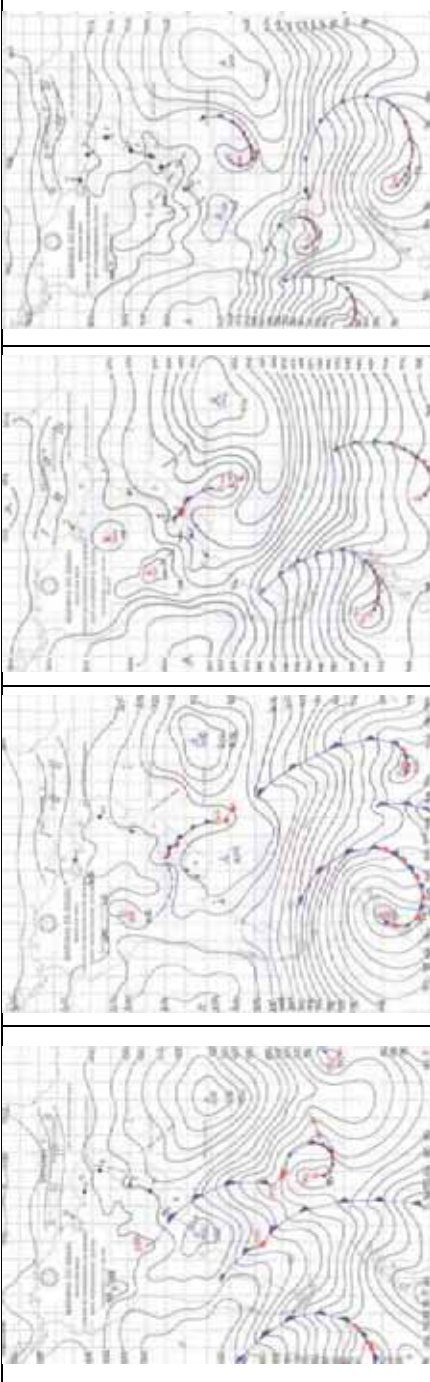
a na série histórica (1999-2010)



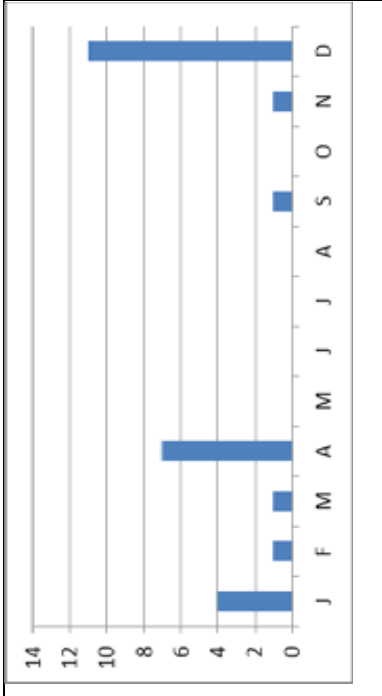
ada Anual - 2011



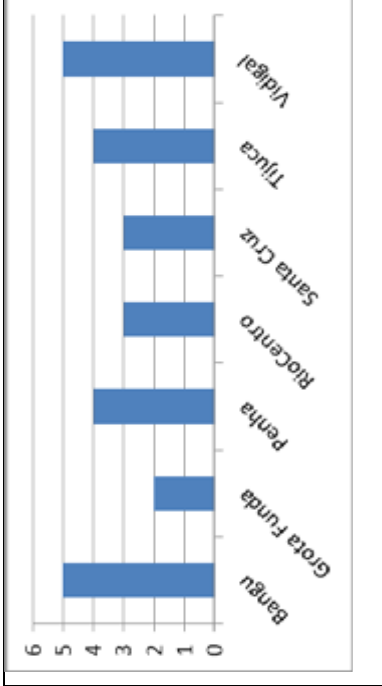
Evento de 13 de Novembro de 2011: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 11, 12, 13 e 14/11/2011)



Número de eventos extremos por mês - 2011



Número de eventos extremos por posto - 2011

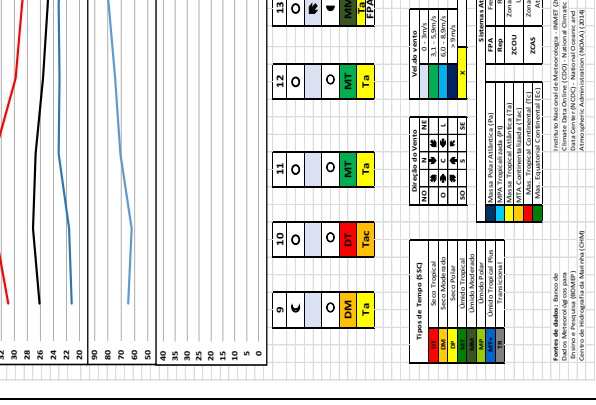
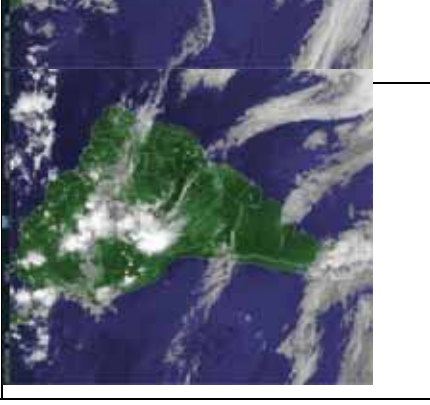
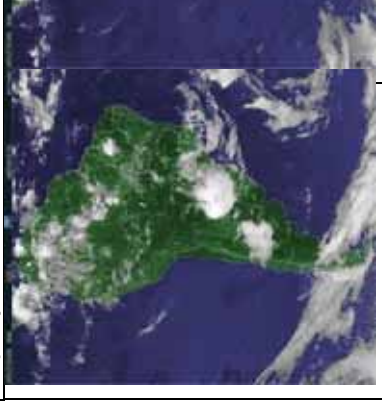


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO

(respectivamente, dias 11, 12,



respectivamente, dias 11, 12,

O dia 11 demonstrou um aumento das células de baixa pressão continentais, formando grandes áreas de nebulosidade alimentadas pela banda continental da FPA que se deslocava desde o dia anterior no país. Esse processo fez o ASAS recuar, e o ar que, no dia anterior transitava sobre o continente até chegar ao Rio de Janeiro, não mais o fizesse no dia seguinte. Assim, o aumento da umidade relativa do ar, junto ao recuo da frente nas proximidades do Rio de Janeiro, auxiliou a caracterizar a predominância da mTa sobre a cidade no dia 12.

O dia 13 foi marcado pelos ventos de sudeste, pela continuidade da queda das temperaturas e da pressão atmosférica, elementos que denotaram a chegada da FPA. A frente passou a influenciar o ar tropical atlântico que já estava sobre a cidade.

A FPA seguiu, nos dois dias seguintes (14 e 15), bem caracterizada. Trouxe precipitação pluviométrica, aumentou a umidade relativa, diminuiu a temperatura máxima, aumentou a mínima por conta do aumento da nebulosidade, e manteve a pressão em queda. As imagens do satélite GOES permitem observar que se tratou de uma frente de considerável desenvolvimento horizontal, ainda que não tenha trazido totais pluviométricos tão elevados nos registros da estação.

Data do evento: 08 a 26 de Dezembro de 2011

Em análise presente no Boletim Climanálise (2011g), apenas dois sistemas frontais atuaram sobre o Brasil em dezembro. O sistema que se formou a partir do dia 03 se posicionou sobre Vitória – ES e contribuiu para o primeiro episódio de ZCAS. A ocorrência de um VCAN sobre o Uruguai e a sua associação a uma situação de bloqueio atmosférico contribuiu para uma situação de ZCAS entre os dias 14 e 21 de dezembro.

No dia 01, as elevadas temperaturas atreladas à baixa umidade relativa do ar e reduzida pressão atmosférica, acabaram por denotar uma situação de influência da mTc. A presença de uma FPA em avanço, porém, ainda nas proximidades do Rio de Janeiro, fez com que, no dia 02, houvesse a redução das temperaturas e os registros de precipitação na estação meteorológica. A retaguarda da FPA (que permaneceu estacionária no norte do Estado do Rio de Janeiro) legou a permanência da redução das temperaturas e o aumento da pressão, caracterizando a presença da mPt. Ela permaneceu no Rio de Janeiro até o dia 06, quando a FE ensaiou sua dissipação. Neste dia, o franco aumento das temperaturas e a

pressão atmosférica em 1015mb e a permanência da umidade relativa do ar em mais que 75% indicaram a presença da mTa.

Entre os dias 6 e 7, a FPA que avançava foi invadida e fragmentada pela mPa que já estava sobre o oceano. Ele tomou a retaguarda da primeira banda, que se despreendeu e avançou pelo oceano. A segunda banda avançou pelo continente no dia seguinte.

No dia 07, a pressão atmosférica apresentou queda, a temperatura máxima sofreu elevação discreta, enquanto a mínima demonstrou elevação substancial. O sentido dos ventos (de leste) na carta sinótica, bem como o sentido de norte apresentado nos dados de superfície, permite indicar as influências da mTa, já com a presença da FPA.

No dia 08, a banda continental da FPA que havia se fragmentado no dia 06, avançou pelo continente e se mesclou com as instabilidades de baixa pressão existentes no continente. Ela atuou até o dia 10, quando a queda da pressão e das temperaturas provocou precipitação, desencadeando aumento da umidade relativa do ar. A carta sinótica permitiu identificar que essa FPA manteve seu setor frio pelo continente, com o setor quente no oceano. Ela também foi caracterizada por um processo de oclusão, que gerou desenvolvimento de nuvens de grande magnitude em sentido vertical e horizontal (prancha 18).

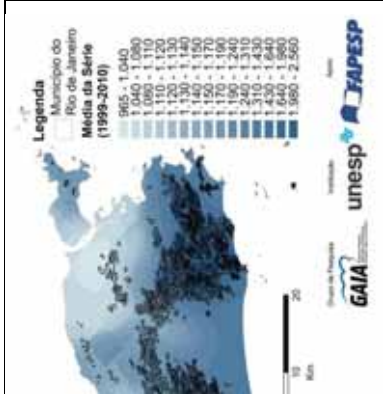
No dia 11, os ventos de sudeste, a queda da umidade relativa do ar, da nebulosidade, da temperatura mínima e a subida da temperatura máxima, da pressão atmosférica e, principalmente, a existência de precipitação no dia caracterizou a predominância da OCL, que já sinalizava o avanço da banda fria da frente para latitudes menores.

Ao avançar, ela deixou em sua retaguarda a mPt no dia 12, que, no dia 13, cedeu o domínio a mTaC – que trouxe ausência de nebulosidade significativa, aumento das temperaturas, redução da umidade relativa do ar e aumento da pressão.

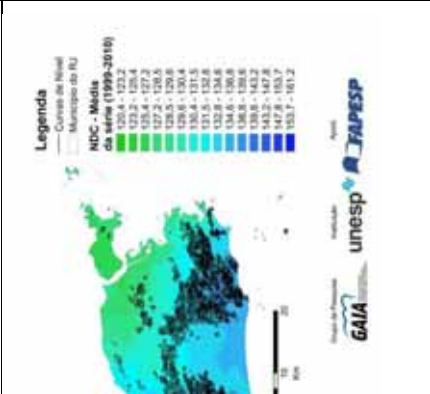
Ao mesmo tempo em que a frente se dissipava no oceano, outra viria na retaguarda. Várias células de baixa pressão se encontravam sobre o continente, que apresentou elevada nebulosidade ao sul da região Norte e na Centro-Oeste. Pode-se inferir que tal advecção de nebulosidade para essa região se deu a partir do atrelamento da nebulosidade associada à passagem do FPA, ao VCAN, sistema de atuação típica no verão e que, para esse período, se encontrava ao sul do país (CLIMANÁLISE, 2001g; FERREIRA *et al.*, 2009).



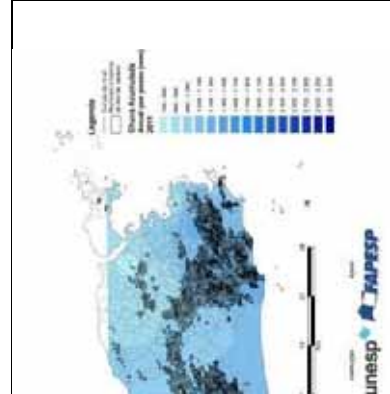
s sobre mapa hipsométrico



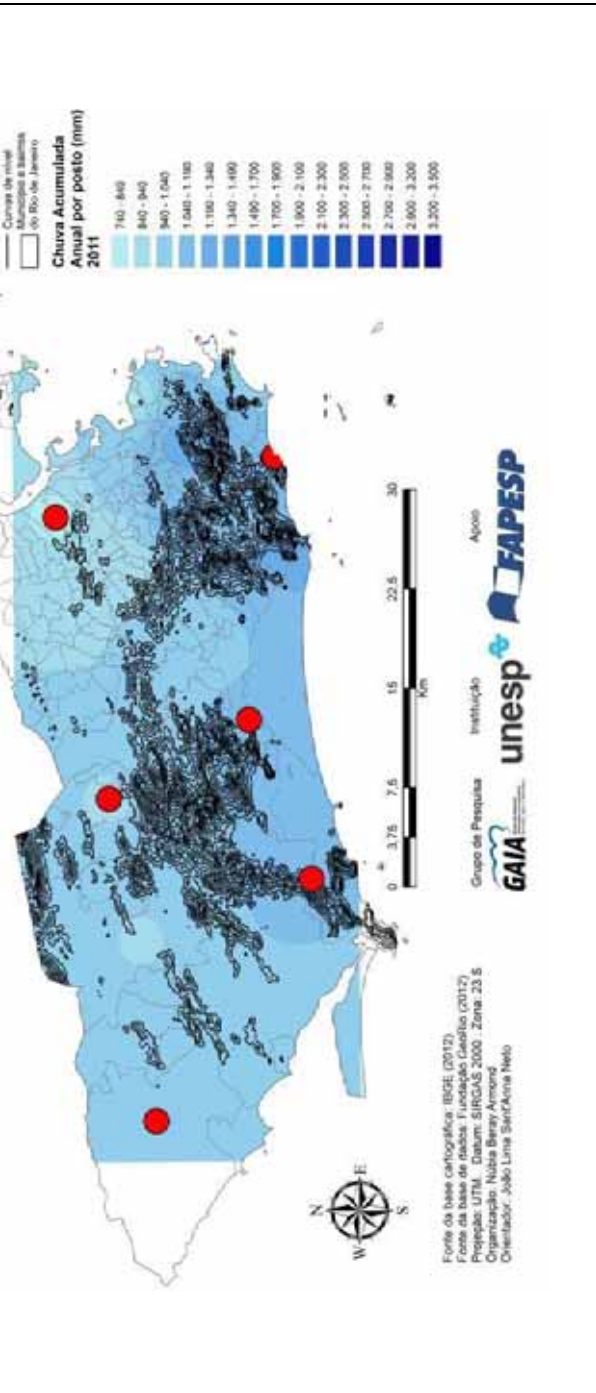
rie histórica (1999-2010)



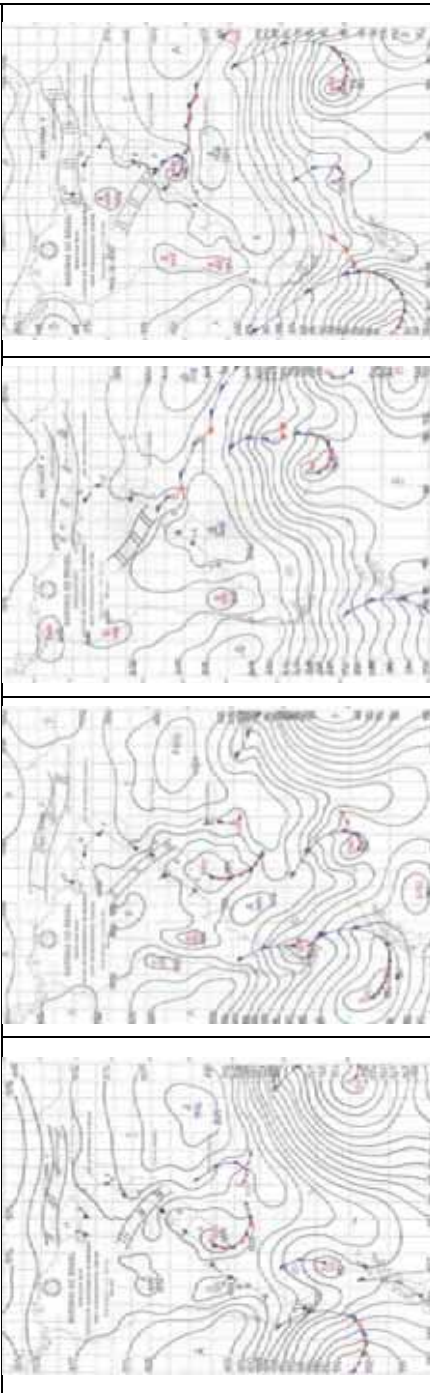
a na série histórica (1999-2010)



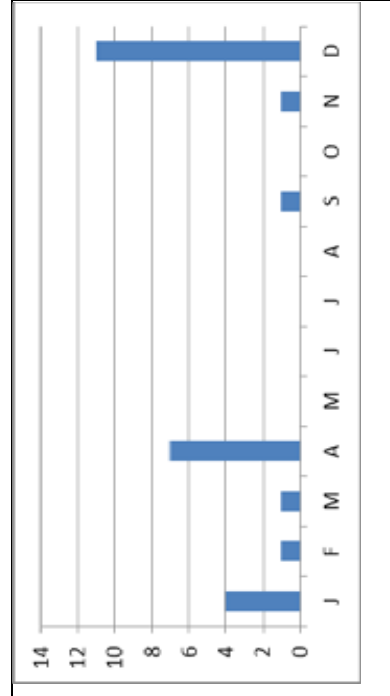
ada Anual - 2011



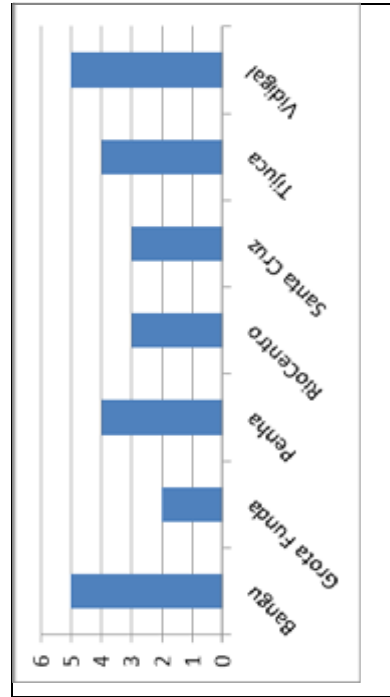
Evento de 08 a 26 de Dezembro de 2011: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 18, 19 e 26 e 27/12/2011)



Número de eventos extremos por mês - 2011



Número de eventos extremos por posto - 2011

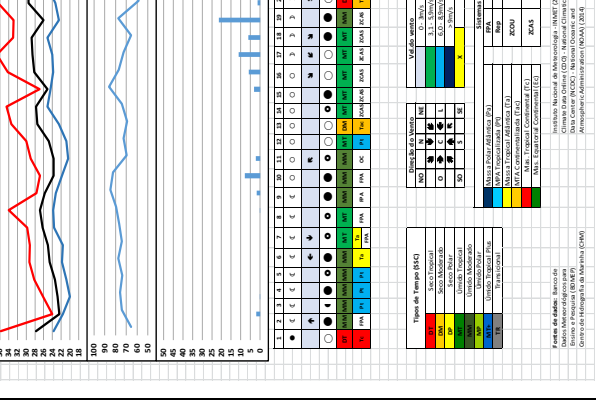
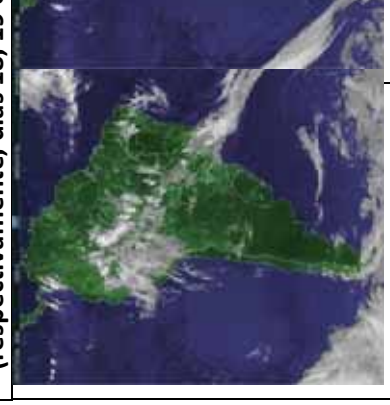


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 18, 19



No dia 14, a existência de nebulosidade e a queda da pressão atmosférica começava a indicar a presença de um sistema convectivo de orientação NW-SE, que conjugou as células de baixa pressão continentais (fruto do movimento do ar que provocou a advecção da umidade para o interior do continente) à FPA que se deslocava. Assim, caracterizou-se a ocorrência da ZCAS.

Esse sistema provocou chuvas a partir do dia 15, quando também trouxe a elevação da nebulosidade e, por conseguinte, o aumento da temperatura mínima e diminuição da máxima e da pressão atmosférica. A alta pressão associada à retaguarda desse sistema, ao encontrar o outro grande centro de alta pressão localizado no Nordeste brasileiro, provocou um bloqueio. Assim, o desenvolvimento da linha de nebulosidade desse sistema, por conta da chegada e bloqueio da FPA, situou-se praticamente em sentido N-S. Na zona costeira, abrangeu o litoral norte de São Paulo e todo o estado do Rio de Janeiro.

A ZCAS predominou até o dia 20, quando seguiu, em dissipação, para latitudes menores. Em sua retaguarda, predominou a mTaC, que trouxe reduzida umidade relativa do ar (aproximadamente 60%), aumento das temperaturas e da pressão atmosférica, sem nebulosidade. Os ventos de nordeste do dia 21 sugeriram a predominância da mTa sobre o Rio de Janeiro, que foi seguida, novamente, da presença da mTaC do dia 22 até o dia 23. Ambas foram visualizadas através das linhas de pressão na carta sinótica, cujas isóbaras representaram o giro do ASAS sobre o continente.

Dia 24 foi marcado pela continuação das temperaturas elevadas e pressão relativamente baixa. E a umidade relativa continuou consideravelmente reduzida para os padrões do alto verão. A ausência de nebulosidade e uma análise regional feita através das imagens do GOES e da carta sinótica indicam a ampliação da participação do ASAS para o interior do continente. Mesmo com a presença de células de baixa pressão (observáveis na carta sinótica), a dinâmica regional dos ventos indica a predominância da mTc sobre o Rio de Janeiro neste dia. Esse mesmo sistema desencadeava uma área de nebulosidade a partir da borda fronteira da região Norte até o norte da região Centro-Oeste.

Dia 25 apresentou a elevação da umidade relativa em quase 10% em relação ao dia anterior. Foi caracterizado, também, pelo aumento de nebulosidade, franca queda das temperaturas e elevação da pressão atmosférica. A FPA, que se movimentava no Brasil desde o dia 21, modulou os elementos do clima neste dia.

A confluência da FPA à nebulosidade existente no continente provocou a formação da ZCAS no dia 26. Ela desencadeou o aumento da nebulosidade e da umidade relativa do ar, queda significativa da temperatura máxima, e discreta diminuição da mínima, bem como redução da pressão atmosférica.

Esse sistema foi predominante até dia 30, quando as temperaturas ainda baixas, voltaram a subir e a umidade relativa do ar se manteve. Em sua retaguarda, manteve-se até o dia 31 a mPt.

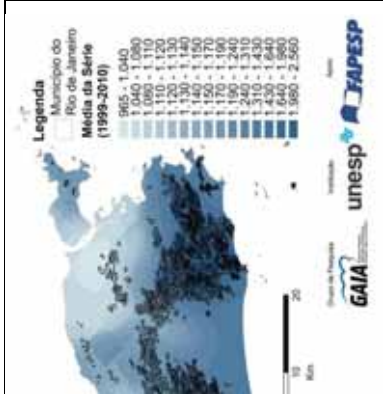
Data do evento: 01 a 10 de Janeiro de 2012

De acordo com o Boletim Climanálise (2012a), os episódios de ZCAS favoreceram chuvas mais intensas no Rio de Janeiro. Nas cidades ao norte do estado, foram reportados deslizamentos e desabamentos. O mesmo não foi encontrado nas pesquisas por desastres relacionados a esse sistema no período.

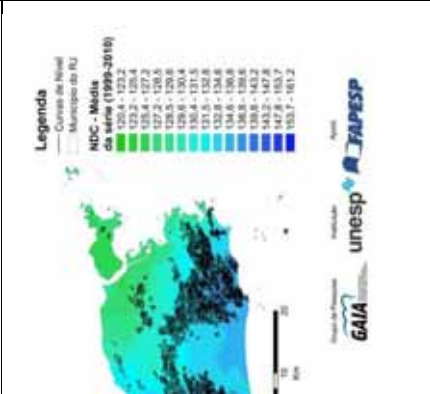
O dia 01 de janeiro foi marcado por elevada umidade relativa do ar (aproximadamente 90%), e da nebulosidade, que desencadeou redução da temperatura máxima e aumento da mínima. A pressão atmosférica registrada também ficou em patamares baixos. Através da análise das cartas sinóticas e das imagens do GOES, pôde-se observar que houve um alinhamento de uma célula de baixa pressão continental à FPA que se deslocava, formando um episódio de ZCAS. Esse sistema predominou no Rio de Janeiro até o dia 08, quando entrou em dissipação e deu lugar a uma IT, responsável por novas quedas na temperatura máxima e aumento na nebulosidade. Os ventos de nordeste indicaram a coexistência da mTa predominante sobre a cidade no dia (prancha 19).



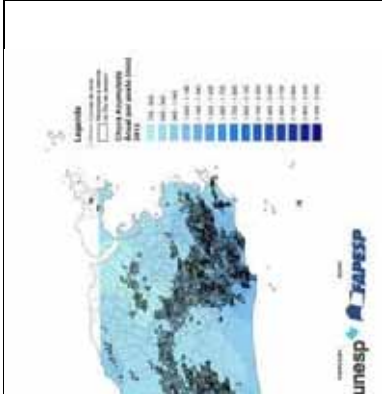
s sobre mapa hipsométrico



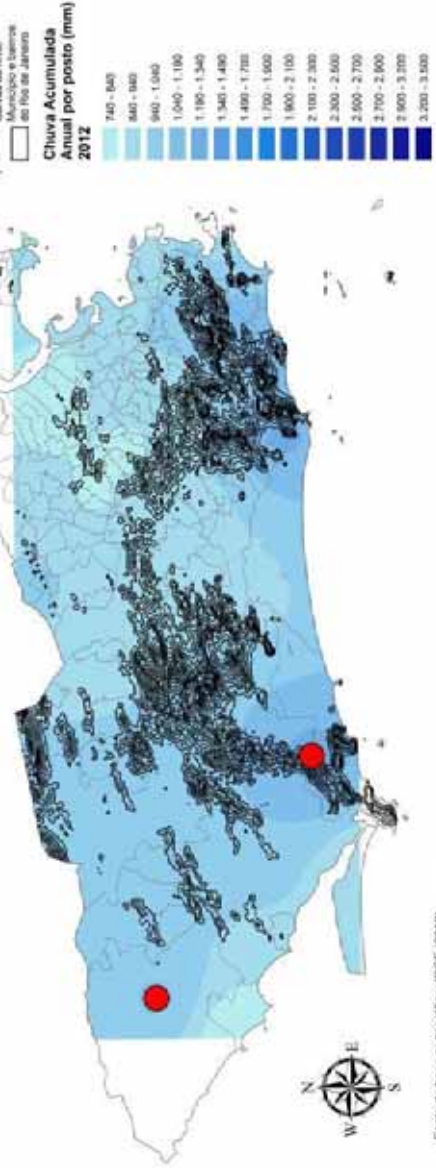
rie histórica (1999-2010)



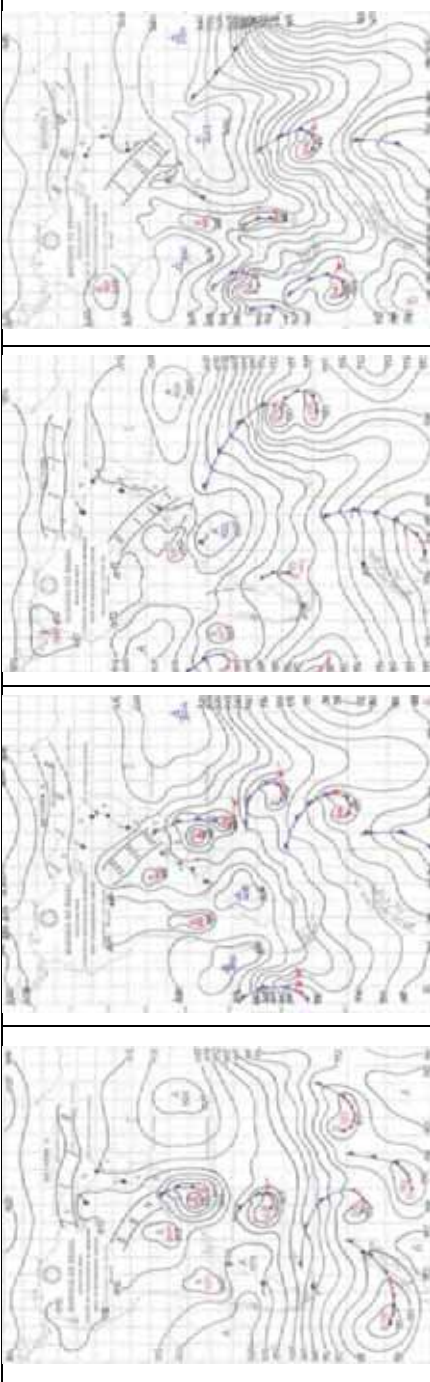
a na série histórica (1999-2010)



ada Anual - 2012



Evento de 01 a 10 de Janeiro de 2012: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 02, 03 e 07 e 08/01/2012)

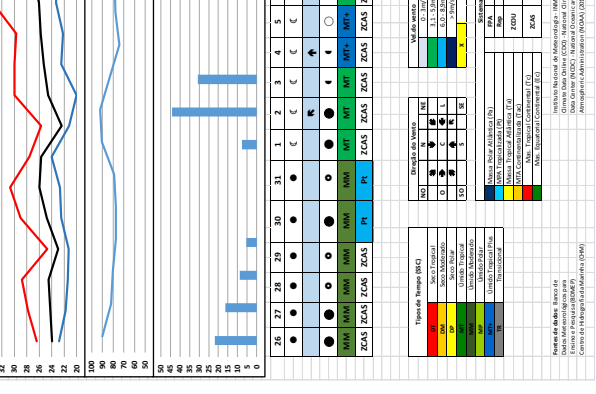
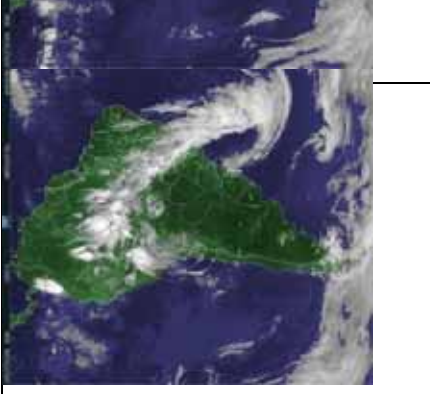
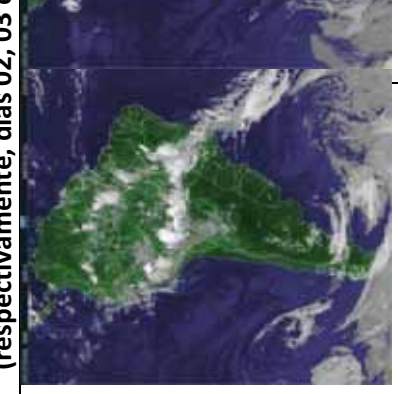


Gráfico de análise



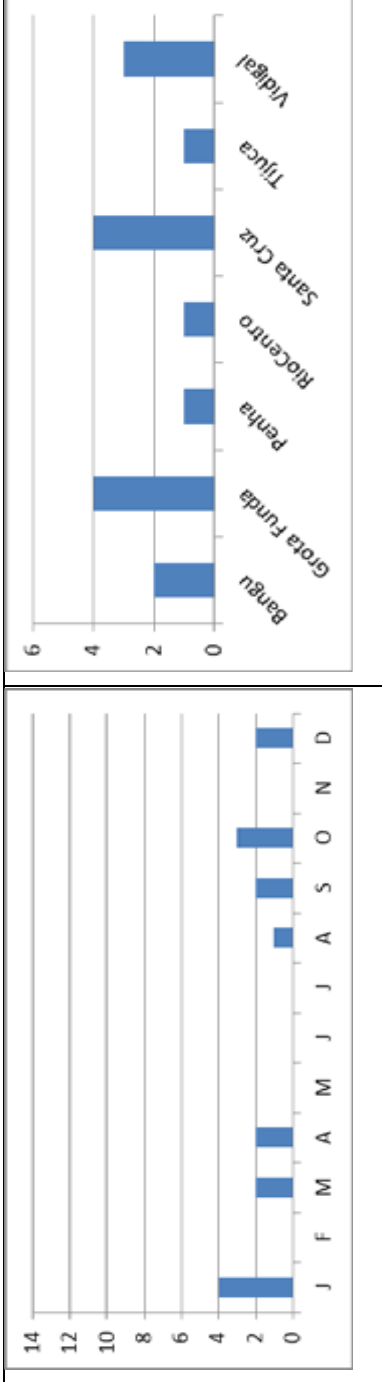
Imagens do satélite GO

(respectivamente, dias 02, 03



Número de extremos por posto - 2012

Número de eventos extremos por mês - 2012



A coexistência desses dois sistemas foi caracterizada, por um lado, pela forte nebulosidade, elevação das temperaturas mínima e máxima, e precipitação pluviométrica (IT), junto ao aumento da pressão atmosférica e o sentido dos ventos de nordeste (mTa). Ambas atuaram do dia 09 até o dia 11, quando a IT entrou em dissipação.

Dia 12, a estabilização da umidade relativa do ar no patamar dos 80%, junto a elevação das temperaturas e da pressão atmosférica, bem como os ventos de sudeste (segundo a carta sinótica), denotou a presença da mTa.

Data do evento: 04 de Março de 2012

O Boletim Climanalise (2012b) não reportou e/ou informou a existência de qualquer sistema atmosférico de escala regional ou macrorregional atuante na data do evento.

O dia 27 de fevereiro foi caracterizado por ventos de sudeste. As temperaturas estavam elevadas, e a pressão atmosférica aproximadamente 1011mb. A ausência de nebulosidade (tanto nos dados de superfície quanto nas imagens do GOES) e a umidade relativa do ar de aproximadamente 65% denotaram a presença da mTa sobre o Rio de Janeiro. Em escala regional, houve uma configuração de ZCAS, que permaneceu sobre os estados do Paraná e São Paulo.

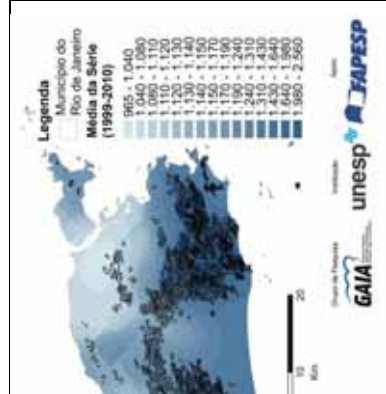
Essas características perduraram até o dia 29. Houve, então, a redução da umidade relativa para abaixo de 60%, ligeira redução da pressão atmosférica e da temperatura mínima e aumento da máxima. A nebulosidade registrada não foi significativa, indicando a presença do ar tropical atlântico continentalizado.

Essas condições só foram alteradas no dia 04, quando o aumento da nebulosidade, da umidade relativa do ar e a redução das temperaturas decorrentes da breve passagem da FPA em dissipação no oceano. Os resquícios de sua banda continental provocaram chuvas praticamente insignificantes na estação meteorológica. Porém, nos dados dos postos pluviométricos, os dados coletados e analisados a partir dos postos Grota Funda e RioCentro (prancha 20) indicaram chuvas de intensidade superior a 50mm/h.

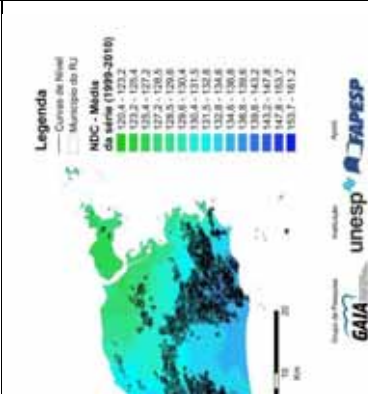
Por conta da localização de ambos os postos (a barlavento e voltados para o litoral), infere-se que o sistema de brisas ou algum sistema convectivo associado possa ter sido a causa dessa precipitação.



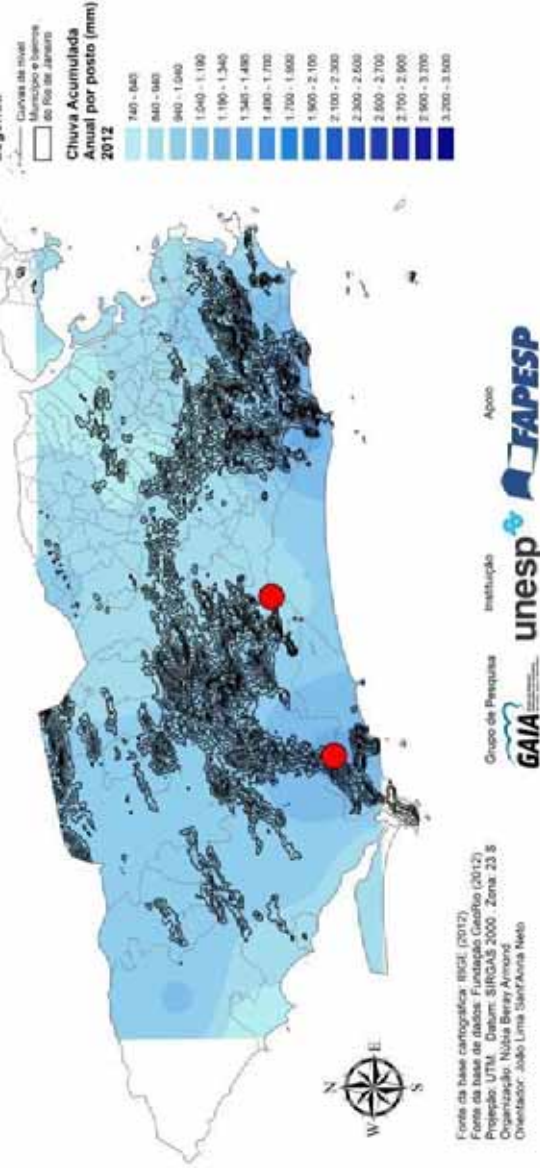
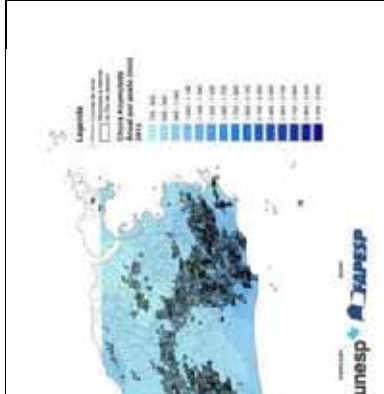
s sobre mapa hipsométrico



rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 04 de Março de 2012: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 02, 03, 04 e 05/03/2012)

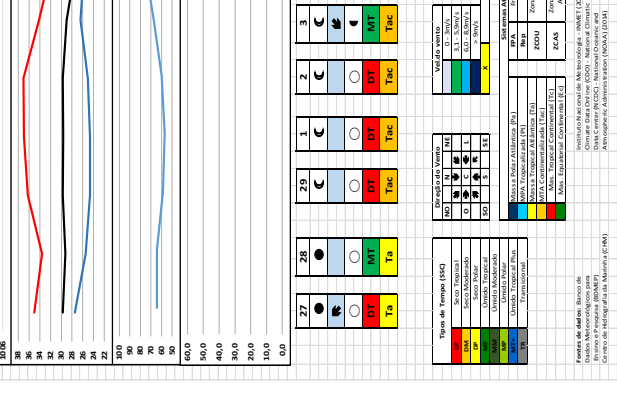
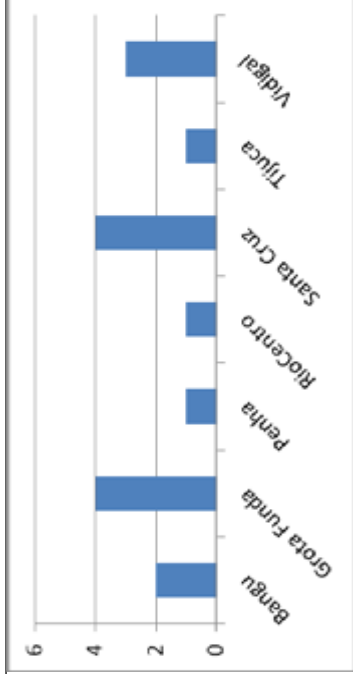
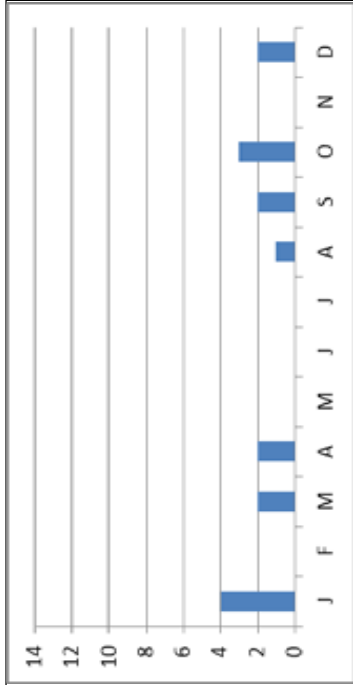
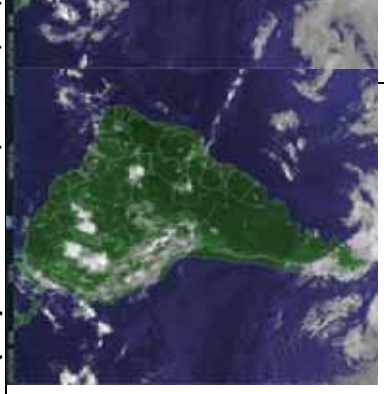


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO

(respectivamente, dias 02, 03,



Data do evento: 04 de Abril de 2012

Segundo o Boletim Climanálise (2012c), na maior parte do Sudeste choveu abaixo da média histórica. As exceções se deram no oeste do Rio, no qual os totais mensais foram acima da média por conta da maior atividade frontal ao fim do mês. Assim, nenhuma atividade frontal foi caracterizada enquanto responsável pela precipitação extrema registrada pelos postos pluviométricos, e que deu origem a escolha desse evento enquanto passível de análise na dissertação.

O dia 29 registrou alta nebulosidade associada a reduzidas temperaturas, alta pressão e umidade relativa do ar e existência de precipitação. A carta sinótica e a imagem do GOES indicaram a passagem de uma FPA, em dissipação no oceano, com outra frente na retaguarda.

O dia 30 apresentou a dissipação da primeira FPA e o avanço da segunda para o oceano. Apesar da elevação das temperaturas, a precipitação no dia indicou repercussões desses dois sistemas na área de estudo.

O dia 31 registrou o estabelecimento de uma IT sobre o Rio de Janeiro, indicada a partir da redução da pressão atmosférica sobre a cidade, caracterizada, sobretudo, a partir das imagens do GOES e da carta sinótica. A nebulosidade, registrada nos dados de superfície, corroboram com essa caracterização.

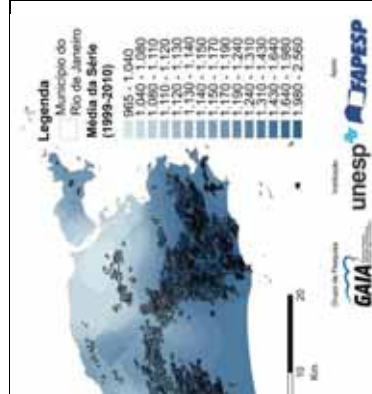
Dia 01 de abril foi marcado pela queda da pressão atmosférica e manutenção das temperaturas e da umidade relativa. Os ventos de SE indicados na carta sinótica indicam a participação da mTa sobre a cidade.

A ausência de nebulosidade, redução ligeira e gradativa da pressão atmosférica e elevação das temperaturas se seguiram do dia 01 ao dia 03 (predominância da mTa), atingindo seu pico no dia 04. Neste último, a umidade relativa do ar atingiu o menor patamar no período em análise, a temperatura máxima atingiu o maior valor, e a pressão atmosférica sofreu redução. Os dados indicaram, assim, a predominância da mTaC.

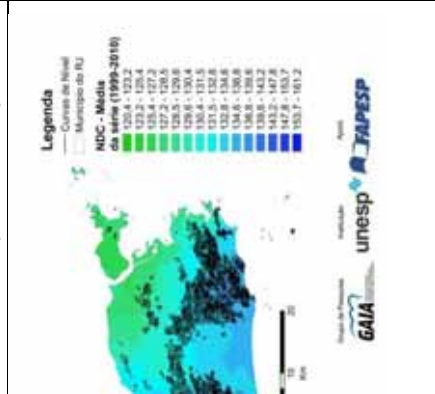
O dia seguinte (05) registrou redução significativa da pressão atmosférica. Houve ligeiro aumento da umidade relativa do ar, da temperatura máxima e diminuição da mínima. O total pluviométrico precipitado (de intensidade aproximada de 35mm/h) indica a possível participação da FPA (prancha 21).



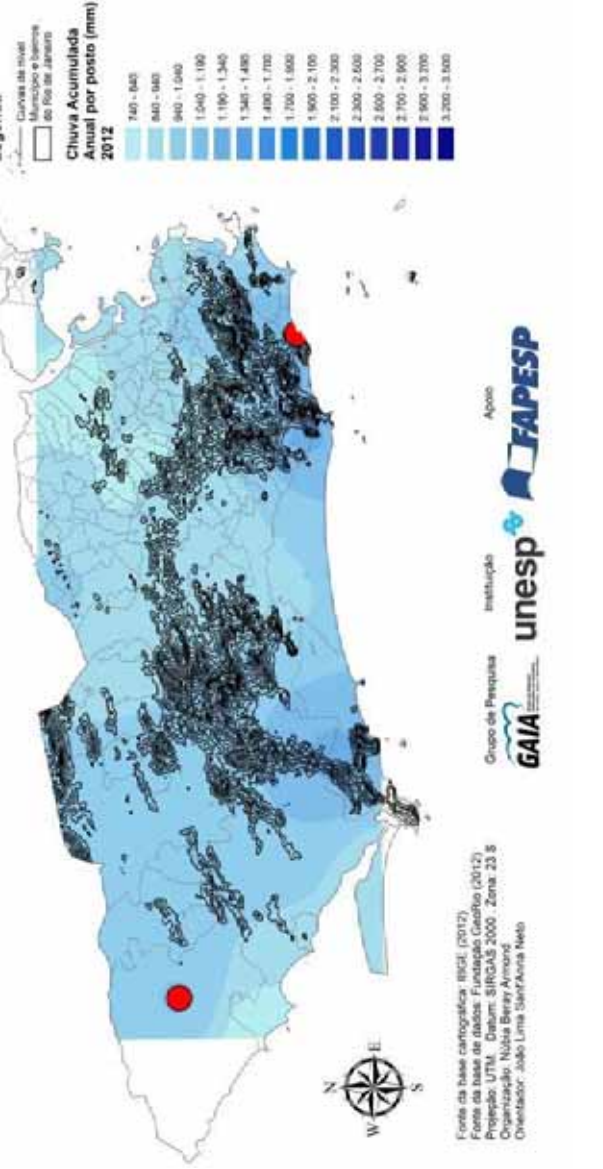
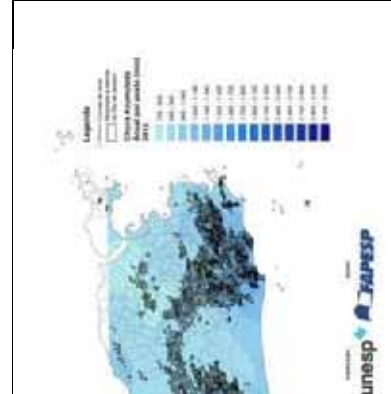
s sobre mapa hipsométrico



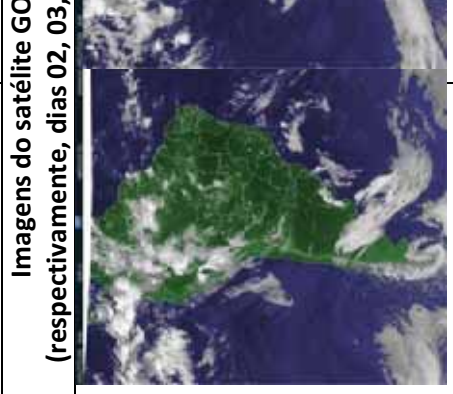
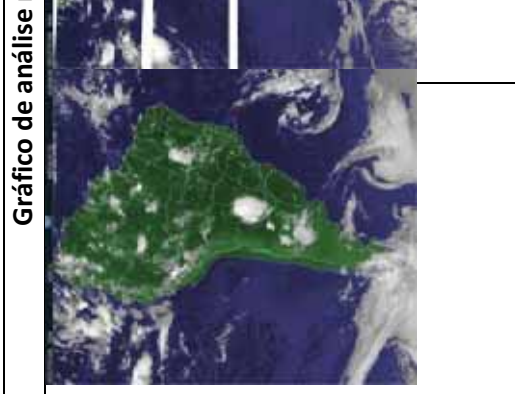
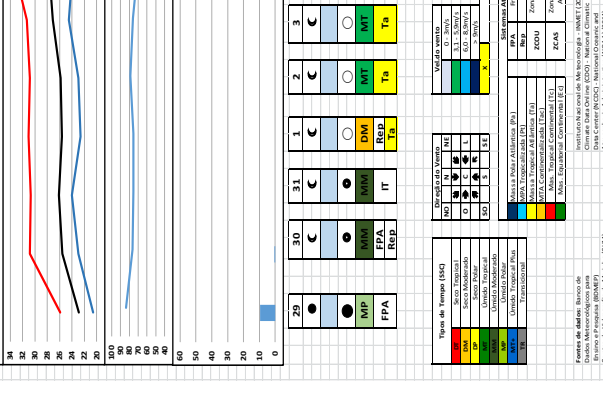
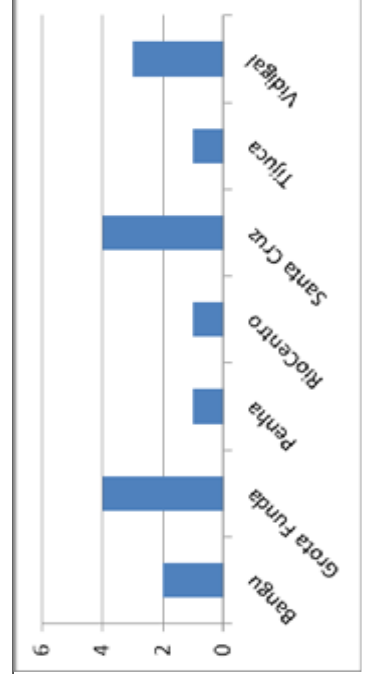
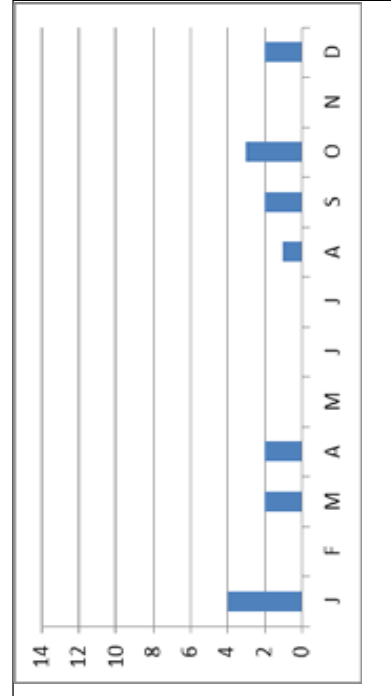
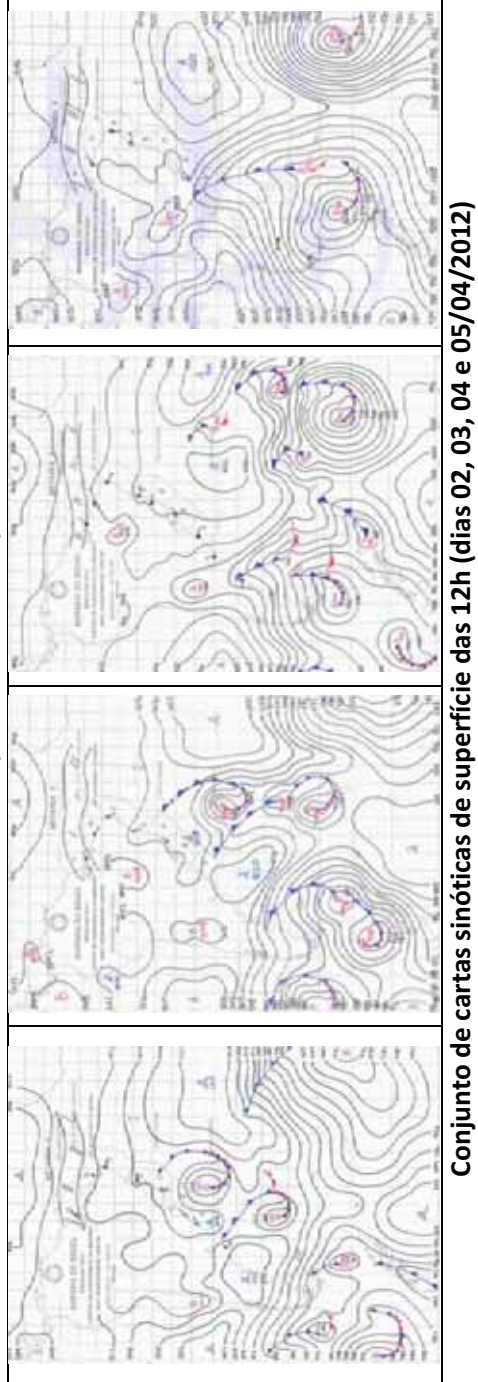
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 04 de Abril de 2012: postos com totais pluviométricos extremos



Para este dia, a carta sinótica indicou um gradiente de pressão relativamente elevado entre a alta pressão tropical e a massa polar, o que possibilitou a formação de uma FPA de grande desenvolvimento horizontal e vertical. Esse sistema se deslocou rapidamente em direção as baixas latitudes e suas características predominaram no Rio de Janeiro no dia 06.

Data do evento: 30 de Abril de 2012

Conforme o Boletim Climanálise (2012c), a intensificação da atividade frontal proporcionou elevação das médias mensais para abril.

A formação de um sistema de baixa pressão no Rio Grande do Sul deu origem ao sexto e último sistema frontal do mês, que atuou entre 28 e 29 de abril e se deslocou no eixo litorâneo até Cabo Frio – RJ.

O dia 24 foi marcado por elevadas temperaturas e pressão atmosférica. A alta nebulosidade caracterizou a presença da repercussão da FPA em dissipação no oceano.

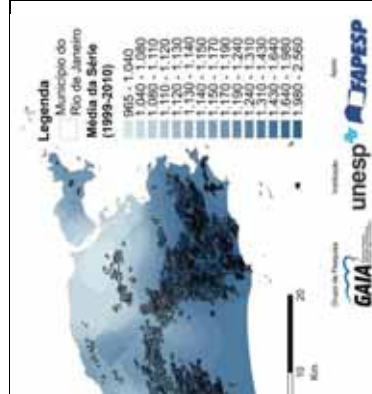
A ausência de nebulosidade, atrelada à redução da umidade relativa do ar e da pressão atmosférica e aumento das temperaturas indicou a presença da mTa nos dias 25 e 26. Este último apresentou nebulosidade significativa, produzida pela participação das repercussões da FPA que se formou no sul do país e agiu no dia 27.

Com a manutenção da elevada nebulosidade, o dia 28 apresentou redução da pressão atmosférica, da temperatura máxima e ligeira redução da mínima. Através da carta sinótica e da imagem do GOES, verificou-se o deslocamento da FPA para baixas latitudes, deixando a mTa predominar.

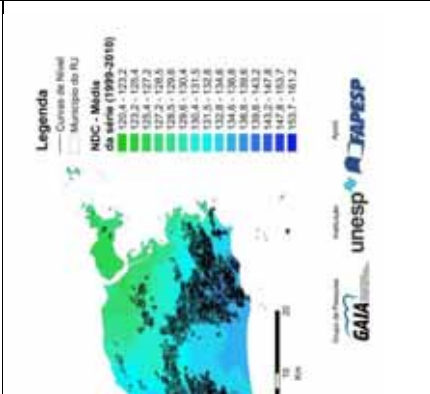
Alimentada pela nebulosidade existente no continente, uma FPA que se deslocava pelo sul do país chegou ao Rio de Janeiro dia 29 e permaneceu até o dia 01 de maio. A partir da sua chegada, as temperaturas apresentaram redução, a umidade relativa se elevou e a nebulosidade se apresentou significativa (prancha 22).



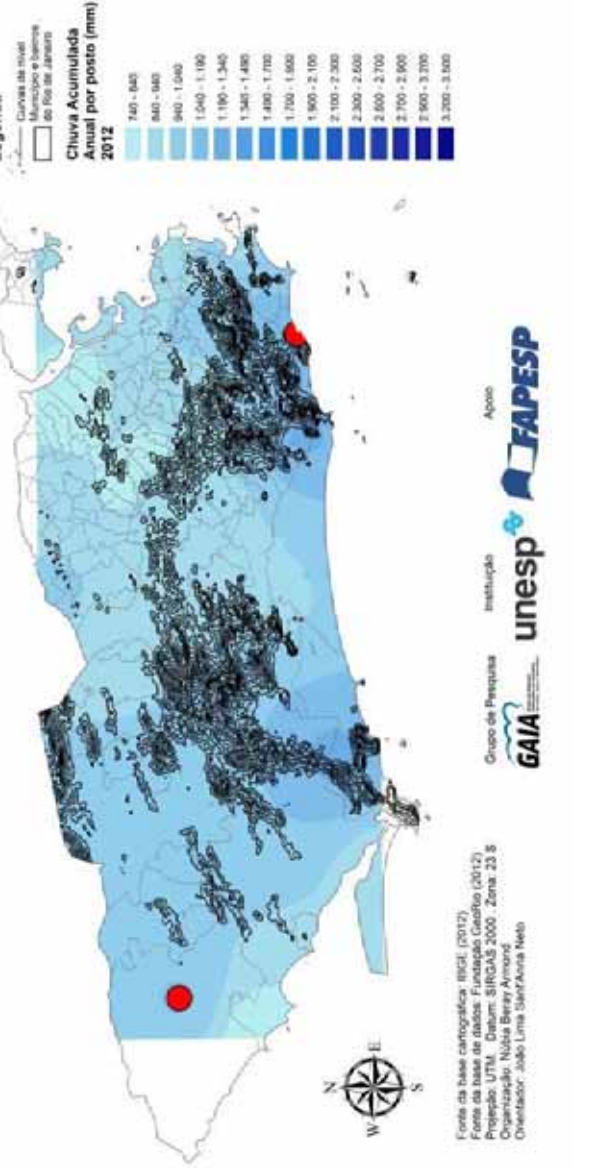
Mapa sobre mapa hipsométrico



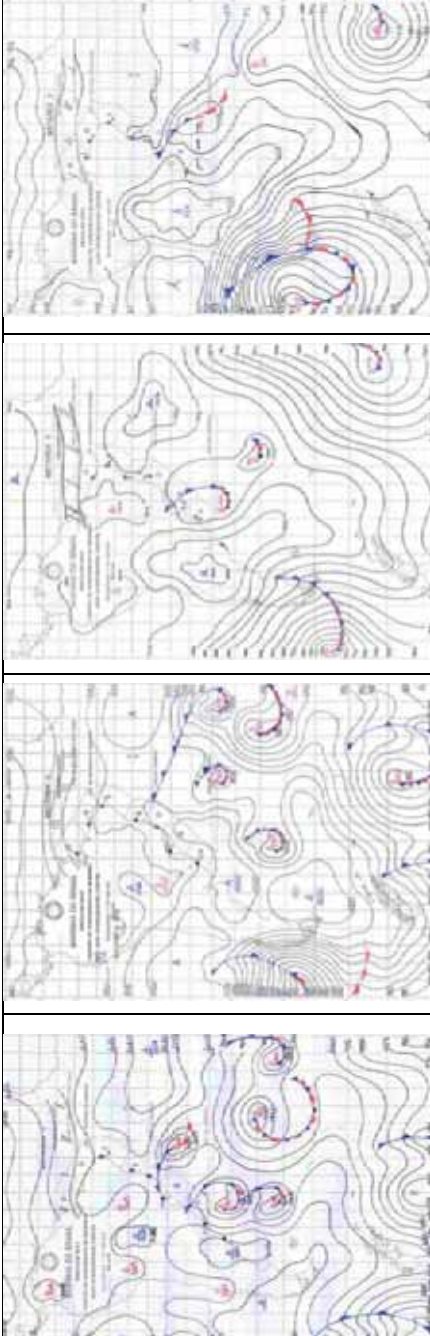
Série histórica (1999-2010)



Série histórica (1999-2010)



Evento de 30 de Abril de 2012: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 27, 28, 29 e 30/04/2012)

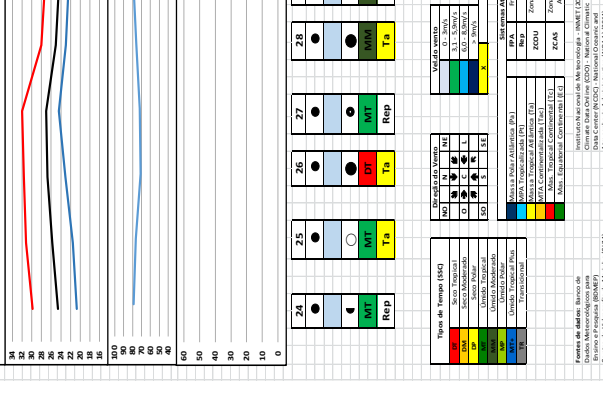
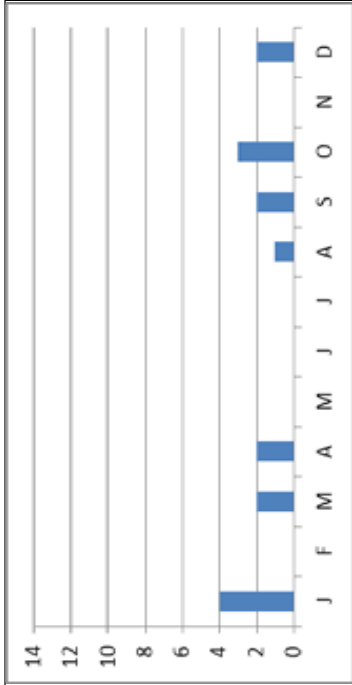
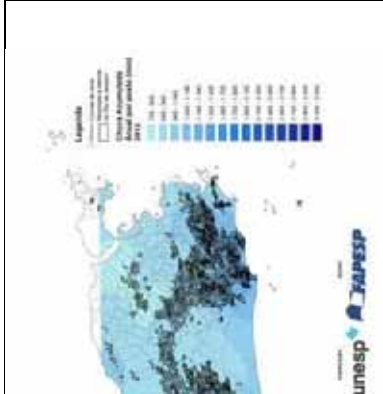
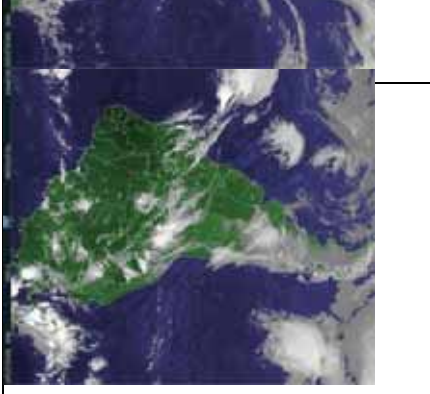
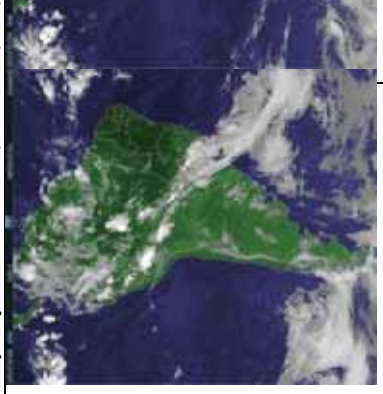


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 27, 28,



Data do evento: 05 de Agosto de 2012

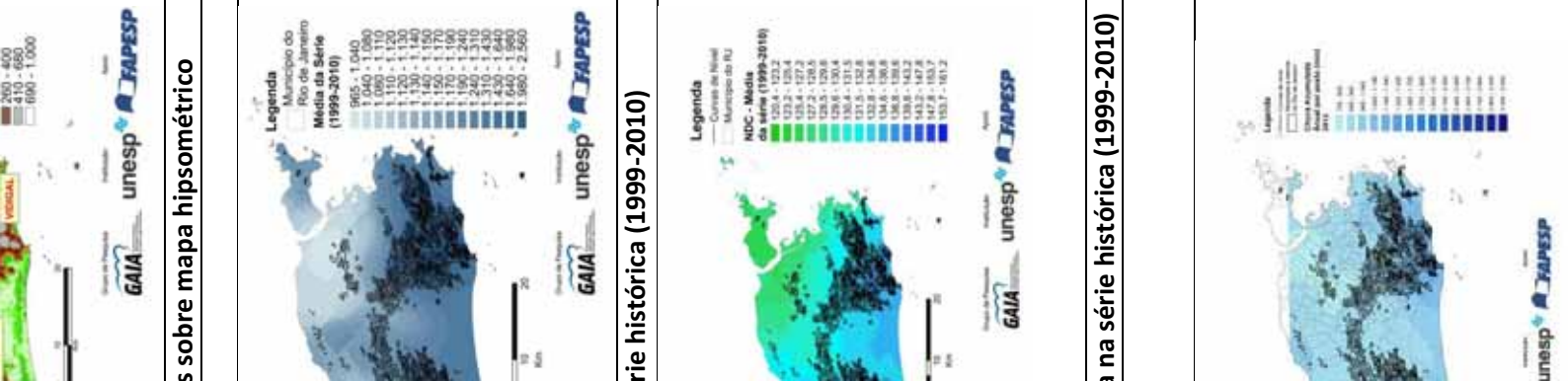
De acordo com o Boletim Climanálise (2012d), o mês de agosto foi caracterizado pelas anomalias positivas de precipitação ao longo da costa brasileira. Os maiores acumulados de chuva se deram entre o Rio de Janeiro - RJ e Vitória – ES.

As chuvas do dia 05 (aproximadamente 45mm em 6h no posto de Santa Cruz, extremo oeste do município) foram causadas pelo deslocamento do segundo sistema frontal do mês, que avançou a partir do dia 04 pela região sul. No dia 06, seu ramo frio associado deslocou-se até a costa do Rio de Janeiro, causando precipitação no litoral.

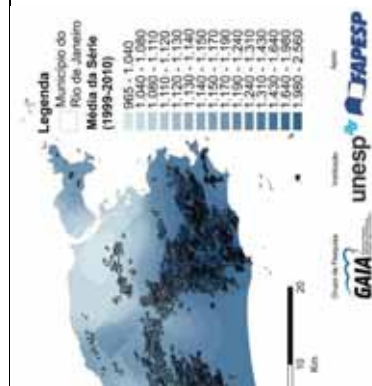
No dia 01, as reduzidas temperaturas e elevada pressão atmosférica (próxima aos 1040mb), atreladas a ausência de nebulosidade, caracterizou a presença da mPt. A elevação da temperatura máxima e a diminuição da pressão atmosférica, junto ao sentido sudeste dos ventos, indicaram a presença da mTa atuando sobre o Rio de Janeiro no dia 02.

O dia 03 registrou redução da temperatura mínima, da pressão atmosférica e da umidade relativa do ar, com aumento da temperatura máxima (a média compensada situou-se na casa dos 24,9oC) e ausência de nebulosidade caracterizou a participação da mTaC. As linhas de pressão presentes na carta sinótica, bem como a ausência de nebulosidade verificada na imagem do GOES corroboraram este resultado.

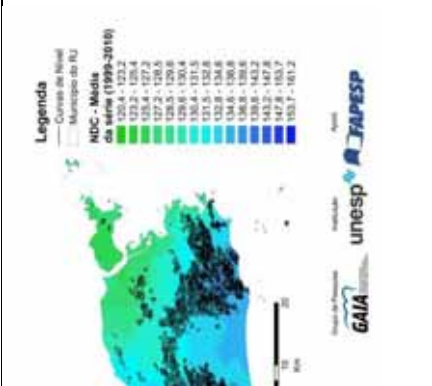
Essas características foram presentes até o dia 05, quando a FPA que seguia em desenvolvimento desde o dia 02 e avançava no Brasil desde o dia 03, chegou ao Rio de Janeiro. Ela provocou aumento da nebulosidade, redução das temperaturas e da pressão, atuando também no dia 06 (prancha 23).



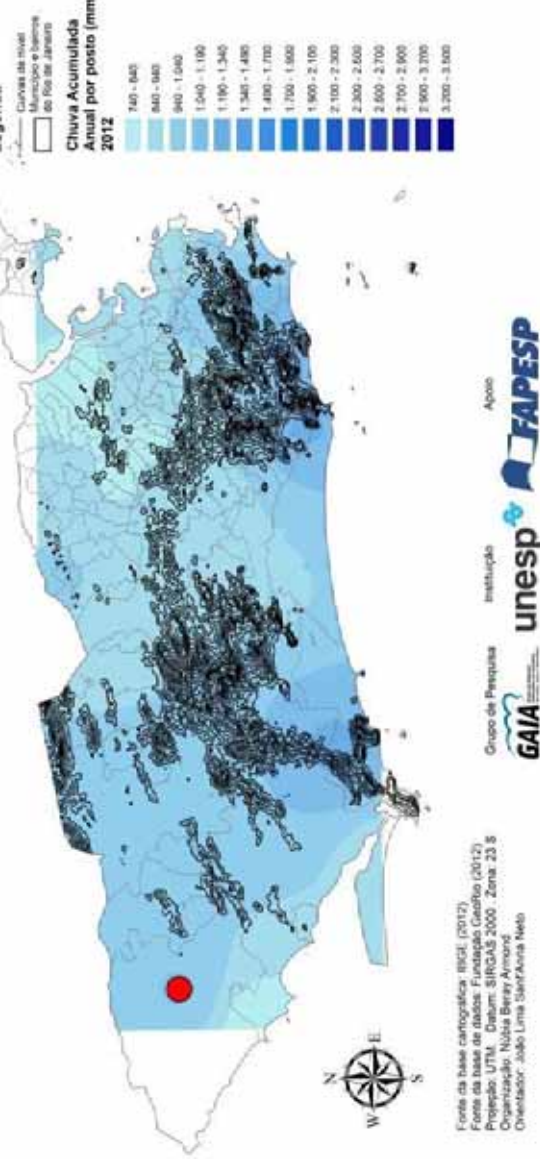
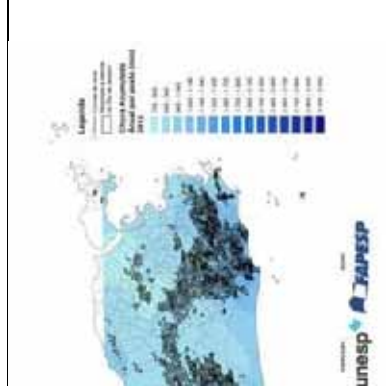
s sobre mapa hipsométrico



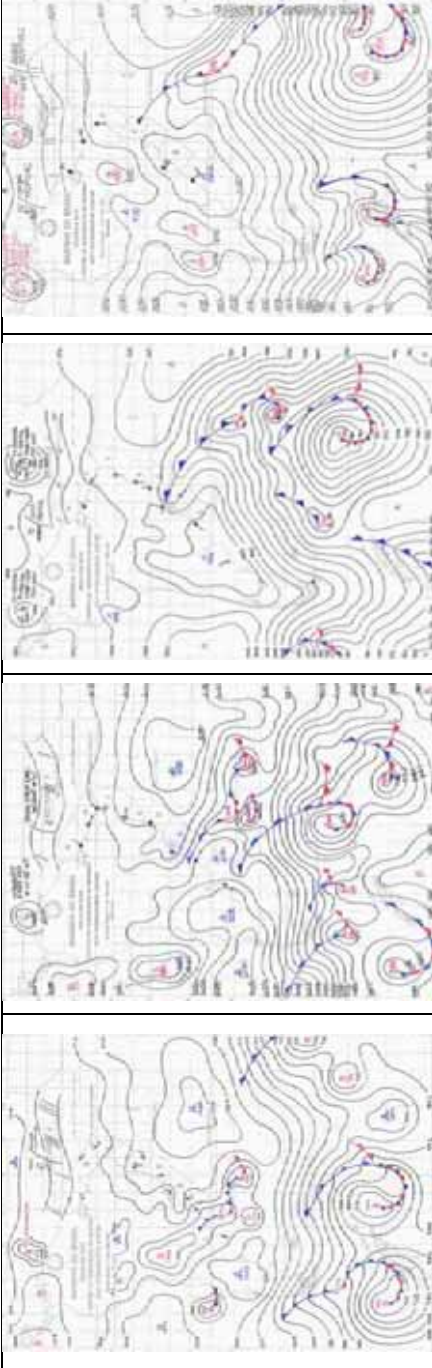
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 05 de Agosto de 2012: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 03, 04, 05 e 06/08/2012)

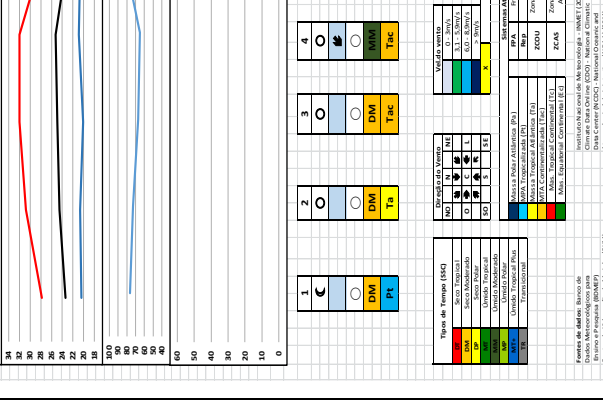
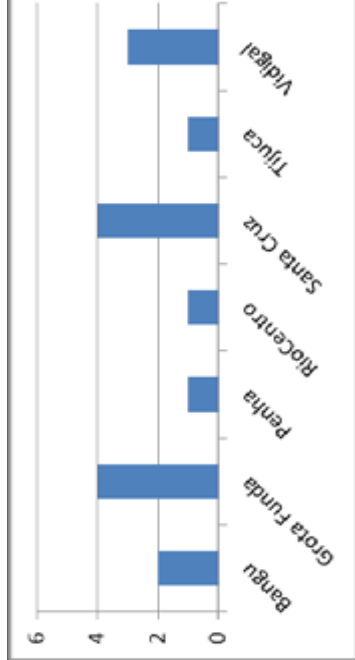
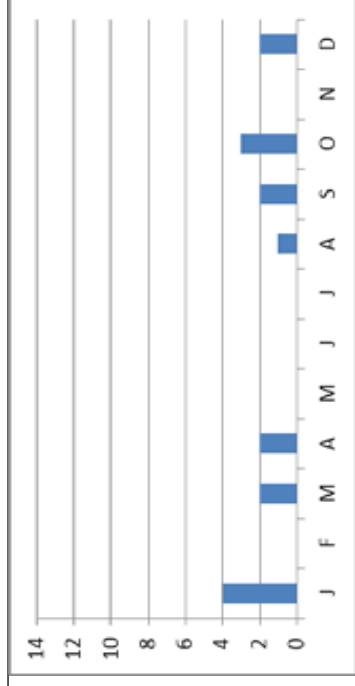
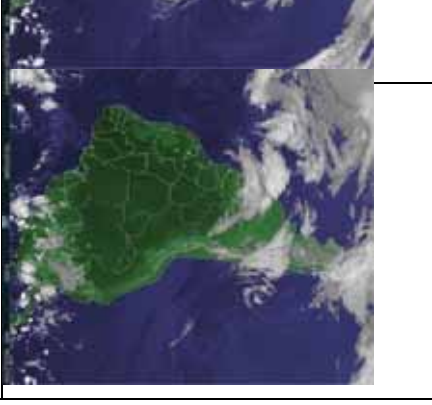


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 03, 04,



Data do evento: 26 de Setembro de 2012

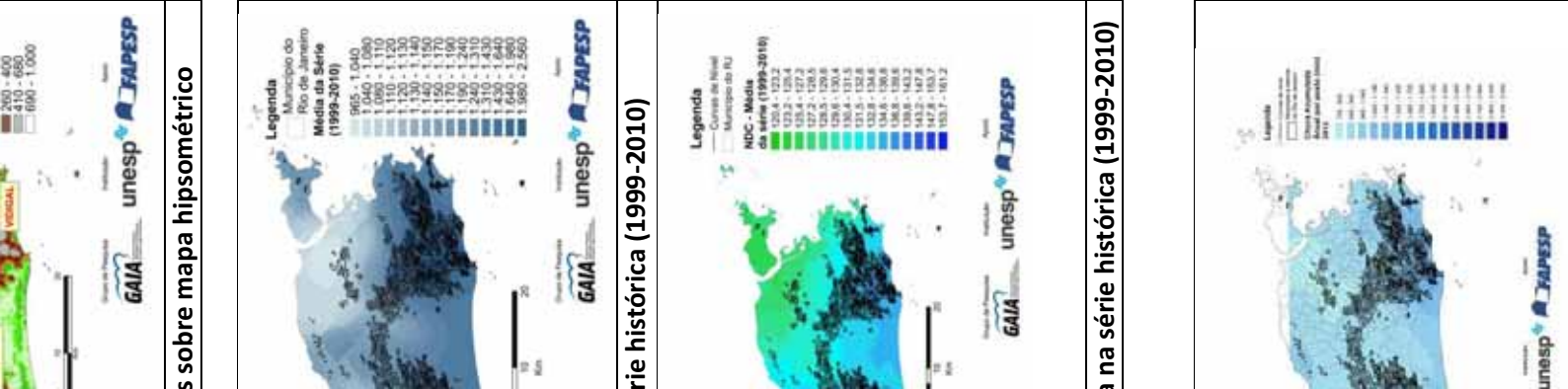
Segundo o Boletim Climanálise (2012e), até a primeira quinzena de setembro, o bloqueio na região do Pacífico Sul impedia o avanço dos sistemas frontais. Com a sua diminuição a partir do dia 20, outros dois sistemas conseguiram avançar. O sexto e último sistema, inclusive, foi o mais intenso e conseguiu avançar até Ilhéus, sul da Bahia, em 27/09. No seu período de atuação, as chuvas foram bem distribuídas no eixo NE-SE.

O dia 20 apresentou elevadas temperaturas, pressão atmosférica reduzida e umidade relativa de aproximadamente 80%. O sentido dos ventos (de N, segundo a carta sinótica) indicou a presença da mTa. É possível observar, tanto na carta sinótica quanto na imagem de satélite, a rota de chegada da FPA no Rio de Janeiro. Sua chegada foi precedida das suas repercussões no dia 21. Elas foram identificadas através da elevação da umidade relativa do ar, ainda que a pressão também tenha sofrido aumento e as temperaturas, ligeira diminuição.

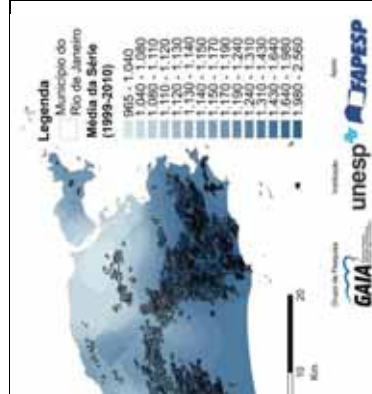
Como o horário de aquisição das imagens do satélite GOES e das cartas sinóticas foi das 12h, pôde-se verificar que a FPA passou pelo Rio de Janeiro entre esses dois dias (21 e 22). Sua influência só foi significativa, de fato, no dia 22, com a redução das temperaturas, aumento da nebulosidade e a existência de precipitação pluviométrica (aproximadamente 55mm/24h).

As repercussões da FPA no dia 23 foram indicadas por conta da existência da nebulosidade, que já não existia mais na carta sinótica, tampouco na imagem do GOES. A temperatura máxima voltou a sofrer elevação, assim como a pressão atmosférica. A temperatura mínima apresentou redução, o que indicou a presença da mPt atuando no dia 24. Fruto da retaguarda da FPA, a redução da temperatura mínima e da pressão atmosférica, bem como as linhas de pressão em 1026mb sugere a atuação deste sistema.

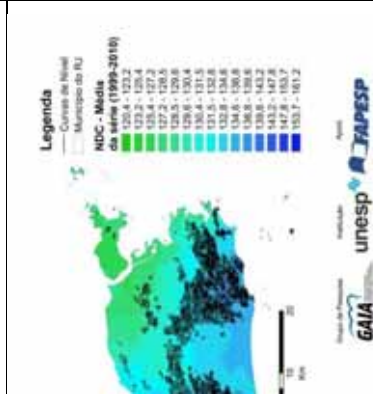
No dia 25, as linhas de pressão atmosférica na carta sinótica (e os ventos vindos de norte) indicaram a predominância da mTA sobre o Rio de Janeiro. Porém, a elevação das temperaturas e a redução da pressão, atrelada ao aumento da nebulosidade caracteriza uma situação pré-frontal, já que a FPA já estava bem caracterizada nos estados a sul (prancha 24).



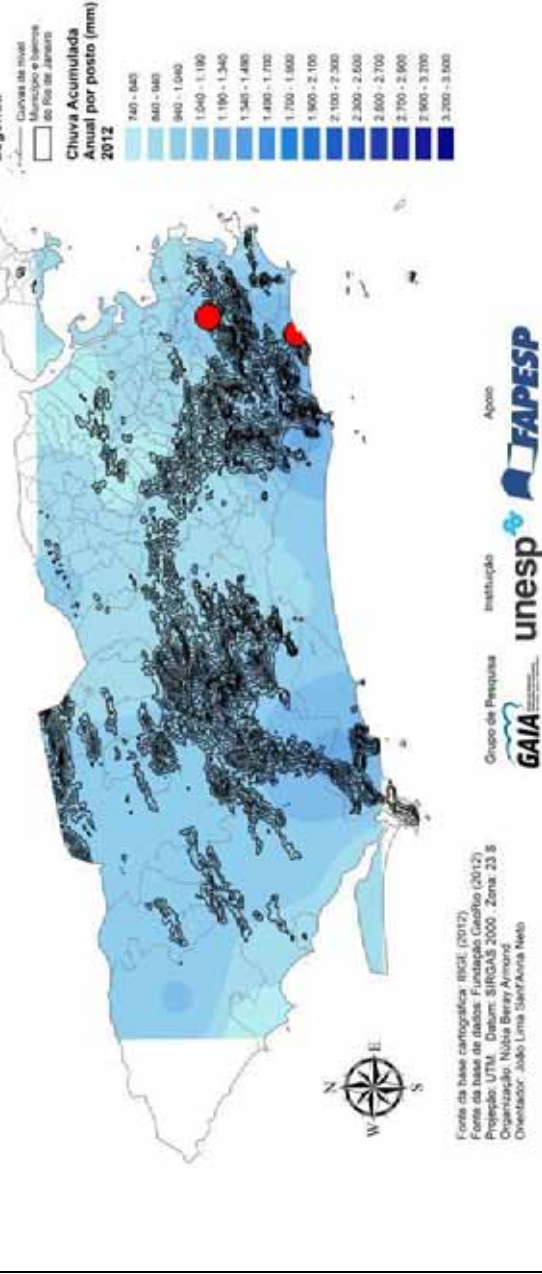
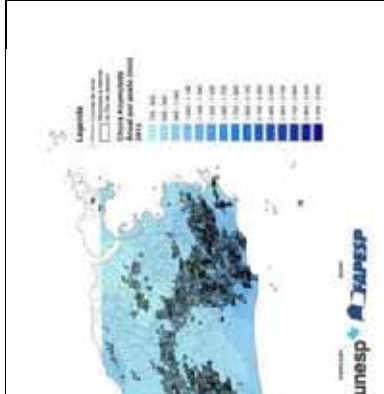
s sobre mapa hipsométrico



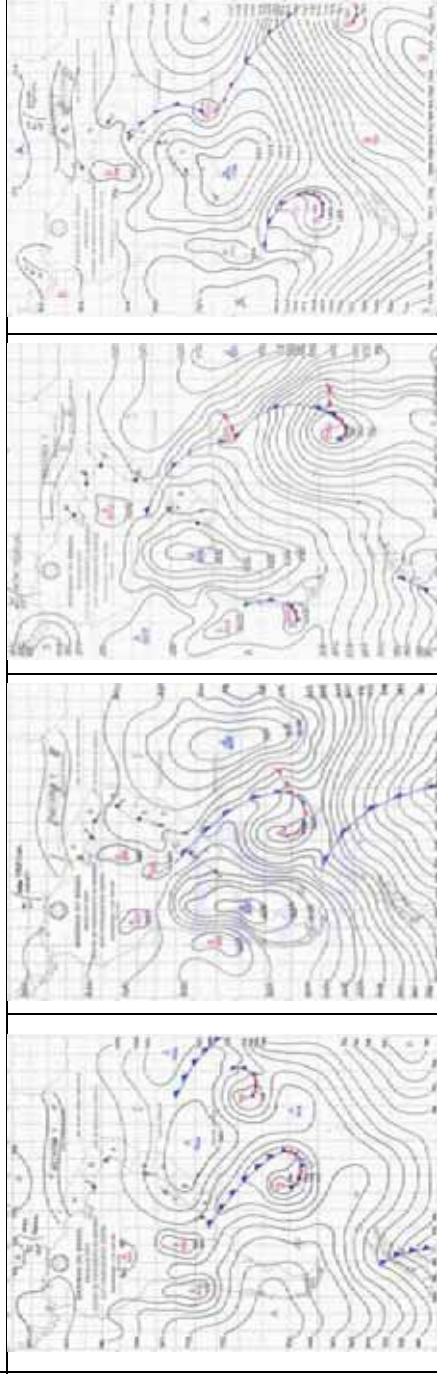
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 26 de Setembro de 2012: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 24, 25, 26 e 27/09/2012)

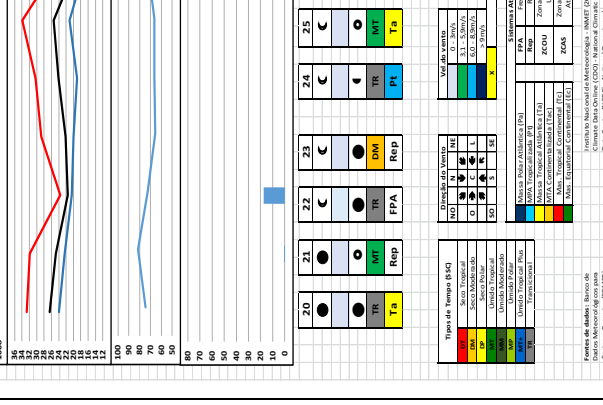
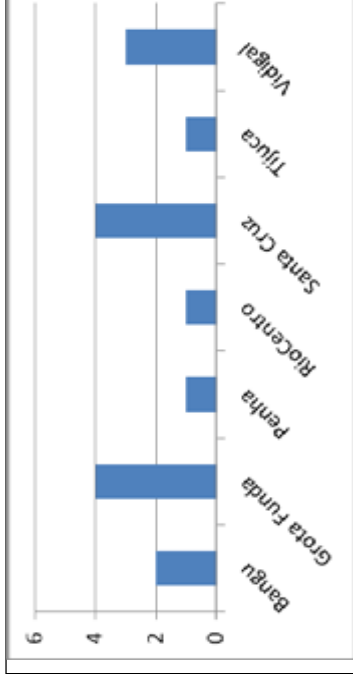
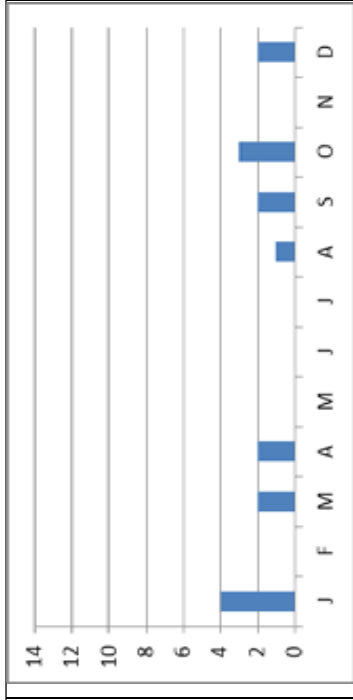
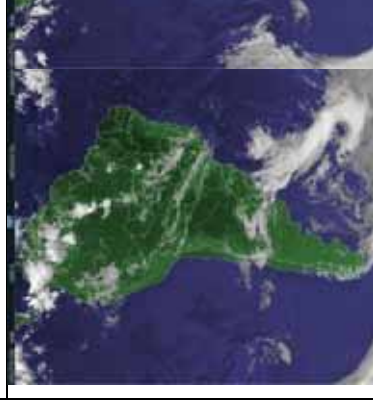


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 24, 25,



A FPA chegou no dia 26, com um extenso ramo frio de longo desenvolvimento horizontal sobre a cidade. Sua chegada provocou nebulosidade, que desencadeou a redução de todas as temperaturas. Houve precipitação de aproximadamente 70mm, e a umidade relativa do ar foi registrada com pequena elevação. Entre o centro de alta pressão/mPa vindo de sul (de aproximadamente 1028mb) e o outro centro de alta pressão/ASAS (entre 1016mb e 1018mb), a frente constituiu uma grande diferença barométrica, que possibilitou a rápida passagem da FPA sobre o Rio de Janeiro. Exemplo disso é que ela atuou de forma significativa apenas no dia 26. Os dias 27 e 28 foram marcados pela presença da mPt, de temperaturas reduzidas (sobretudo a mínima), assim como a umidade relativa, e a elevada pressão atmosférica.

Data do evento: 21 de Outubro de 2012

O Boletim Climanálise (2012f) apontou que o terceiro sistema frontal do mês originado no dia 16, evoluiu para um ciclone extratropical devido à passagem de um vórtice ciclônico na média troposfera e um cavado na alta troposfera. No dia 19, este sistema frontal se alinhou com a nebulosidade associada à zona de umidade que se organizou sobre o sudeste do Brasil.

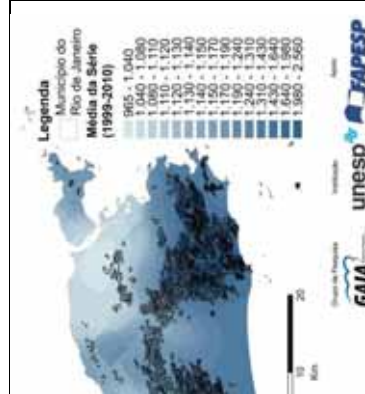
O dia 15 foi marcado por temperaturas mais amenas, umidade relativa baixa e elevada pressão. A passagem, dias antes, de uma FPA, fez com que a mPt atuasse em sua retaguarda. Cabe ressaltar que as baixas pressões formadas a partir dos sistemas frontais em atuação no oceano separam diferentes ares de pressão atmosférica de amplitude extremamente elevada.

As temperaturas continuaram em ligeira elevação no dia 16, assim como a pressão atmosférica apresentava redução, até que, no dia 17, ocorreu a predominância da mTa.

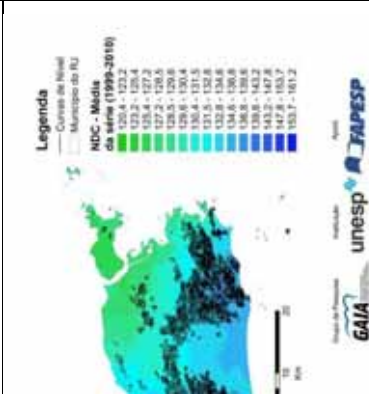
No dia 18, a elevação significativa das temperaturas (sobretudo a máxima), da pressão atmosférica e, principalmente, a origem dos ventos (noroeste) indicaram a presença da mTc sobre o Rio de Janeiro (prancha 25).



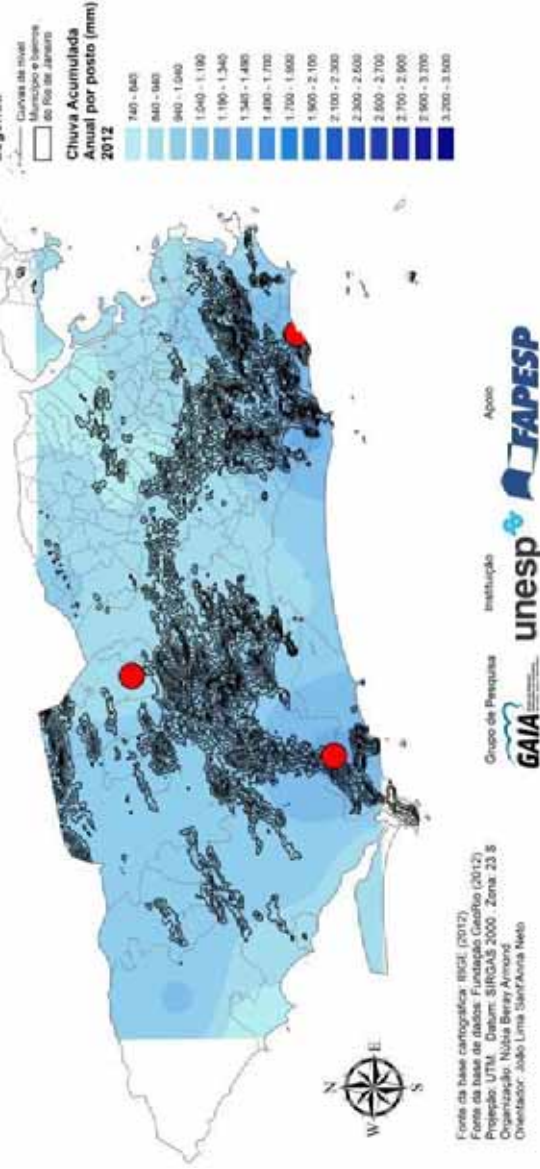
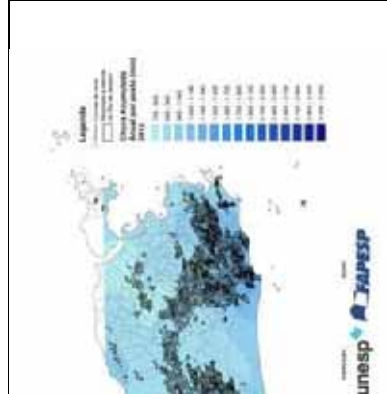
s sobre mapa hipsométrico



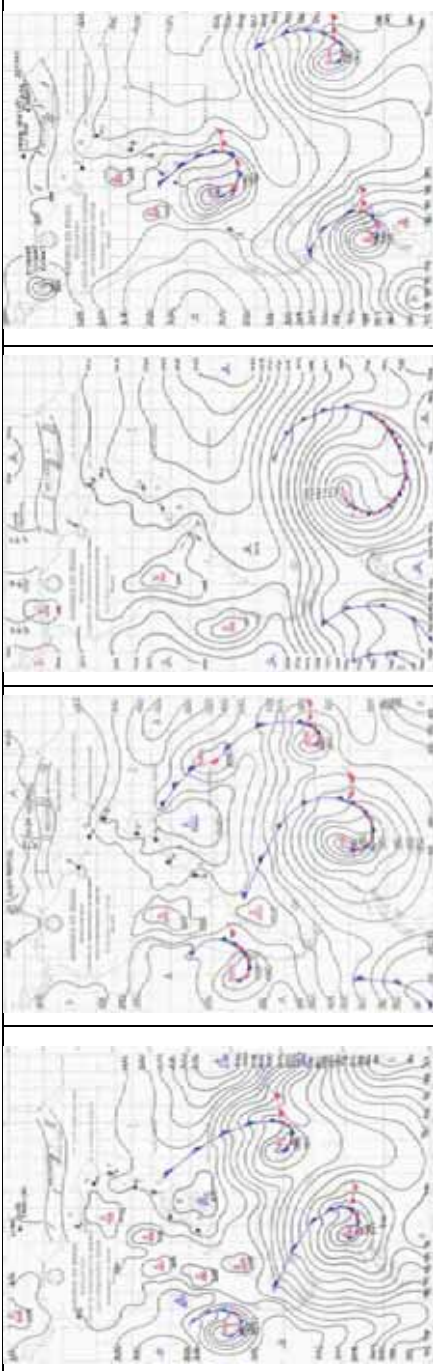
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



Evento de 21 de Outubro de 2012: postos com totais pluviométricos extremos



Conjunto de cartas sinóticas de superfície das 12h (dias 19, 20, 21 e 22/10/2012)

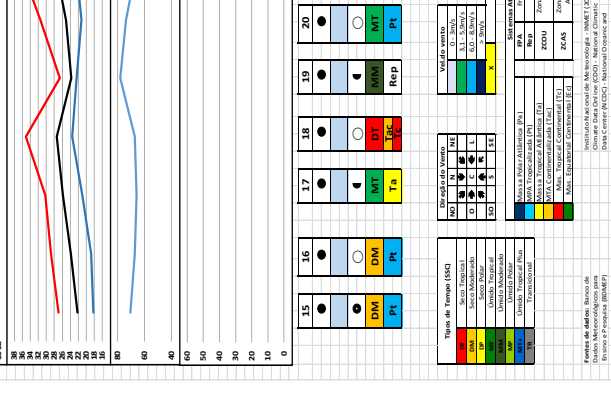
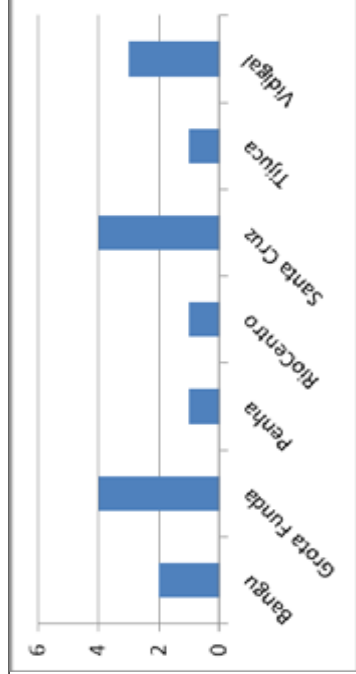
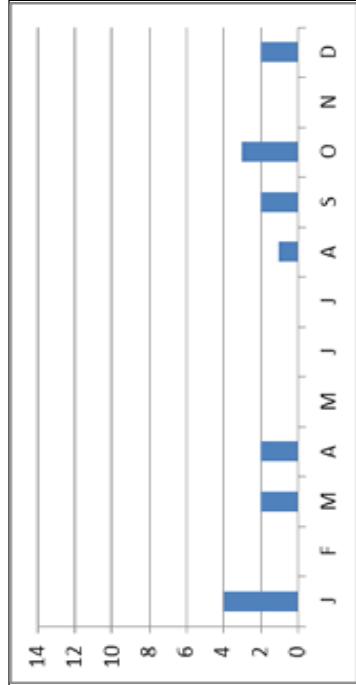
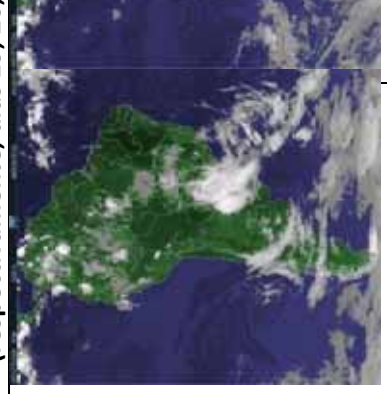


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 19, 20,



Porém, logo no dia 19 ocorreu o aumento da nebulosidade e da umidade relativa, junto à diminuição das temperaturas (principalmente a máxima) e da pressão atmosférica. As cartas sinóticas e imagens do GOES indicaram que foram as repercussões da passagem da FPA as responsáveis pelas alterações nos elementos do clima mensurados neste dia.

Sua rápida passagem e parada ao norte do estado do Rio de Janeiro caracterizou a presença da mPt sobre o município no dia 20. Ele trouxe a elevação das temperaturas máxima e média compensada e redução da mínima, assim como a redução da umidade relativa do ar e da pressão atmosférica. A nebulosidade manteve-se pouco significativa.

O dia 21 foi marcado pelos ventos de leste, aumento das temperaturas e redução na pressão atmosférica. A carta sinótica demonstrou a presença da mTa como o predominante na área neste dia.

A nebulosidade, já presente no dia 21, continuou no dia 22, que apresentou a elevação da umidade relativa, da temperatura mínima, redução da temperatura máxima e da pressão atmosférica. A carta sinótica exhibe a presença da FPA, com uma precipitação aproximada de 25mm registrados na estação.

Síntese

Os eventos extremos descritos e analisados constituíram-se naqueles que apresentaram totais pluviométricos superiores a 20mm em 24h, e que apresentaram valores horários significativos. Nenhum destes eventos apresentou correspondência com consequências relacionadas a transtornos e impactos no espaço urbano do município do Rio de Janeiro.

A análise quantitativa dos tipos de tempo e dos sistemas geradores dos eventos extremos resultou na ocorrência, nos cinco anos analisados, de 21 eventos gerados pela Frente Polar Atlântica; 4 pela Zona de Convergência do Atlântico Sul; 2 pela Frente Estacionária e 1 pela Frente Quente, Zona de Convergência de Umidade e Instabilidade Tropical (gráfico 21).

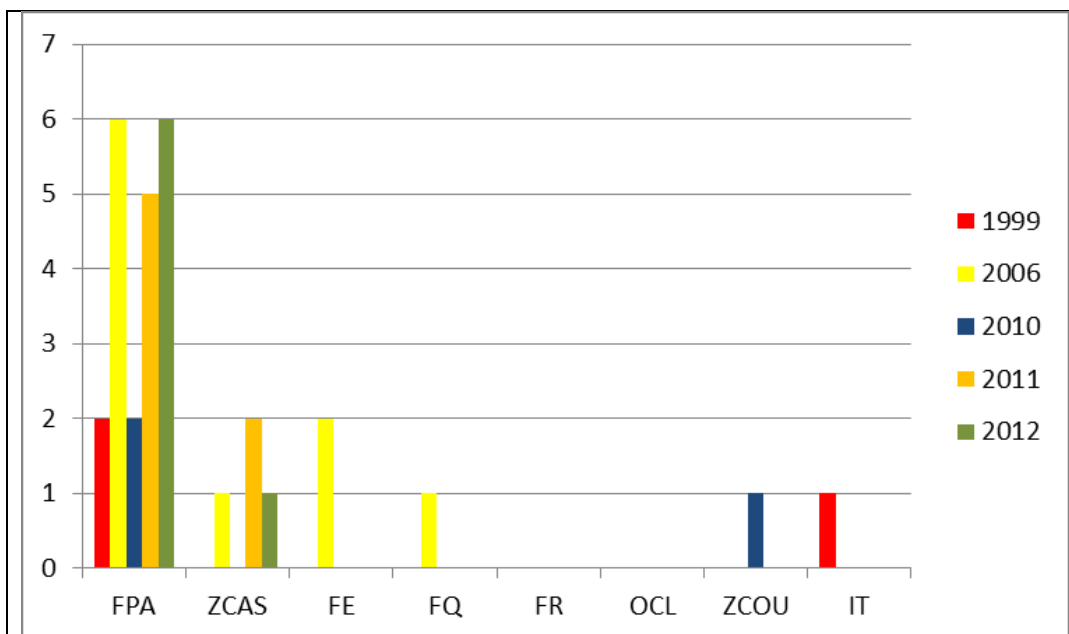


Gráfico 21: Tipo e frequência dos sistemas geradores de eventos extremos de chuva (FPA – Frente Polar Atlântica; ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul; FE – Frente Estacionária; FQ – Frente Quente; FR – Frente Reflexa; OCL – Frente Oclusa; ZCOU – Zona de Convergência de Umidade; IT – Instabilidade Tropical).

Fonte: Fundação GeoRio (2014); CPTEC/INPE (2014).

Organização: Núbia Beray Armond, 2014.

No que se refere à distribuição mensal desses sistemas, assim como na frequência geral, a FPA é a mais comum, com 22 ocorrências. Sua maior ocorrência se deu no mês de março (4 eventos na série histórica), seguido de janeiro e abril (3 eventos). O segundo mais frequente foi a ZCAS, com duas ocorrências em janeiro e uma em fevereiro. Nos meses de toda a série, janeiro, março e dezembro apresentaram maior frequência de extremos (4 cada mês), seguidos de abril e setembro (3) e fevereiro, agosto, outubro e novembro (2 eventos por mês).

O ano de 2006, caracterizado como ano padrão habitual, foi o que apresentou distribuição mensal mais homogênea dos eventos, segundo os tipos de tempo. Neste ano, apenas os meses de abril, junho e julho não apresentaram eventos. Foi identificada a ocorrência de um evento por mês, nos demais meses de 2006. O ano de maior concentração de eventos foi 2011, com três eventos em dezembro e um em fevereiro, março, setembro e novembro (gráfico 22).

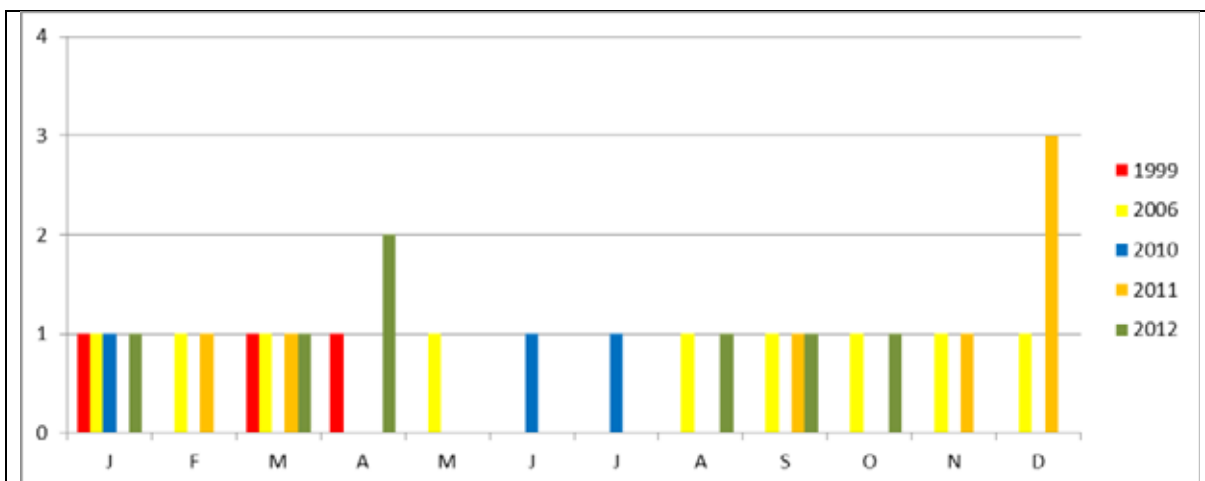


Gráfico 22: Distribuição de eventos por mês, nos anos analisados (1999, 2006, 2010, 2011 e 2012)

Fonte: Fundação GeoRio (2014); CPTEC/INPE (2014).

Organização: Núbia Beray Armond, 2014.

Verifica-se, assim, a maior frequência de eventos extremos nos meses da estação chuvosa (outubro a março), embora setembro tenha apresentado um número de ocorrências significativas nos anos analisados. Ainda que não tenha se configurado muitas ocorrências anuais neste mês, abril de 2012 registrou dois eventos no mesmo mês. Os meses de menor frequência são maio, junho e julho, que coincide com o trimestre menos chuvoso na cidade.

De forma geral, a situação latitudinal e costeira do Rio de Janeiro, atrelada a orografia, são importantes elementos que possibilitam a ocorrência de eventos de chuva extrema durante o ano inteiro. Porém, nem sempre as chuvas extremas podem se configurar enquanto elementos deflagradores de episódios extremos (ou seja, aqueles que geram repercussões no espaço urbano).

3.3. Dos episódios e de sua gênese

A maior parte das chuvas extremas que ocorreram nos anos em análise foi desencadeada por sistemas atmosféricos regionais. A FPA e sistemas associados (FE, FQ e mesmo a ZCAS), foram responsáveis por mais da metade das chuvas. A seguir, verifica-se a gênese das chuvas que desencadearam transtornos e impactos no município do Rio de Janeiro.

Conforme indicado nos procedimentos metodológicos, a informação quantitativa referente às chuvas intensas, nessa parte do trabalho, é relacionada com informações de caráter qualitativo. Notícias veiculadas na mídia impressa e digital, junto a um mapa de pontos de alagamento são colocadas lado a lado, com vistas a análise daquilo que se denominou de episódios.

3.3.1. No ano-padrão SECO de 1999

Data do episódio: 12 de Março de 1999

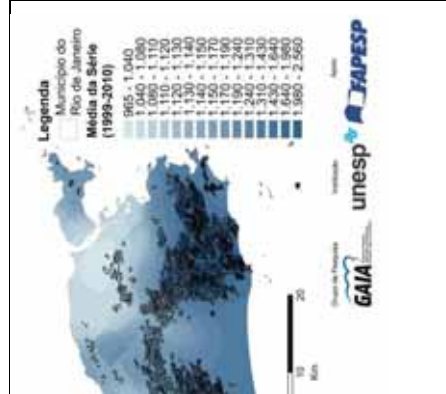
Segundo o Boletim Climanálise (1999b), o segundo sistema frontal do mês de Março deslocou-se pelo litoral da região Sul e Sudeste, seguindo até a Bahia. Durante sua trajetória, chuvas fortes foram registradas no Rio de Janeiro.

No dia 6 os ventos de oeste associados à baixa pressão (aproximadamente 1009mb), ainda que com nebulosidade elevada, caracterizaram um domínio da mTa na cidade. Nesse mesmo dia, uma célula de baixa pressão estava presente no oceano, mas nas proximidades do litoral do Rio de Janeiro. Essa condição perdurou até dia 09, no qual a elevação da temperatura média compensada, o vento de NO e a isóbara de 1012mb sobre a cidade indicou a presença da mTaC. Uma linha de instabilidade se formou na foz do Rio da Prata no dia 07, se associando a uma FPA em dissipação no oceano.

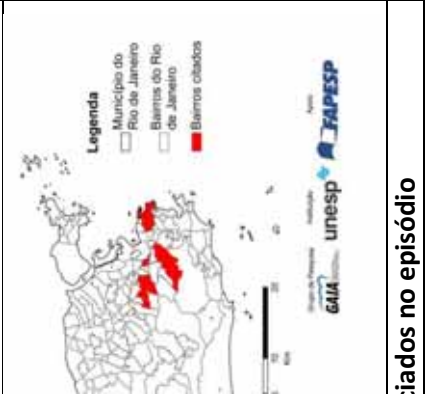
Outro sistema emergiu no dia 09, se atrelou às células de baixa pressão continentais, causou a elevação da temperatura (situação pré-frontal) no dia 11 e a sua queda no dia 12. Neste dia também foram registrados elevados dados de chuva acumulada (próximo aos 50mm), sob atuação da FPA até dia 14, quando os totais de chuva diminuíram junto com a temperatura e aumento da pressão. (prancha 26).



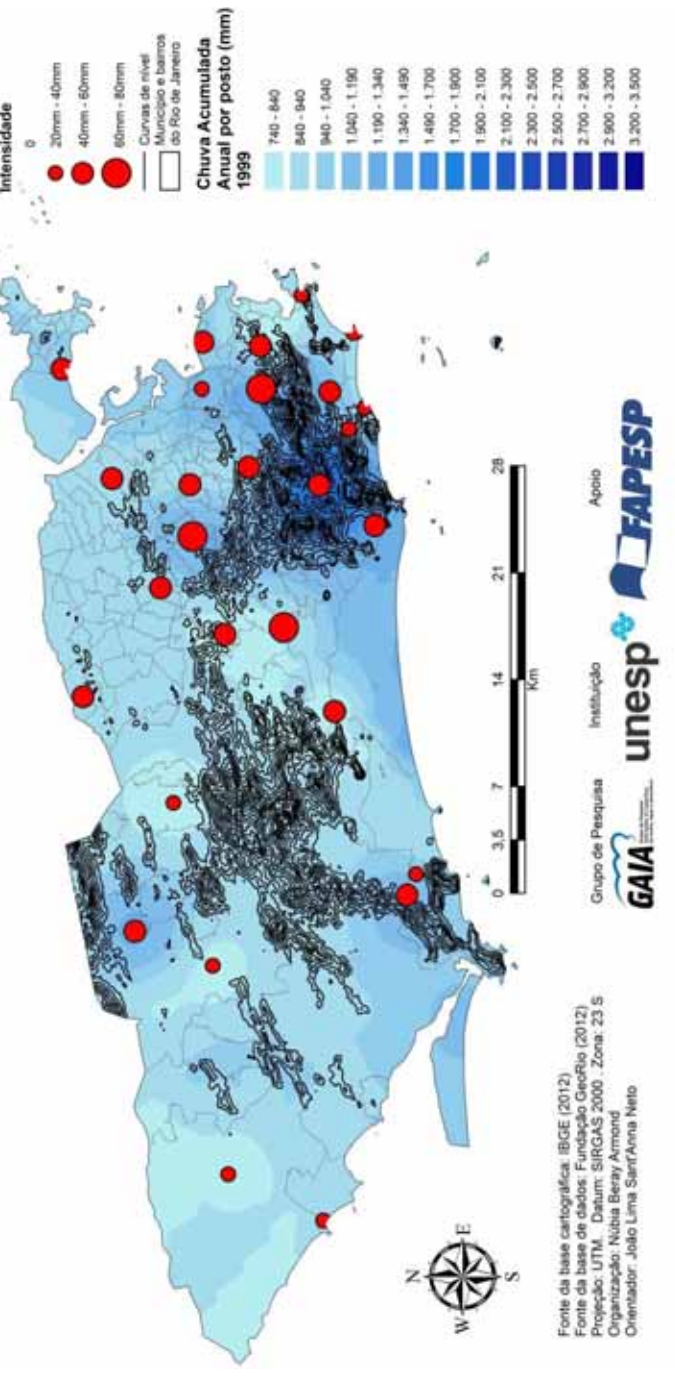
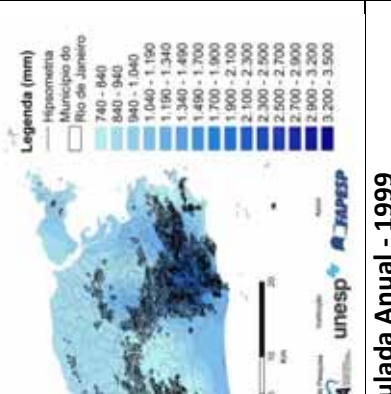
s sobre mapa hipsométrico



rie histórica (1999-2010)



diados no episódio



Episódio de 12 de Março de 1999: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

Episódio de 12 de Março de 1999: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

Fonte da base cartográfica: IBGE (2012)
 Fonte da base de dados: Fundação Geoflora (2012)
 Projeção: UTM. Datum: SIRGAS 2000. Zona: 23 S
 Organização: Nubia Beray Armond
 Orientador: João Lima Sant'Anna Neto

Isa alagamentos, tumultua trânsito e deixa bombeiros em alerta

FERNANDO MAIA

O forte temporal de ontem deixou completamente alagada a Rua Haddock Lobo, na Tijuca

d'água. Em Jardim Santa Mar-
 ta, dentro das casas a água che-
 gou a 1,5m.

— Meus filhos estão nus,
 Perdi tudo — disse o desem-
 pado Paulo Machado da
 Cunha, de 35 anos, que mora
 no bairro, na Rua Armando
 Ramalho.

Na Zona Sul, milhares pisca-
 ficaram alagadas. Na Tijuca,
 várias ruas ficaram alagadas. O
 trânsito ficou congestionado
 por toda a cidade. Temendo
 que a chuva no Rio causasse
 transtornos, muitos caíram em
 São Paulo há duas semanas,
 cerca de 200 bombeiros entra-
 ram em alerta para ocupar dez
 pontos críticos de enchentes.
 Os boques infláveis chegaram a
 ser postos nos varões, mas os
 quatro volando para o quar-
 tabaixo tel.

Prefeito pode ficar mais pobre

Os vencimentos men-
 sus do prefeito de Nova
 Friburgo, Paulo Azevedo
 (PMDB), podem cair de
 R\$ 22.500 para R\$ 4 mil.
 Considerado o mirajá
 dos executivos municipais
 fluminenses, ele terá o sa-
 lário reduzido se a emen-
 da constitucional apre-
 sentada ontem pelo presi-

Gráfico de análise

SEM IMAGENS DE SATÉLITE DISPONÍVEL

Em consulta aos arquivos do jornal O Extra, no dia 13/03 foi publicada uma reportagem sobre os impactos das chuvas. No município do Rio de Janeiro, os bairros do Méier, Engenho Novo, Sampaio, Riachuelo, Mangueira, Centro e Tijuca foram listados como afetados por alagamentos.

3.3.2. No ano-padrão HABITUAL de 2006

Data do episódio: 27 a 31 de Janeiro de 2006

De acordo com o Boletim Climanálise (2006b), o quarto sistema frontal do mês se originou de uma ciclogênese no dia 20, que atingiu São Paulo no dia 21 e pela região Sudeste permaneceu até dia 23. No dia 25, um quinto sistema frontal se configurou e deslocou-se para o litoral de São Paulo no dia 26. Nos dias 27 e 28, esse sistema atingiu o Rio de Janeiro, no qual forte temporal foi registrado. Esse sistema auxiliou a configuração do segundo episódio de ZCAS do mês.

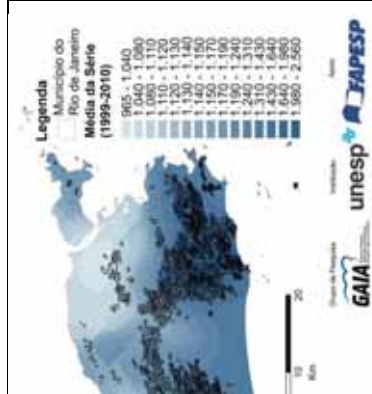
Ao analisar os dados da estação meteorológica do aeroporto do Galeão, no dia 21 foram registrados ventos de NE, sem precipitação. A umidade relativa ficou abaixo dos 60%, com a mínima em 25°C, a máxima nos 37°C. Na carta sinótica, verificou-se que o céu estava nublado, ainda que o anticiclone garantisse a estabilidade do tempo. Um sistema frontal foi verificado no oceano, com uma banda próxima ao continente, mas que não provocou chuva no Rio de Janeiro.

No dia 23, ocorreu elevação da umidade para 60%, com ligeira queda da máxima e manutenção da pressão. Os ventos advieram de NE, predominantemente. A carta sinótica e as imagens de satélite demonstraram condições de estabilidade, com céu claro e perpetuação do domínio da mTa, que perdurou até dia 24.

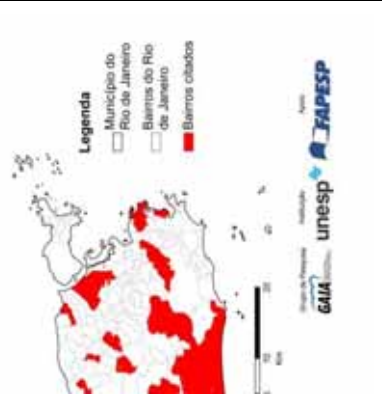
O dia 25, ainda que tenha apresentado a elevação da temperatura máxima e permanência das condições de pressão atmosférica, registrou precipitação de aproximadamente 5mm. Uma FPA se encontrou em avanço e dissipação no oceano. A umidade relativa do ar subiu para 80% no dia 26, o que denota a predominância da mTa, porém, com repercussão da FPA em avanço no oceano (prancha 27).



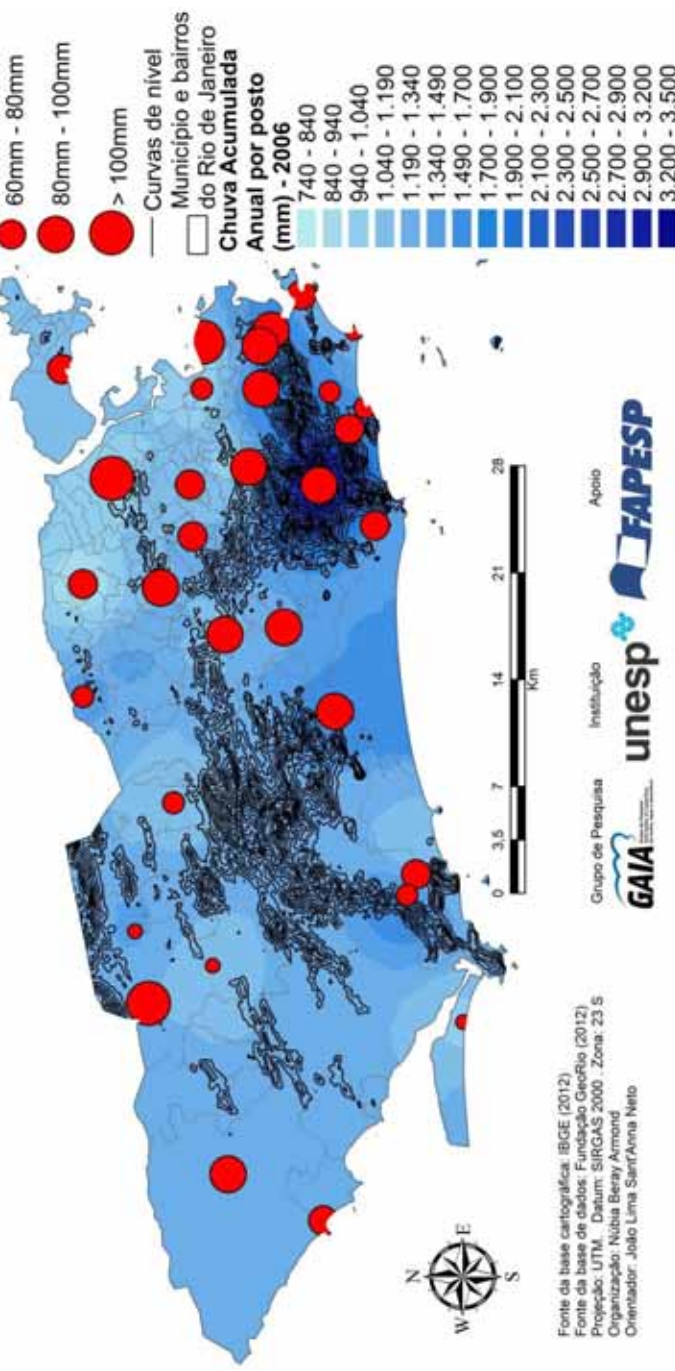
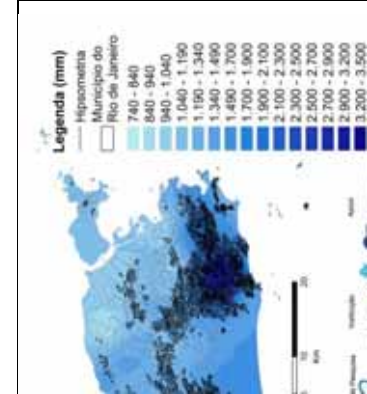
s sobre mapa hipsométrico



rie histórica (1999-2010)



izados no episódio



Episódio de 27 de Janeiro de 2006: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Dois jovens estão desaparecidos depois das chuvas
 Um estudante sumiu porque surfava nas ondas formadas no rio que cruza a Cidade de Deus



CHOVE E ELAS TÊM EMPREGO: EMPURRADOR DE CARRO

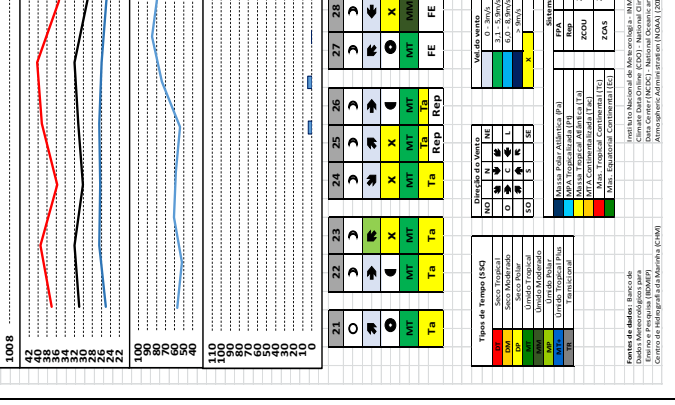
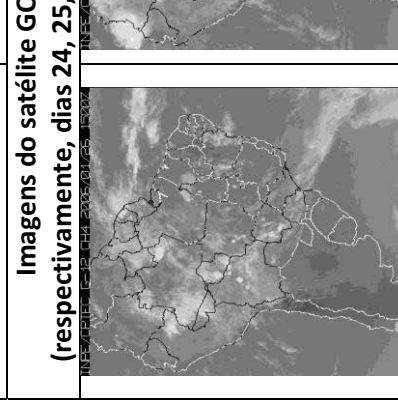
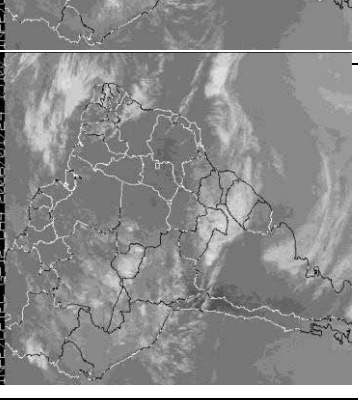


Gráfico de análise



Imagens do satélite GO (respectivamente, dias 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 de Janeiro de 2011)

As imagens do satélite GOES permitiram visualizar condições de estabilidade em todo o continente, com a formação de um sistema frontal ao sul do país. Assim, foi verificada a predominância da mTa sobre o Rio de Janeiro nesse dia.

Já no dia 22, houve redução na umidade relativa (50%), com aumento das máximas (40°C) e pressão nos 1012mb. O céu se encontrava parcialmente encoberto e não houve registro de precipitação. As cartas sinóticas demonstraram uma linha de instabilidade em formação sobre Santa Catarina. Já no Rio de Janeiro, a célula de baixa pressão que se encontrava nas suas proximidades (ligada a IT que, por sua vez, estava ligada à FPA em desenvolvimento) não afetou a precipitação. As condições continuaram a demonstrar a atuação da mTa.

A FPA começou a atuar no Rio de Janeiro no dia 27, ligada à IT presente sobre o litoral do Sudeste. Essa conexão produziu uma linha de baixa pressão (FPA), que provocou chuvas de elevada intensidade na cidade. Por conta da forma da coleta dos dados da estação meteorológica (dados de chuva mensurados às 9h da manhã de cada dia), esse acumulado de chuva apareceu no gráfico de análise rítmica apenas no dia 28, com totais acima dos 100mm em 24h. Este dia permaneceu com as características da FPA, e apresentou um sistema estacionário com banda de nebulosidade bem caracterizada no sentido NW-SE. A umidade relativa do ar permaneceu elevada (aproximadamente 80%), e as temperaturas apresentaram queda, principalmente a máxima (aproximadamente 35°C), o que significou a existência de nebulosidade no local.

A nebulosidade, atrelada à continuidade da elevada umidade relativa do ar, queda das temperaturas e os ventos advindos de Norte no dia 29 denotam a continuidade da atuação da FE, que permaneceu até o dia 01 de fevereiro. Neste dia foram registradas chuvas acima dos 20mm nas 24h, caracterizando outro episódio de chuva.

O episódio do dia 31 também foi resultado desse sistema estacionário, com chuvas acima de 20mm nos postos pluviométricos em análise e queda das temperaturas máxima e média compensada (que vinha se dando desde o episódio do dia 29). A mínima sofreu ligeira queda, já a máxima apresentou queda significativa, o que denota a existência de nebulosidade. A umidade relativa do ar se manteve na casa dos 80%, e a pressão nos 1012mb.

Os postos que apresentaram totais de chuva mais elevados se concentraram nas proximidades dos maciços, especialmente do Maciço da Tijuca. A maior parte dos postos localizados nas áreas, a barlavento, apresentaram intensidade entre 80 e 100mm de chuva. Porém, postos a sotavento apresentaram intensidade superior a 100mm, com destaque para o posto pluviométrico da Penha.

Os episódios dos dias 27, 29 e 31 foram desencadeados por FEs, que se configuraram de forma mais significativa, a partir do dia 28, em uma ZCAS.

Dentre os bairros e/ou locais que foram noticiados como afetados por alagamentos, encontram-se a Penha, Bonsucesso, Centro, Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Campo Grande, Cosmo, Flamengo, Tijuca, Praça da Bandeira, Parada de Lucas, Sepetiba, Madureira, Realengo, Olaria, Ramos, Ricardo de Albuquerque, Honório Gurgel, Vila Valqueire, Leopoldina.

Data do episódio: 17 de Abril de 2006

No Boletim Climanálise (2006d) observou-se que uma passagem frontal no dia 18 causou enchentes e ventos fortes no Rio de Janeiro. Nos outros Estados do Sudeste as chuvas ficaram acima da média histórica por conta da formação de intensas áreas de instabilidade. Isso se deu por conta da interação entre a convergência de umidade da Amazônia e de um alinhamento das frentes frias. O episódio em questão seria decorrente da terceira frente que ingressou no país no dia 15 e avançou até o sul da região Norte.

O dia 11 foi marcado pelas altas temperaturas, baixa pressão atmosférica e baixa umidade do ar (aproximadamente 65%). A localização da estação na isóbara de 1008mb na carta sinótica e o vento de NW indicaram a atuação da mTaC na cidade. Várias células de baixa pressão foram identificadas no continente, e a frente que se localizava nas proximidades do Rio de Janeiro se deslocou em direção ao oceano. Essas condições permaneceram até dia 13, quando no dia 14 o avanço de uma nova mTa fez com que a umidade do ar elevasse ligeiramente. A pouca consistência do ar polar vindo de sul fez com que as frentes advindas nesse período – as FPA e reflexas - se deslocassem para o mar (prancha 28).

No dia 15, a umidade do ar se elevou para acima de 70%, a direção do vento foi oriunda do quadrante NO e a pressão subiu. A vinda da FPA acabou por repercutir antes da chegada, que, no dia 17 finalmente provocou a queda das temperaturas, aumento da umidade relativa do ar e precipitação superior a 100mm nos postos pluviométricos e a 70mm na estação meteorológica (registrados no dia 18).

As temperaturas continuaram a cair até o dia 19, junto com a umidade relativa do ar. A pressão sofreu elevação e a nebulosidade permaneceu relativamente elevada (prancha 27), com a banda fria da FPA atuando no continente.

Esse episódio foi marcado por chuvas de alta intensidade nos postos ao redor dos maciços costeiros, principalmente a sotavento. Dentre os bairros noticiados estão o Centro, Tijuca, Praça da Bandeira, Maracanã, Alto da Boa Vista, Jacarepaguá, Laranjeiras e Lagoa.

3.3.3. No ano-padrão CHUVOSO de 2010

Data do episódio: 25 de Fevereiro a 17 de Março de 2010

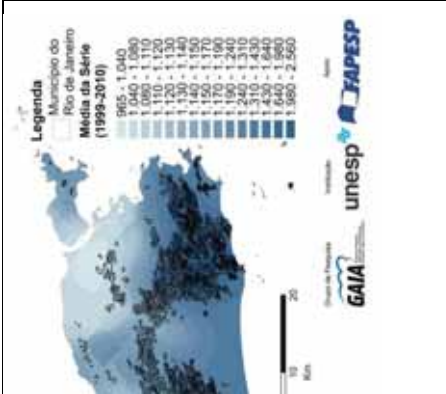
Segundo o Boletim Climanálise (2010b), o episódio do dia 25 de fevereiro foi oriundo de um sistema frontal que se formou no litoral da Argentina no dia 23, que se deslocou pelo litoral e interior do Sul-Sudeste, posicionando-se no litoral norte do RJ no decorrer do dia 26. O deslocamento desse sistema favoreceu a ocorrência de uma zona de convergência de umidade, que trouxe em sua retaguarda a massa de ar frio, causando declínio da temperatura na região.

Já para março, o Boletim Climanálise (2010c) apontou a existência de episódios de ZCAS do dia 13 ao dia 16, que contribuíram para totais elevados de chuva no Rio de Janeiro no dia 17.

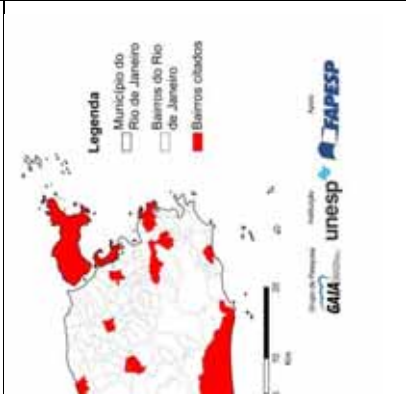
O dia 19 de fevereiro apresentou características da FPA em dissipação. Chuvas de aproximadamente 5mm, com umidade relativa do ar elevada e amplitude térmica reduzida confirmaram a participação desse sistema no Rio de Janeiro.



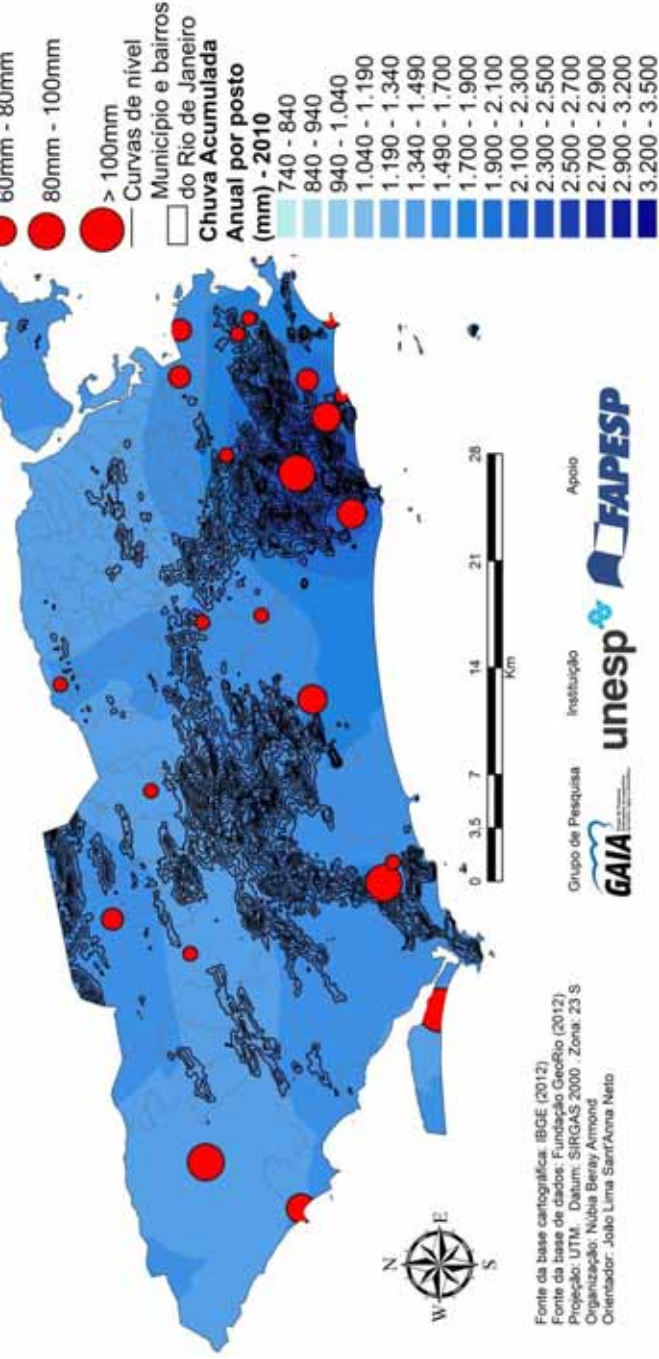
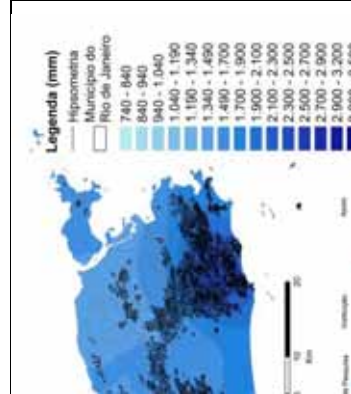
s sobre mapa hipsométrico



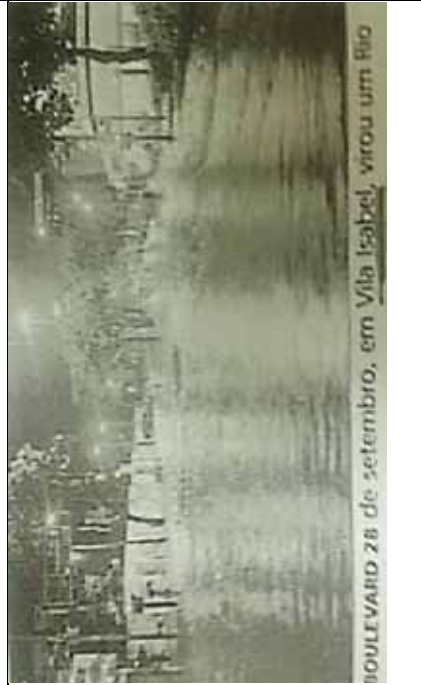
rie histórica (1999-2010)



ciados no episódio



Episódio de 25 de Fevereiro a 17 de Março de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



Temporal mata seis pessoas

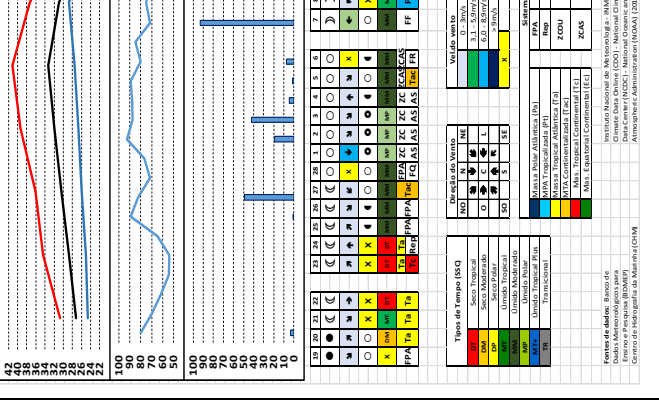


Gráfico de análise



Imagens GOES das 12h (respect 25/02 e 16 e 17/03)



Do dia 20 ao dia 23 as temperaturas apresentaram elevação, a umidade caiu e a pressão atmosférica também. A estabilidade do tempo se deveu à presença da mTa sobre a cidade. No dia 23, a umidade diminuiu para cerca de 50% indicando a participação da mTaC. Nesse dia, uma FPA se apresentou em avanço pelo litoral e se atrelou a uma instabilidade tropical no dia 24, caracterizando uma situação de repercussão da FPA. Entretanto, apenas no dia 25 a frente passou a dominar as condições atmosféricas identificadas no Rio de Janeiro. A elevação da umidade relativa do ar atingiu o ápice nesse dia, o qual apresentou elevação das temperaturas e a queda da pressão atmosférica (prancha 29).

O dia 26 registrou 50mm de precipitação decorrentes da atuação da FPA no dia 25. O dia 26 apresentou queda da umidade relativa do ar, que seguiu até dia 27 com a predominância da mTaC (elevação das temperaturas, queda da pressão atmosférica e sem precipitação).

O dia 28 apresentou o recuo da FE/FQ atuando sobre o Rio. Ocorreu a elevação das temperaturas e queda da pressão atmosférica.

Dia 01 de fevereiro apresentou a consolidação da configuração de uma FPA estacionária atrelada a uma instabilidade tropical, formando uma banda de nebulosidade sentido NW-SE – ZCAS. Esse sistema provocou chuvas superiores a 50mm, do dia 01 ao dia 05, com elevação da umidade relativa e das temperaturas. A ZCAS permaneceu atuando até o dia 6, quando uma Frente Reflexa atrelou-se ao sistema convectivo e provocou precipitação de quase 90mm (registrada no dia 07).

As temperaturas apresentaram queda a partir do dia 06, com o dia 07 sob domínio da mPt. Essas condições persistiram até o dia 12, quando as temperaturas reduziram drasticamente para valores abaixo dos 30°C. A queda brusca da umidade relativa do ar no dia 14, associada com a queda das temperaturas e a diminuição da sua amplitude caracterizaram um dia sob domínio da mTaC. Do dia 15 ao 18, a Frente Polar atuou sobre a área, trazendo chuvas acima de 50mm e maior umidade do ar. No dia 19 o predomínio se deu a partir da mPt.

As chuvas intensas e contínuas causaram alagamentos que foram noticiados nos seguintes bairros: Rio Comprido, Vila Valqueire, Centro, Anchieta, Barra da Tijuca, Recreio, Praça da Bandeira, Leblon, Vila Isabel, Bonsucesso, Vicente de Carvalho, Ilha do Governador, Maracanã.

Data do episódio: 30 de Março a 07 de Abril de 2010

O Boletim Climanálise (2010c) apontou a existência de regiões de convergência de umidade, que se formaram sobre as regiões Sudeste e Centro-Oeste no final de Março. O período de 15 a 18 até o final de março caracterizou-se pela formação de uma região de convergência de umidade. Entretanto, a banda de nebulosidade associada apresentou fraca intensidade. Outra região formou-se sobre as regiões nos dias 29 a 31 de março, com chuvas mais acentuadas no SE e no sul de MG.

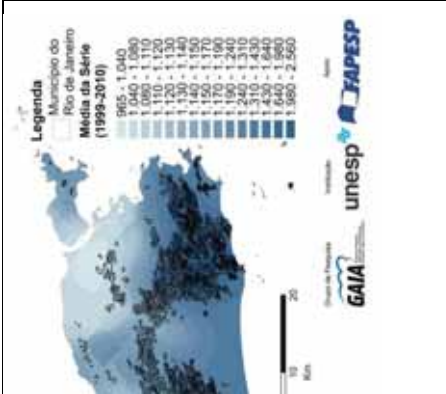
Já em Abril, o Boletim sinalizou a entrada de uma frente fria no Sudeste, que causou intensas chuvas – em particular na região metropolitana do Rio de Janeiro. A precipitação acumulada, segundo o Boletim (2010d) superou 200mm somente no dia 06. Esse sistema deslocou-se da Argentina no dia 03, ingressou no Rio Grande do Sul e avançou pelo litoral até o sul da Bahia no dia 07. Neste dia, ele atuou próximo ao Nordeste, alimentando a umidade na zona de contato entre os ares, o que favoreceu a formação de uma ZCAS de grande intensidade.

O dia 24 de março apresentou umidade relativa do ar próxima aos 65%, com grande amplitude entre as temperaturas e pressão de 1014mb. A localização do Rio de Janeiro em área sob a influência dessa isóbara na carta sinótica permitiu identifica-lo como mTaC. Essas condições permanecem até dia 30, quando a umidade do ar subiu, a pressão atmosférica desceu e chuvas de até 30mm foram registradas na estação meteorológica. A existência de uma linha de instabilidade nas proximidades do Rio de Janeiro do dia 24 ao dia 29 favoreceu a conexão com a FPA, provocando chuvas na região, ainda que até o dia 29 as condições da mTaC permanecessem sobre o local.

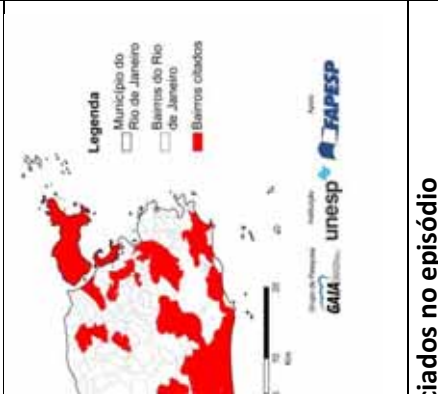
O dia 31 já se configurou como um episódio de ZCAS, com a FE conectada com a IT que, por sua vez, se conectou com a baixa pressão continental. Aparentemente, o giro do ASAS também auxiliou no processo de constituição da banda de nebulosidade, com a advecção de umidade para o sistema (prancha 30).



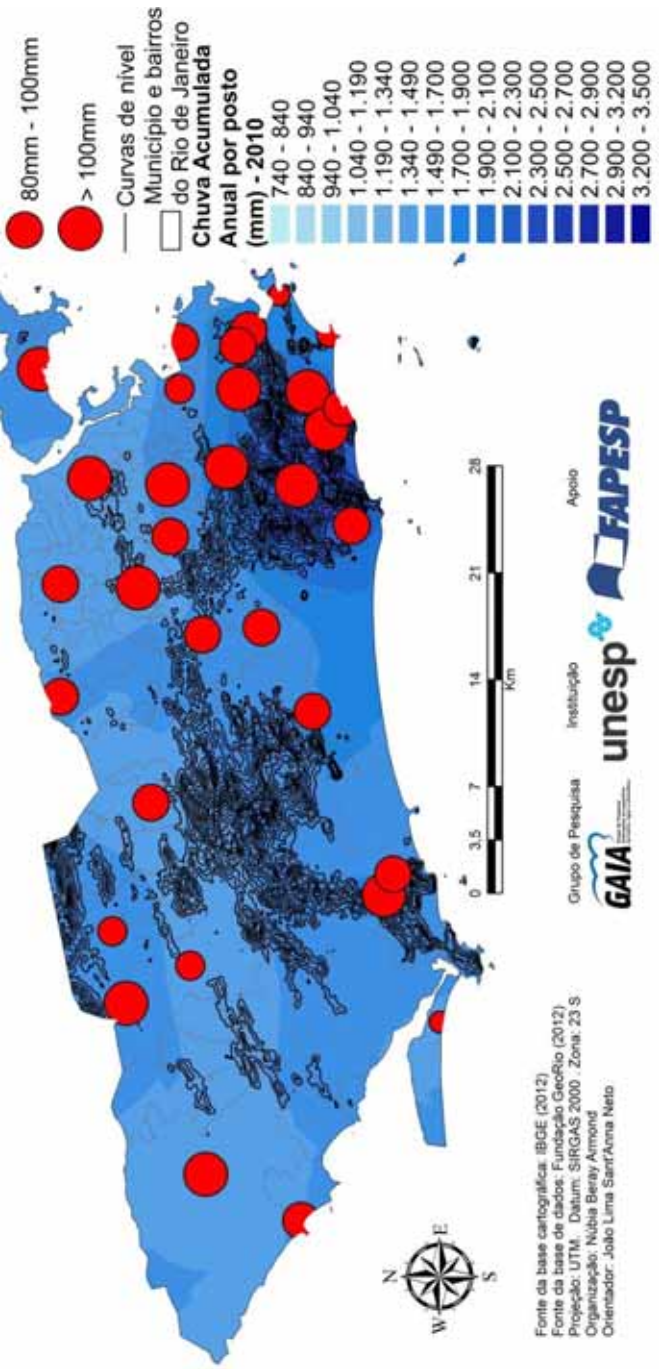
s sobre mapa hipsométrico



rie histórica (1999-2010)



ciados no episódio



Episódio de 30 de Março a 07 de Abril de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

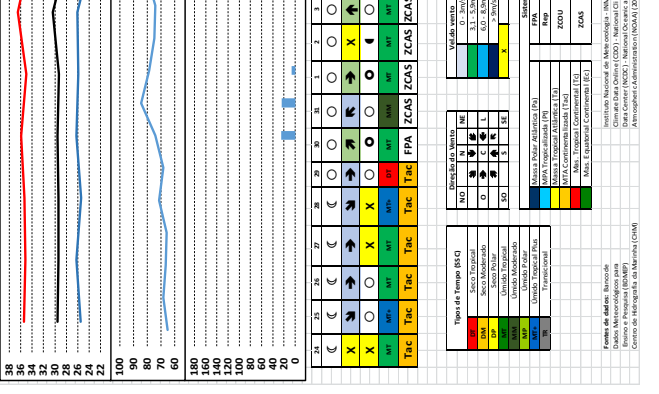
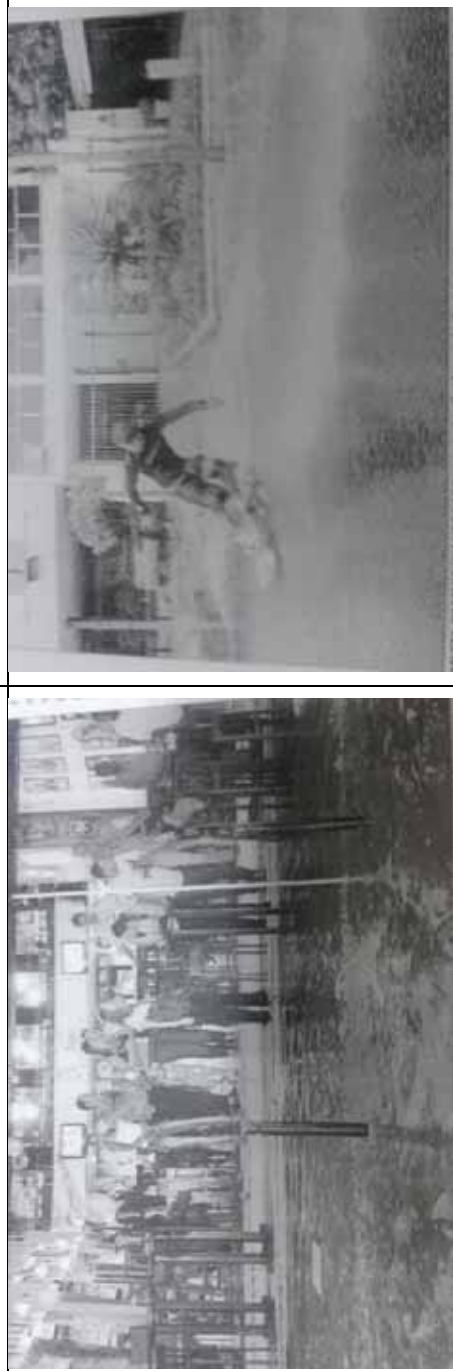
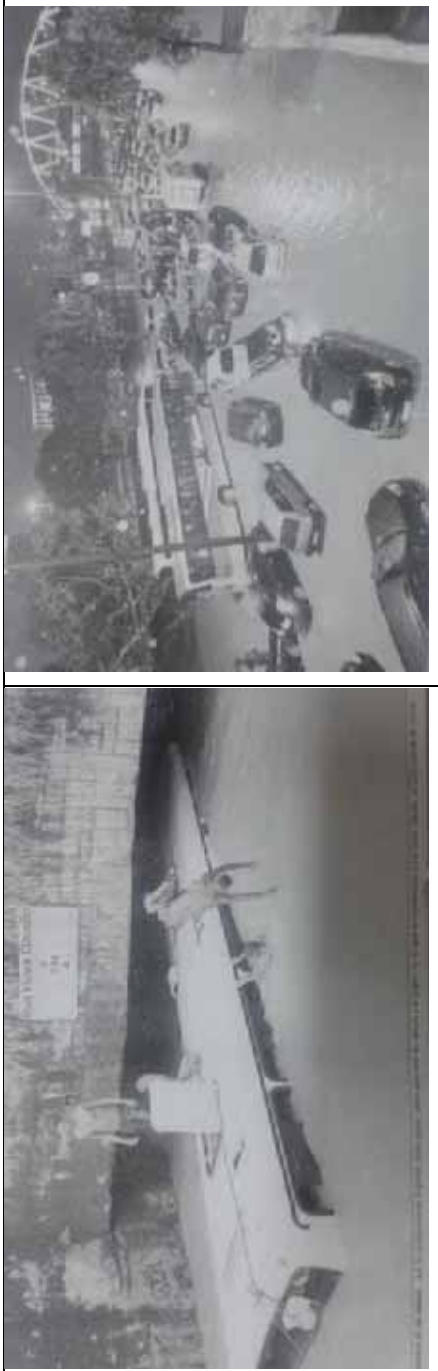
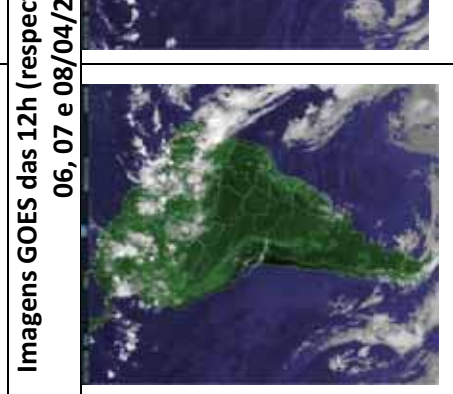
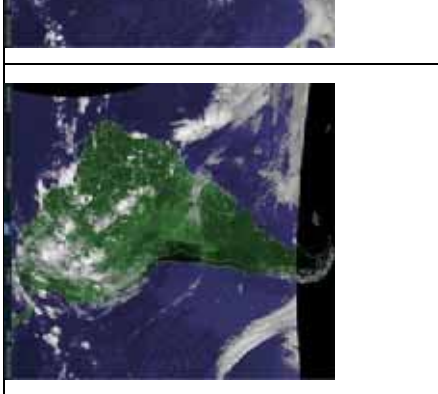


Gráfico de análise



Imagens GOES das 12h (respec 06, 07 e 08/04/2010)

Do dia 01 ao dia 05, apesar de apresentar reduzidos totais de chuva no Rio de Janeiro, o período foi caracterizado com a atuação de uma ZCAS, com o dia 06 registrando aproximadamente 180mm de chuva sob condições da FPA. Os dias 7, 08 e 09 apresentaram a estabilização das temperaturas, redução da umidade relativa (que voltaria a subir dia 8) e redução da chuva, estando, então, sob a influência da mTaC.

O jornal "O Extra" noticiou que os seguintes bairros tiveram ocorrências de alagamento: Tijuca, Andaraí, Manguinhos, Leopoldina, Maracanã, Praça da Bandeira, Irajá, Penha, Bonsucesso, Usina, Jacarepaguá, Barra da Tijuca, São Conrado, Ilha do Governador, São Cristóvão, Vila Isabel, Rio das Pedras, Madureira, Leblon, Vargem Grande, Campo Grande, Lagoa, Jacaré, Humaitá, Jardim Botânico, Rocinha, Copacabana, Acari, Complexo do Alemão.

Data do episódio: 26 e 27 de Outubro de 2010

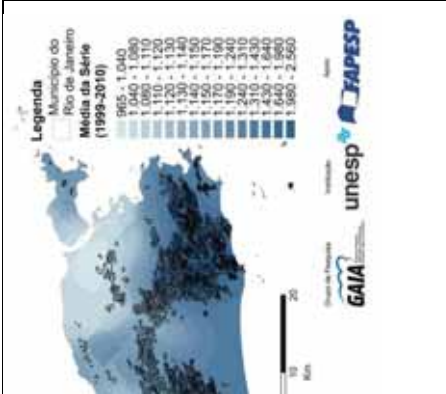
Para o Boletim Climanálise (2010g), nove sistemas frontais atuaram sobre o Brasil no mês de Outubro de 2010 (número acima da média histórica). Os episódios em questão foram desencadeados a partir da atuação do oitavo sistema frontal, que favoreceu o aumento da precipitação no Rio de Janeiro entre os dias 26 e 27. Esse sistema se configurou em latitudes subtropicais, deslocando-se do litoral sul de SP até a Bahia entre os dias 26 e 28. Ele também organizou uma região de convergência sobre o continente, especialmente sobre o centro-sul.

A umidade relativa do ar significativamente baixa (aproximadamente 65%), atrelada às temperaturas abaixo dos 30°C, alta pressão e ventos advindos de NE permitiram identificar a participação mPt sobre o Rio de Janeiro no dia 21. Uma célula de alta pressão foi identificada sobre a cidade na carta sinótica (prancha 31).

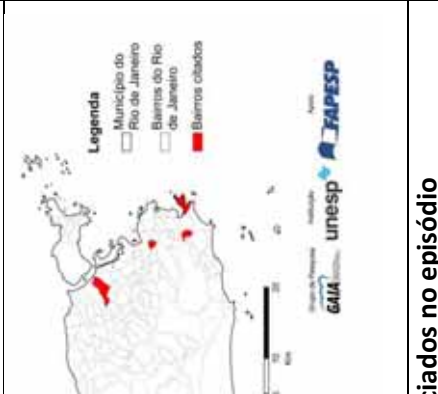
Dia 22 apresentou ventos de SE, com a manutenção da umidade relativa e aumento das temperaturas. A passagem de um sistema frontal do dia anterior para o oceano, aliado à alta pressão que ainda atuava sobre a cidade permitiu identificar que, neste dia, o ar se encontrava sob o domínio da mTa.



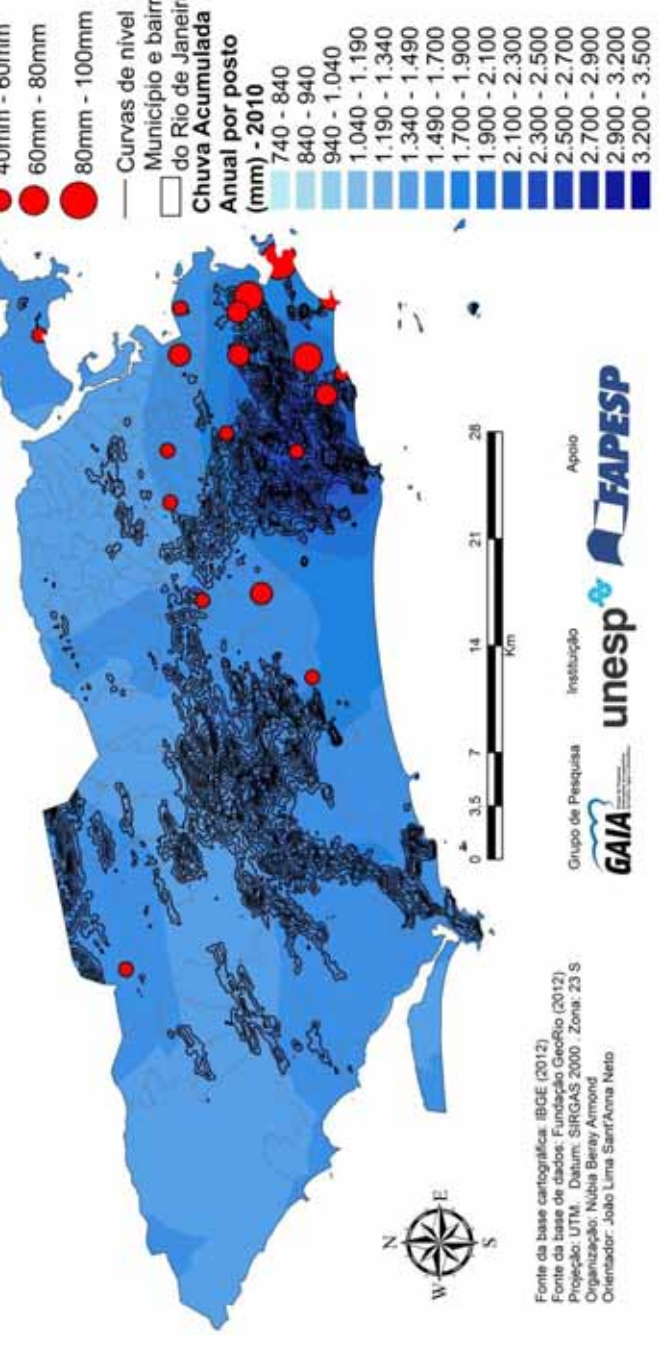
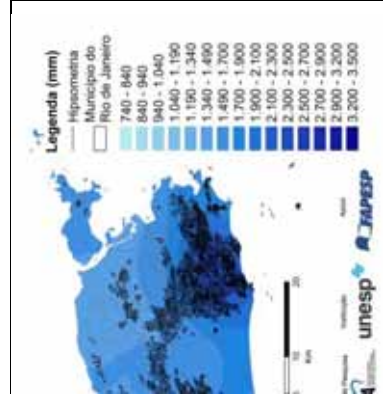
Mapa hipsométrico



Episódios no episódio



Episódios no episódio



Episódio de 26 e 27 de Outubro de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

Chuva ainda deixa carioca alagado

Apesar das obras anunciadas pela prefeitura, temporal causa inundação de ruas e dá um nó no trânsito no Rio

Um São Gonçalo, cidade que fica a 15 km do centro de Rio de Janeiro, não conseguiu escapar da situação. A chuva chegou lá também e causou alagamentos em várias ruas. O trânsito ficou muito ruim e muitas pessoas ficaram presas no trânsito. A situação piorou ainda mais quando chegou a noite e o frio fez com que a chuva se transformasse em neve em algumas regiões. A situação foi muito ruim e muitas pessoas ficaram presas no trânsito. A situação piorou ainda mais quando chegou a noite e o frio fez com que a chuva se transformasse em neve em algumas regiões.

Obras de grande porte

O prefeito Eduardo Paes afirmou que, no fim de novembro, vai apresentar o plano Verão, mas não adiantou quais obras irá priorizar até lá.

Mais afetada

A Zona Sul foi a mais afetada pelas chuvas que caíram na madrugada de ontem. A estação pluviométrica da Urca registrou a maior precipitação, foram 106,6mm em 24 horas — quantidade que equivale a 64,4% de toda a chuva que já caiu este mês (165mm). Segundo o Inmet, hoje não deve chover durante o dia.

A previsão subterrânea de acesso à estação de trem de Olaria, na Zona Norte, também ficou cheia d'água. Segundo a SuperVia, o alagamento atingiu 7cm e não afetou a circulação dos trens. O acesso foi feito por um portão lateral. A chuva inundou algumas salas do Colégio Pedro II, no Humaitá, e as aulas foram suspensas, na parte da manhã.

Imagens GOES das 12h (respec 26, 27 e 28/10/2010)

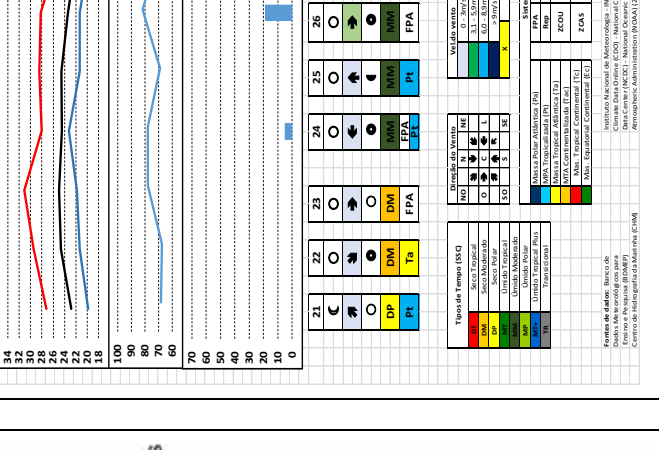
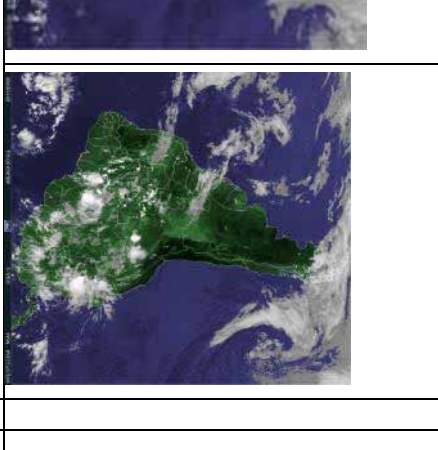
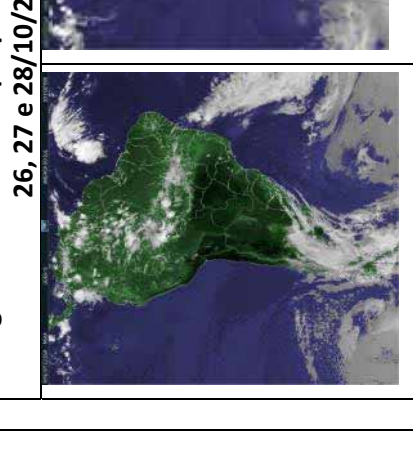


Gráfico de análise



Imagens GOES das 12h (respec 26, 27 e 28/10/2010)



O dia 23 foi marcado pela elevação da umidade relativa do ar, das temperaturas e queda na pressão atmosférica. Uma IT se formou no continente em conexão com a FPA e agiu sobre o estado do Paraná, provocando alta nebulosidade sobre toda a região. No dia 24 a precipitação começou a ocorrer, aliada a queda das temperaturas. Entretanto, a linha de instabilidade logo seguiu para as baixas latitudes, o que propiciou o avanço da mPt .

No dia 25, a mPt seguiu atuando, com a queda da umidade relativa, manutenção das temperaturas e aumento da pressão atmosférica. Uma linha de instabilidade se formou a norte do Rio de Janeiro, com a retaguarda marcada pela mPt. O dia 26 foi marcado pela presença da FPA, que se localizou sobre o Rio de Janeiro e provocou chuvas até o dia 27, no qual sua banda quente permaneceu sobre a cidade.

As temperaturas voltaram à elevação no dia 28, no qual a mPt permaneceu atuando sobre a cidade, por conta da retaguarda da FPA. Dia 29, as elevadas temperaturas (principalmente a máxima) demonstraram a participação da mTa sobre a cidade.

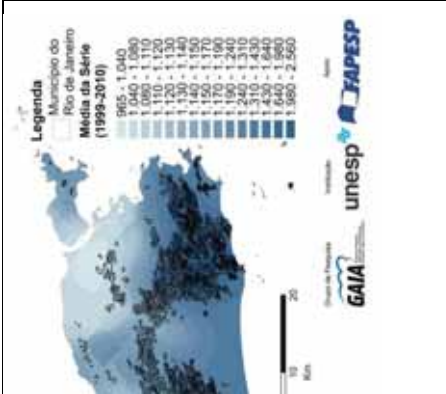
Elevados totais de chuva continuaram a ser identificados no eixo dos maciços, principalmente do Maciço da Tijuca. Dentre os bairros citados nos jornais, destacam-se Urca, Olaria, Humaitá e Praça da Bandeira.

Data do episódio: 05 de Dezembro de 2010

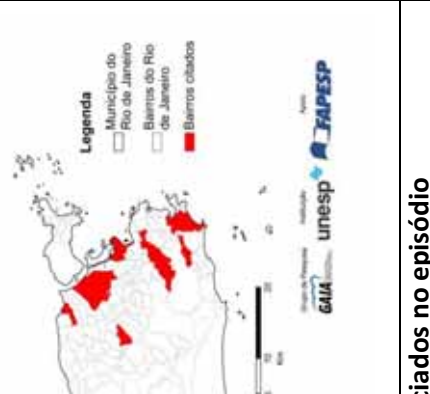
O dia 29 apresentou elevadas temperaturas e amplitude, com baixa umidade relativa do ar e baixa pressão, caracterizando a presença da mTaC. O dia 30 sinalizou o avanço da FPA pelo oceano nas proximidades do Rio de Janeiro, apresentando aumento da umidade do ar, redução da temperatura máxima e aumento da mínima (redução da amplitude entre a máxima e a mínima), e elevada nebulosidade (prancha 32).



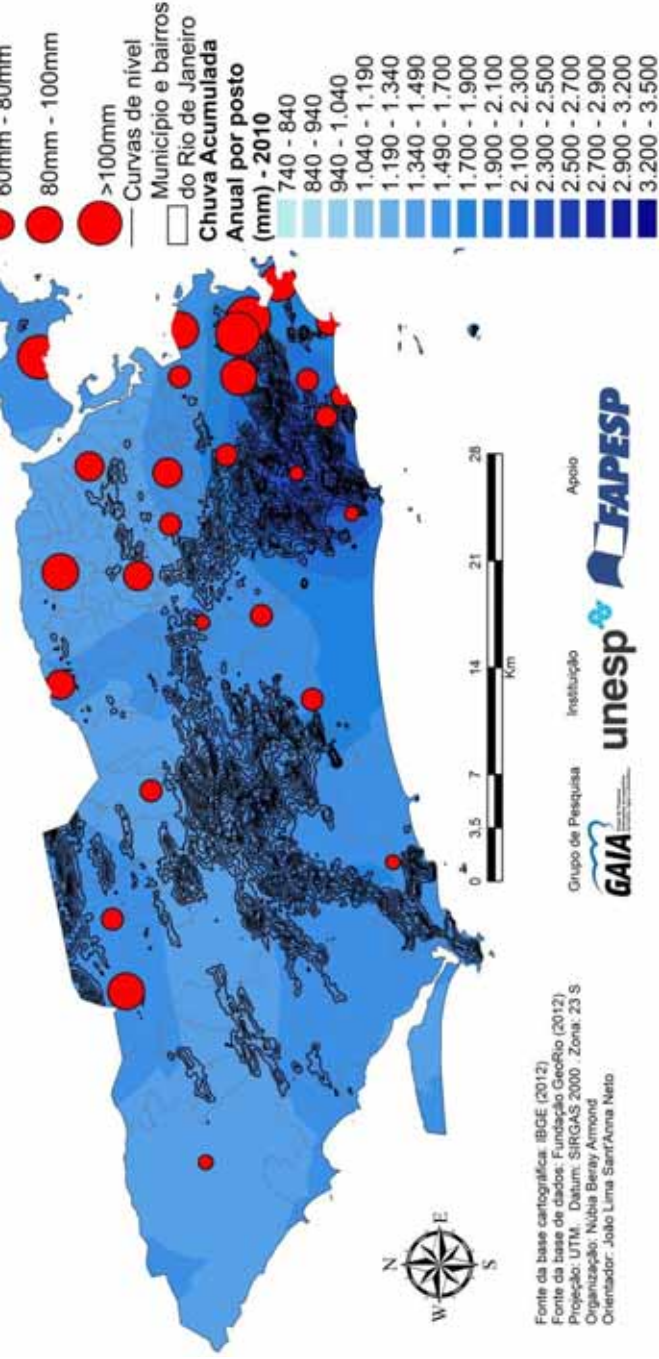
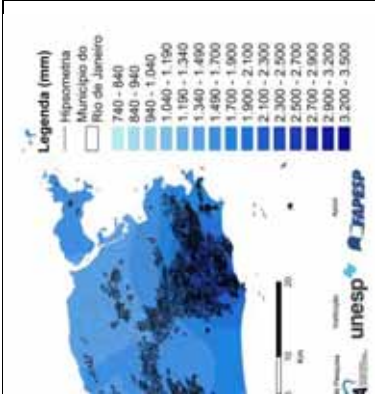
s sobre mapa hipsométrico



rie histórica (1999-2010)



ciados no episódio



Episódio de 05 de Dezembro de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

Temporal deixa Rio em alerta

Diversos pontos da cidade e da Região Metropolitana ficaram abaixo d'água. Trânsito deu um nó

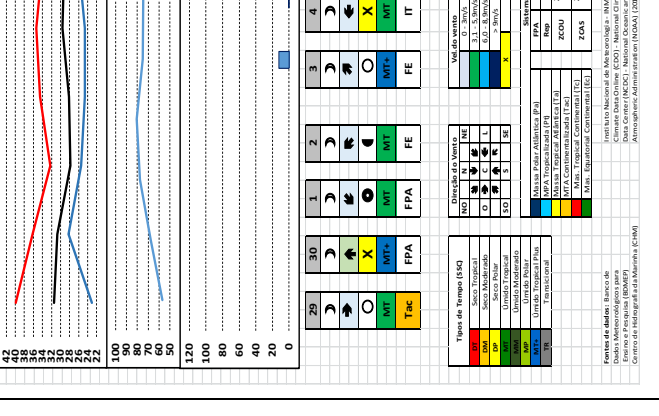
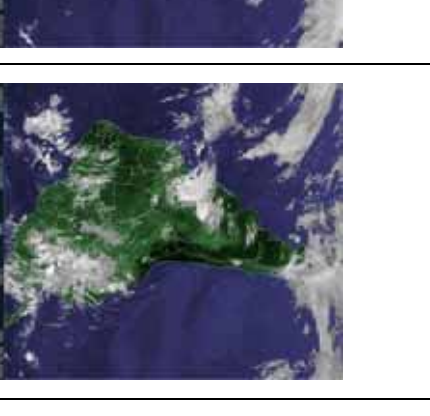
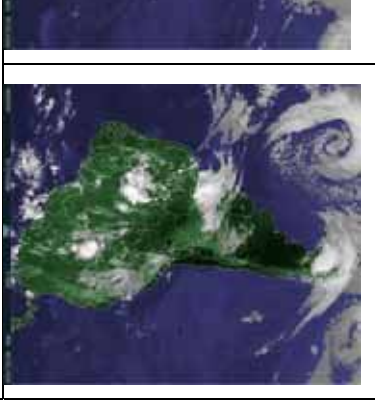


Gráfico de análise



Imagens GOES das 12h (respec 04, 05 e 06/12/2010)



As condições atmosféricas trazidas pela FPA perduraram até o dia 03, caracterizando a presença da FE sobre o Rio de Janeiro. A umidade do ar seguiu em elevação e as temperaturas sofreram redução da sua amplitude, com a queda maior da máxima e aumento da nebulosidade. No dia 03 ocorreu precipitação de aproximadamente 20mm na estação meteorológica. Sua dissipação para o oceano dia 03 abriu condições para que, no dia 04, ocorresse a existência de uma IT sobre o Rio de Janeiro que permaneceu até o dia 05. O dia 06 foi marcado pela passagem da FPA, em seu regime estacionário, que trouxe chuva, nebulosidade e aumento da umidade relativa do ar.

Os bairros mais afetados e noticiados pela mídia impressa foram: Botafogo, Jardim Botânico, Tijuca, Penha, Bonsucesso, Copacabana, Praça da Bandeira, Cidade Nova, Ramos, Alemão, Tijuca, Caju, Parada de Lucas, Cascadura, Olaria.

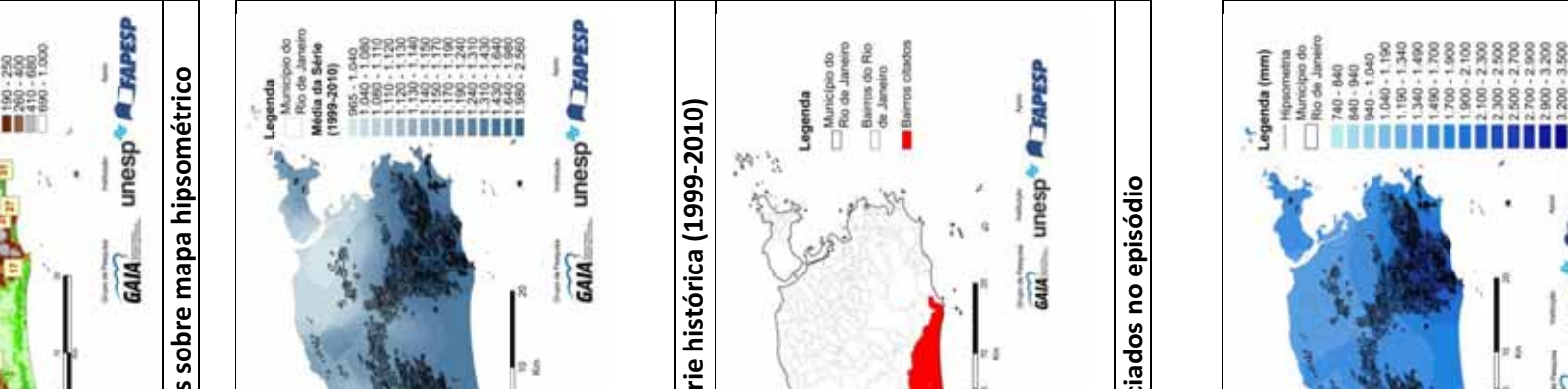
Data do episódio: 27 de Dezembro de 2010

O dia 22 apresentou umidade relativa próxima aos 80%, temperaturas com elevada amplitude. A isóbara de 1012mb sobre o Rio de Janeiro denotou a repercussão da FPA que passou pelo local nos dias anteriores.

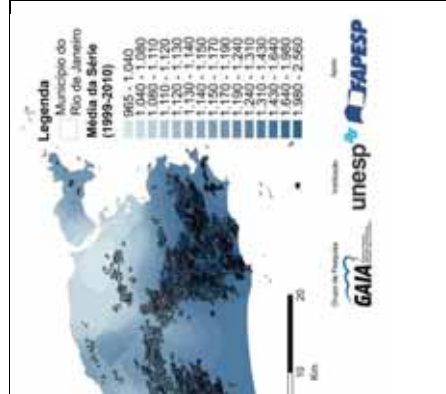
A carta sinótica do dia 23 (prancha 33) sinalizou a presença de uma linha de instabilidade sobre o Rio de Janeiro que, na verdade, se constituiu no avanço da FPA sobre o local, que trouxe chuvas de quase 50mm registrados na estação meteorológica. A umidade do ar neste dia elevou-se para quase 85%, a temperatura máxima sofreu queda, a nebulosidade continuou elevada e a pressão caiu.

O dia 24 apareceu como também influenciado pela FPA, com a manutenção das temperaturas e ligeira queda da umidade relativa do ar (pouco significativa). O dia 25 foi marcado pelo avanço da FPA para latitudes mais baixas, fazendo com que a umidade relativa do ar no Rio de Janeiro sofresse ligeira redução e a temperatura máxima aumentasse, caracterizando a repercussão da FPA. Nesse mesmo dia, avançou outra FPA pelo oceano em direção às baixas latitudes.

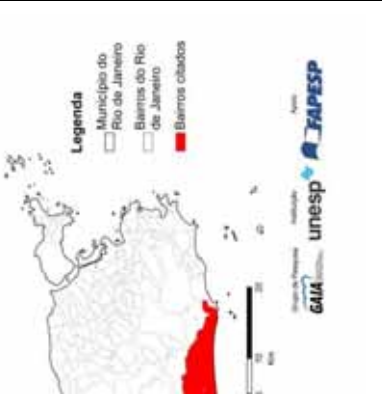
A repercussão da FPA permaneceu no dia 26, com o dia 27 marcado pela presença da nova FPA sobre o Rio de Janeiro. Ela causou a elevação da umidade relativa e ligeiro aumento das temperaturas, que voltaram a cair no dia 28. Ainda ocorreu precipitação significativa nos dias 28 e 29, com a FPA estacionária em dispersão.



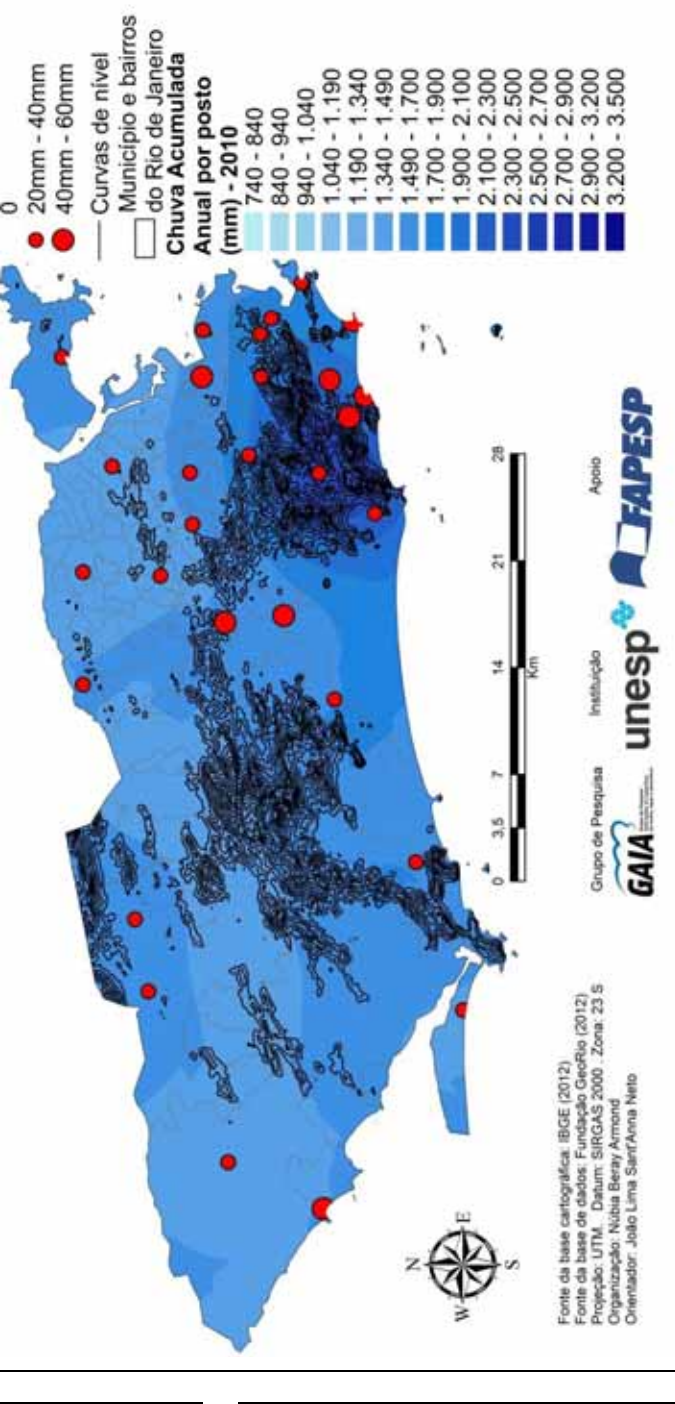
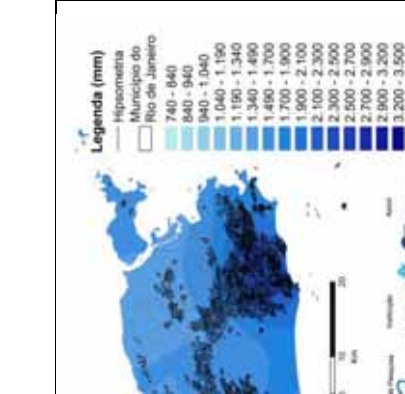
s sobre mapa hipsométrico



rie histórica (1999-2010)



ciados no episódio



Episódio de 27 de Dezembro de 2010: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

Chuva deixa cidades em alerta

Temporal afetou municípios das regiões Serrana, Norte e Noroeste do estado

Pista interditada
 Na capital, a chuva também causou transtornos. Na Linha Amarela, próximo à chegada à Avenida Ayrton Senna, uma das faixas teve que ser interditada devido a um bolsão d'água.

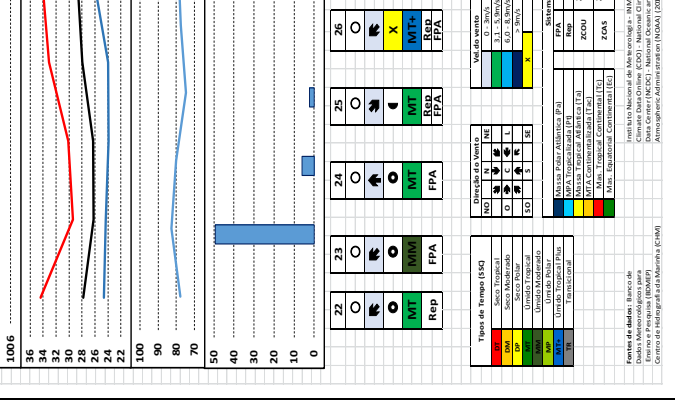
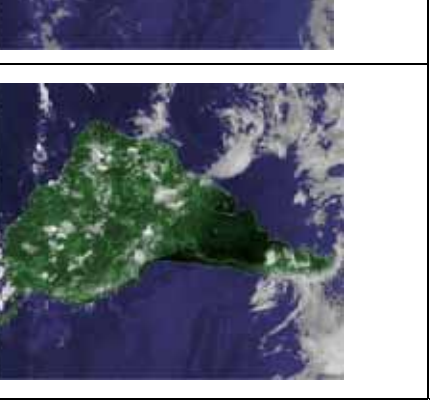
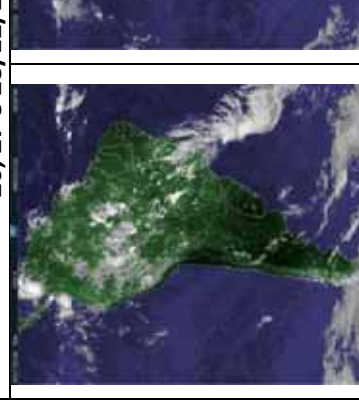


Gráfico de análise



Imagens GOES das 12h (respec 26, 27 e 28/12/2010)



O único bairro afetado e que foi noticiado por indicar problemas relacionados a bolsões d'água em uma área importante (Avenida Ayrton Senna) foi a Barra da Tijuca.

3.3.4. Nos anos de 2011/2012

Data do episódio: 11 a 18 de Janeiro de 2011

O Boletim Climanálise (2011a) destacou que as chuvas do mês de Janeiro foram geradas pela ocorrência, sobretudo, da ZCAS, intensificada pela elevada temperatura da superfície do mar na costa da região Sudeste associada ao padrão de oscilação Madden-Julian. Os valores para diferentes estações na região superaram com facilidade os 100mm em 24h, com destaque para os 166mm precipitados em dois dias (11 e 12/01) na estação de Nova Friburgo – RJ (valor que supera 70% da média histórica para Janeiro). Essas chuvas acabaram por deflagrar uma série de problemas. Na região serrana do estado do Rio de Janeiro, a maior “tragédia meteorológica” (em número de óbitos) foi deflagrada a partir desses elevados totais pluviométricos associados, sobretudo, às características de ocupação da terra.

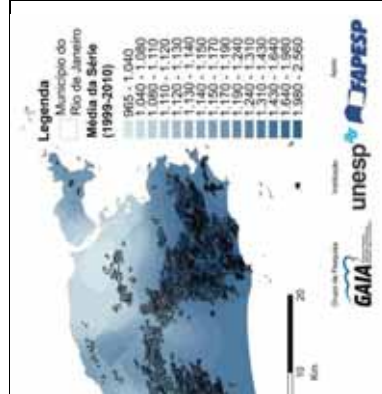
O dia 06 apresentou-se com nebulosidade considerável (aproximadamente 5 décimos), sem chuva, com a umidade relativa próxima aos 70% a temperatura média compensada de 30°C. A pressão atmosférica estava em 1011mb aproximadamente. Tanto a carta sinótica quanto a imagem do GOES indicaram a predominância da mTa sobre os elementos do clima no Rio de Janeiro.

Essas características perduraram até dia 08, quando a pressão atmosférica e a umidade relativa do ar sofreram redução, a temperatura mínima foi reduzida e os ventos vieram de norte, sem nebulosidade, indicando a presença da mTaC, (prancha 34).

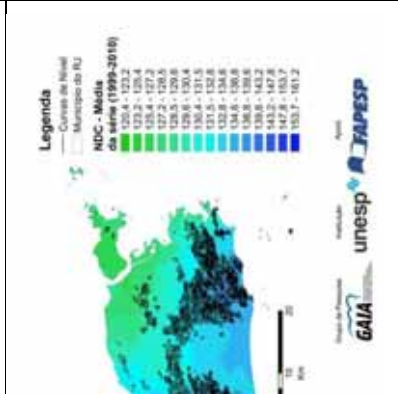
No dia 10, o avanço da FPA sobre o continente se fez presente, gerando repercussões na área de estudo (indicada, sobretudo, pela diminuição da pressão atmosférica).



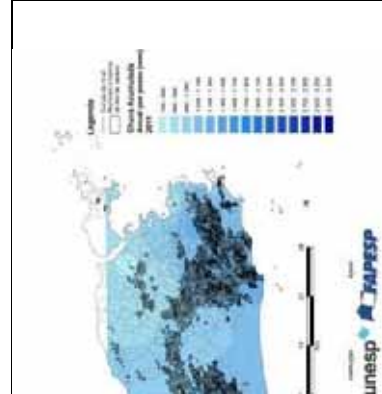
sobre mapa hipsométrico



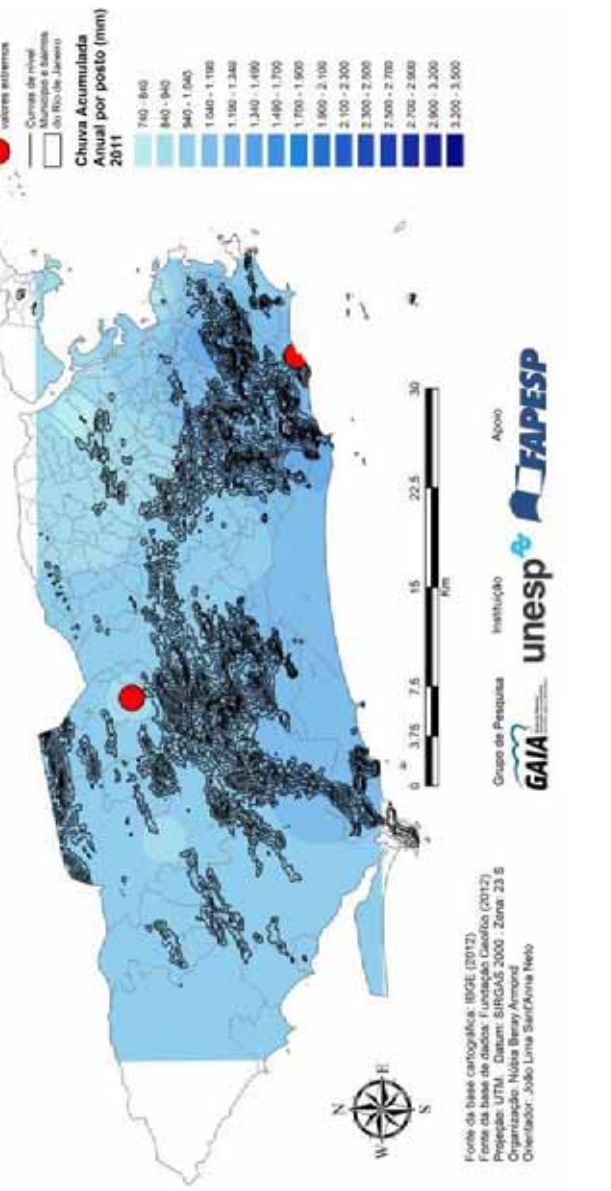
Episódio de 11 a 18 Janeiro de 2011: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



na série histórica (1999-2010)



ula Anual - 2011



Episódio de 11 a 18 Janeiro de 2011: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual

CONSULTAR MAPA DO ANEXO I PARA PONTOS DE ALAGAMENTO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

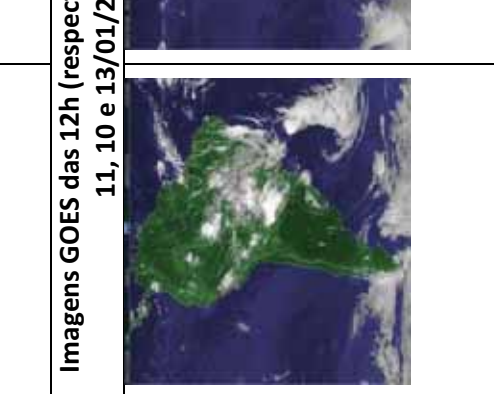
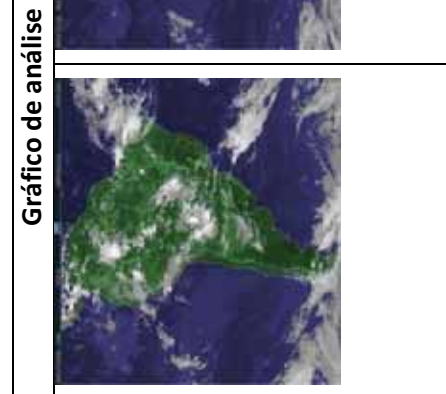
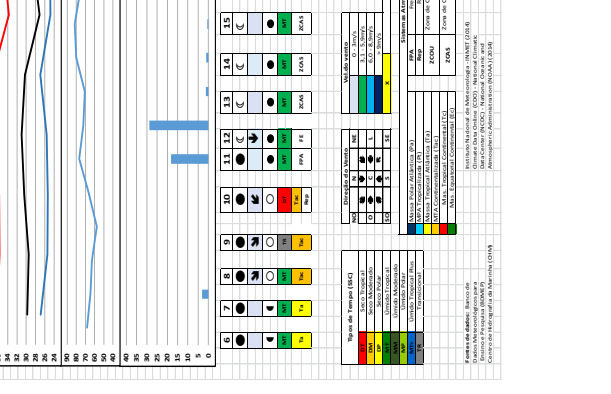
Chuva Devastadora

3) ALERTA

Cidade do Rio de Janeiro entra em estado de atenção

Informação foi divulgada pelo Centro de Operações Rio. Já chove forte em alguns bairros das zonas Oeste e Norte

Reportagens (Gazetadopovo.com e G1.com)



Reportagens (Gazetadopovo.com e G1.com)

O dia 11 foi marcado por registros de precipitação, com o conseqüente aumento da umidade relativa do ar e da nebulosidade e redução das temperaturas, denotando a presença da FPA. A carta sinótica indicou o início de formação de um sistema estacionário sobre o litoral, ligado às baixas pressões sobre o continente, que se desenvolveu no dia 12 e pôde ser caracterizado como uma ZCAS a partir do dia 13. Ela atuou sobre a cidade até o dia 20, com precipitação registrada na estação em praticamente todos os dias. Dia 21, ela dá lugar a mTa, quando as temperaturas voltaram a cair e a pressão subiu novamente.

Além de ser responsabilizada por uma das maiores tragédias da história do país, dentre aquelas associadas ao clima, a atuação da ZCAS também causou impactos no município do Rio de Janeiro. Órgãos da Prefeitura colocaram bairros da zona norte e oeste em estado de atenção. Conforme se observa no mapa do anexo I, ambas as zonas, embora inseridas em divisões de bacias hidrográficas diferentes, são aquelas que apresentam maior número de pontos de alagamento no município.

Data do episódio: 24 a 26 de Abril de 2011

A ocorrência de áreas de instabilidade, associadas às perturbações na média e alta troposfera, acabou por desencadear elevados totais pluviométricos. Segundo o Boletim Climanálise (2011d), o quinto e último sistema frontal do mês, após avanços sobre os estados da região Sul, se posicionou sobre o litoral dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Isso favoreceu o surgimento de áreas de instabilidade sobre o Sudeste, geradoras de chuvas.

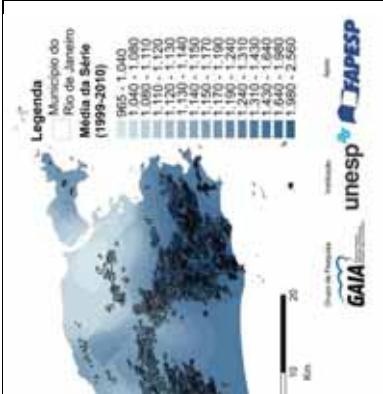
O dia 18 de abril caracterizou-se pelos ventos de nordeste, associados à umidade relativa do ar na casa dos 70%, ausência de nebulosidade e pressão atmosférica relativamente baixa, indicando a presença da mTA.

Essas condições perduraram até o dia 21, quando a redução da umidade relativa, da pressão atmosférica e da temperatura mínima e o aumento da máxima, caracterizou a predominância da mTaC.

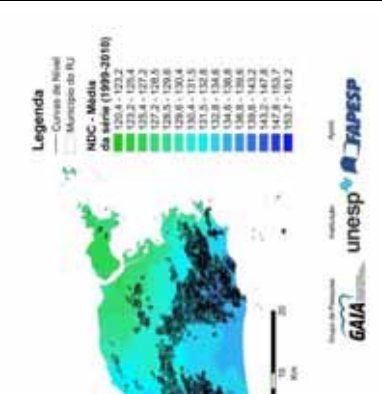
O consistente ASAS que se estabeleceu sobre o oceano, no litoral nordeste brasileiro, ganhou espaço continente adentro e fez com que o ar que escoasse para o Rio de Janeiro acabasse se caracterizando como mTc (prancha 35).



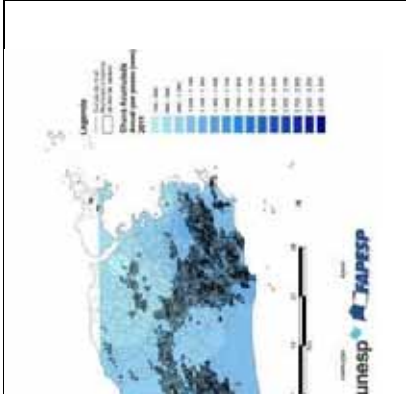
s sobre mapa hipsométrico



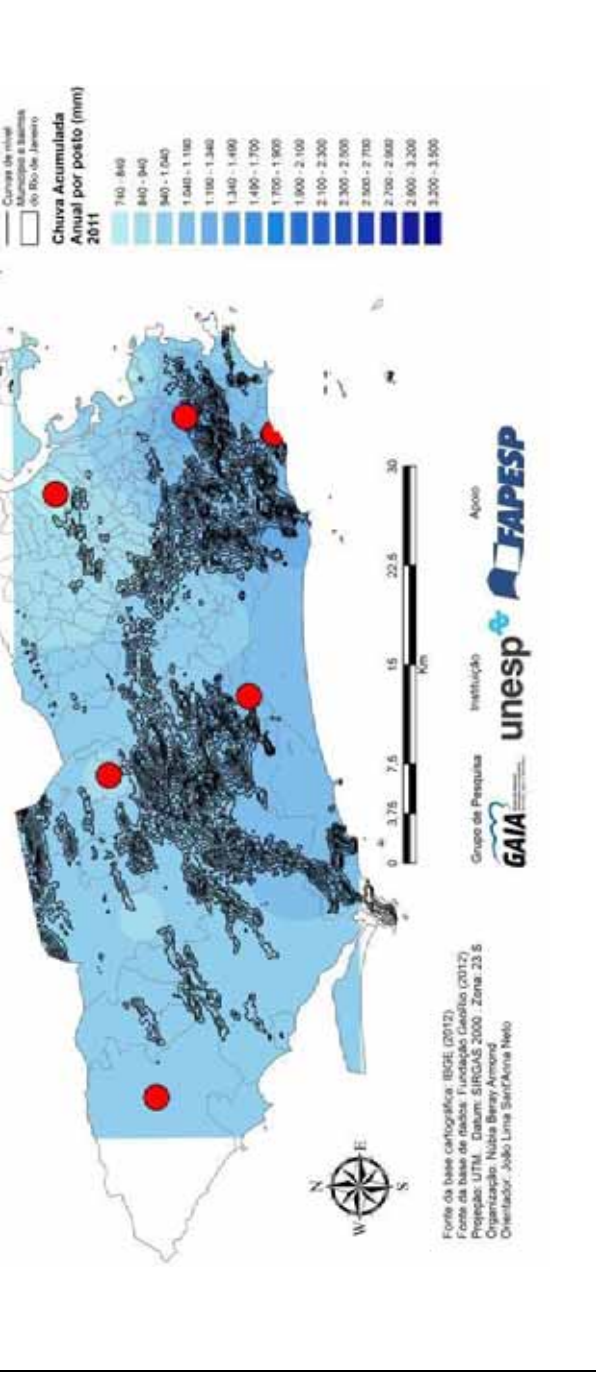
rie histórica (1999-2010)



a na série histórica (1999-2010)



do Anual 2011



Episódio de 24 a 26 Abril de 2011: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



CONSULTAR MAPA DO ANEXO I PARA PONTOS DE ALAGAMENTO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO



Donatascans (P7.com)

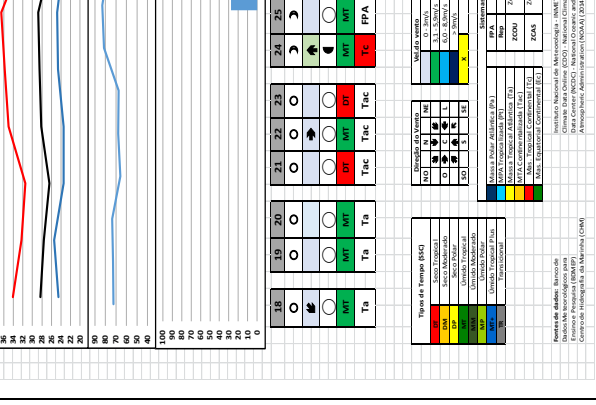
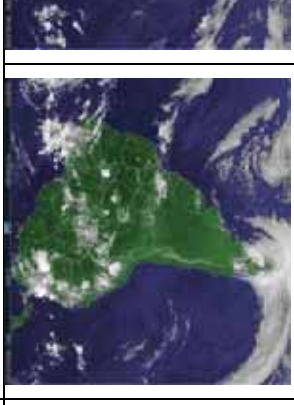


Gráfico de análise



Imagens GOES das 12h (respec 24, 25 e 26/04/2011)



Porém, no dia 25, a FPA que vinha na retaguarda do ar tropical se instalou e começou a influenciar os elementos climáticos. Foi registrada precipitação, elevação da umidade relativa do ar, redução das temperaturas e da pressão atmosférica. As chuvas aumentaram dia 26, que também trouxe elevação da nebulosidade e mais queda nas temperaturas (com a mínima se estabilizando). No dia 27, a FPA entrou em dissipação, deixando as baixas temperaturas e elevação da pressão em sua retaguarda – a mPt.

A pesquisa na mídia digital identificou que foram noticiados alagamentos em bairros majoritariamente da zona norte, como Maracanã, Tijuca e Méier.

Data do episódio: 13 de Dezembro de 2012

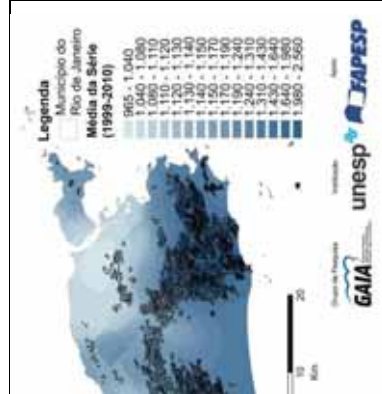
Segundo o Boletim Climanálise (2012g), no decorrer do dia 11 o terceiro sistema frontal atuou do Uruguai até Porto Alegre. No dia 12, ele avançou para o oceano e se alinhou com as instabilidades tropicais no setor central do país.

Os dias 06 e 07 registraram elevadas temperaturas máximas e mínimas, com redução da pressão atmosférica, indicando a presença da mTaC. O dia 08 foi marcado pela redução da máxima e elevação abrupta da mínima, com aumento da pressão atmosférica. A repercussão da FPA, que atravessava o oceano, mantiveram-se até o dia 10, quando a redução da pressão atmosférica, a retomada do aumento da temperatura máxima e a redução da temperatura mínima, além da dissipação da FPA no oceano, indicaram a predominância da mTa. Dia 11 ele se tropicalizou, e, no dia 12, a FPA que vinha se formando desde o dia 10 na retaguarda da primeira frente, avançou sobre o Rio de Janeiro e suas primeiras repercussões foram as chuvas. A FPA atuou de forma determinante no dia 14, e se manteve até o dia 17, caracterizando uma FE. Durante esses dias, ocorreu precipitação.

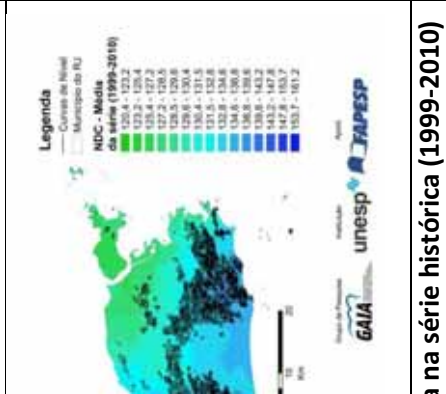
A FE entrou em dissipação no dia 18, com a redução da umidade relativa do ar, redução da temperatura máxima e elevação da mínima. A pressão atmosférica também voltou a subir, o que caracterizou a presença do ar tropical atlântico até o dia 20 (prancha 36).



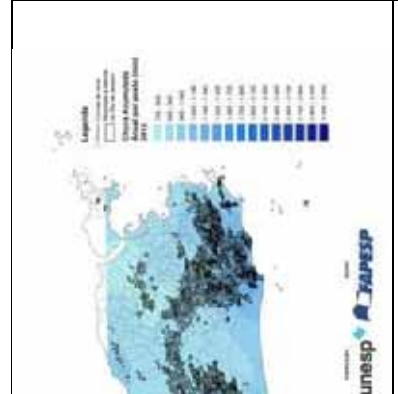
Mapa sobre mapa hipsométrico



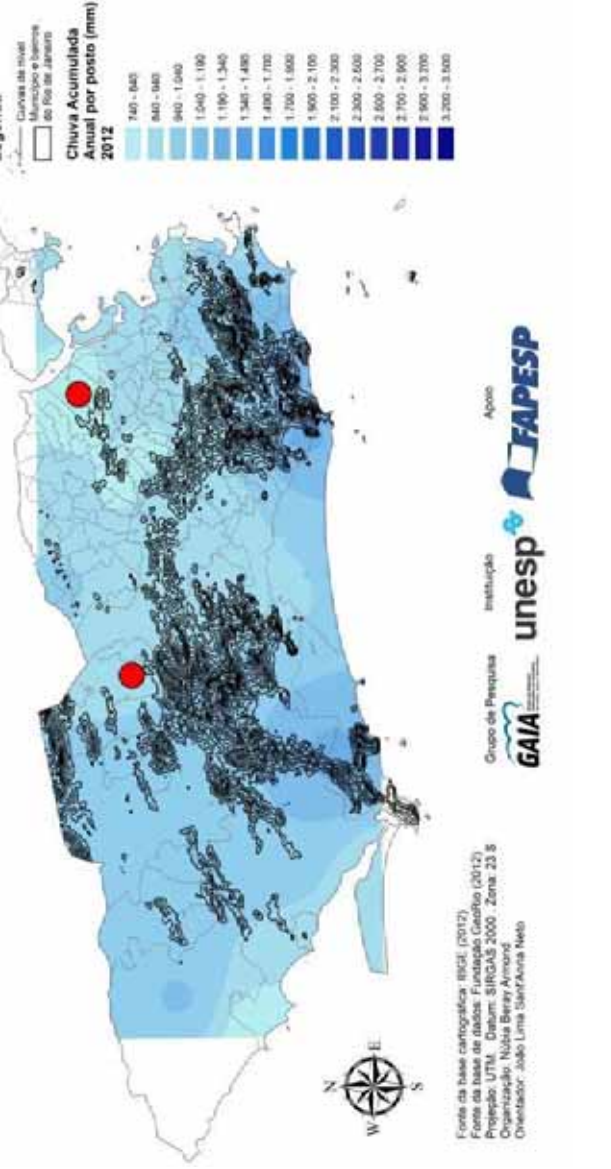
Série histórica (1999-2010)



Série histórica (1999-2010)



Série histórica (1999-2010)



Episódio de 13 de Dezembro de 2012: intensidade da precipitação (por posto) chuva acumulada anual



CONSULTAR MAPA DO ANEXO I PARA PONTOS DE ALAGAMENTO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

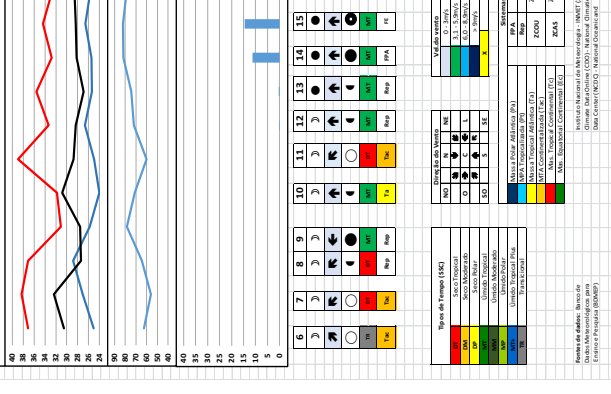
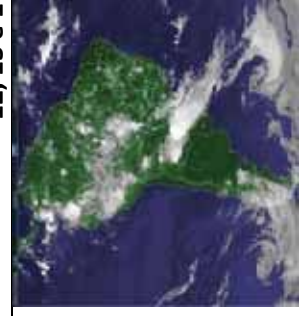


Gráfico de análise



Imagens GOES das 12h (respec 12, 13 e 14/12/2012)



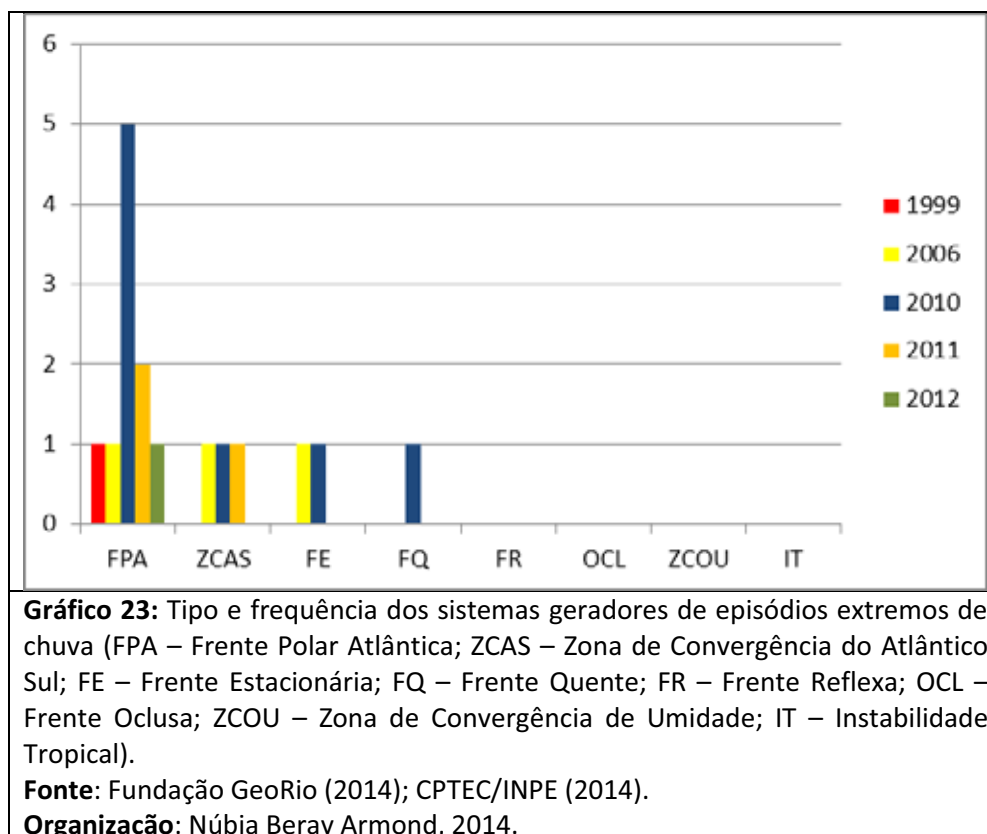
As chuvas decorrentes da FE desencadearam alagamentos em diversos locais do município, com destaque para Olaria (bairro no qual foram tiradas as fotos contidas na prancha).

Síntese

Os episódios de alagamento supracitados, foram descritos e analisados considerando os dados de chuva e as informações veiculadas pela mídia e do mapa de pontos de alagamento.

Estes foram caracterizados segundo duas naturezas quantitativas de escolha: chuvas superiores a 20mm em 24h e chuvas horárias significativas segundo a equação apresentada na parte de procedimentos metodológicos.

Das chuvas que geraram impactos no território segundo o sistema atmosférico, verificou-se que a maior parte delas foi gerada pela FPA (10), seguida da ZCAS (3), Frente Estacionária (2) e Frente Quente (1). A FPA respondeu sozinha, por mais de 50% das chuvas que se relacionaram a alagamentos (gráfico 23).



O maior número de episódios no ano de 2010 também foi ocasionado pela ocorrência da FPA, que só neste ano foi responsável por 5 episódios de chuva extrema. O ano de 2011 teve

2 de seus episódios gerados a partir da FPA. Em segundo lugar em frequência, a ZCAS esteve presente nos anos de 2006, 2010 e 2011.

Em uma análise mensal, constatou-se que os meses da estação chuvosa (de outubro a março) tiveram tipos de tempo produtores de extremos que deflagraram episódios. O mês de abril se apresentou como o que possuiu maior número de ocorrências nos cinco anos amostrados – em 2006, 2010 e 2011. Em segundo, com duas ocorrências, estão os meses de janeiro, março e dezembro. Fevereiro e outubro tiveram apenas um episódio cada, no ano de 2010 (gráfico 24).

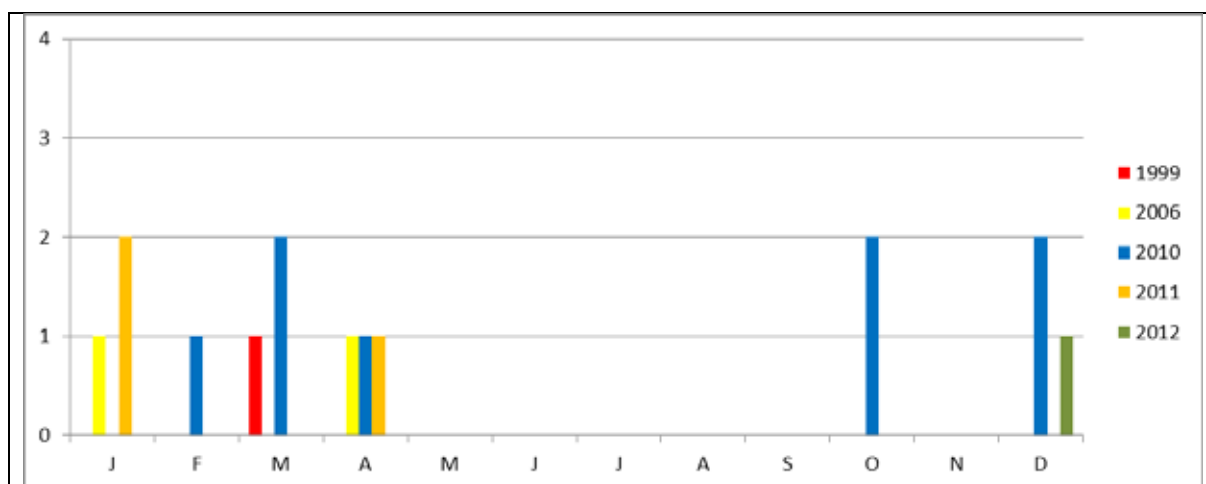


Gráfico 24: Distribuição de eventos por mês, nos anos analisados (1999, 2006, 2010, 2011 e 2012)

Fonte: Fundação GeoRio (2014); CPTEC/INPE (2014).

Organização: Núbia Beray Armond, 2014.

Verificou-se que, apesar da existência da possibilidade de ocorrência de eventos extremos durante todos os meses do ano, é nos meses da estação chuvosa que os episódios são desencadeados. Ressalta-se a importância do mês de abril como produtor de chuvas extremas (tanto eventos quanto episódios).

No que se refere aos locais de ocorrência dos episódios, verificou-se que os bairros mais citados foram a Praça da Bandeira e a Tijuca, impactados por 5 episódios cada. A Barra da Tijuca, Bonsucesso e Centro apresentaram 4 citações cada, seguidos de Jacarepaguá, Maracanã, Olaria e Penha, com 3 citações cada (figura 22).

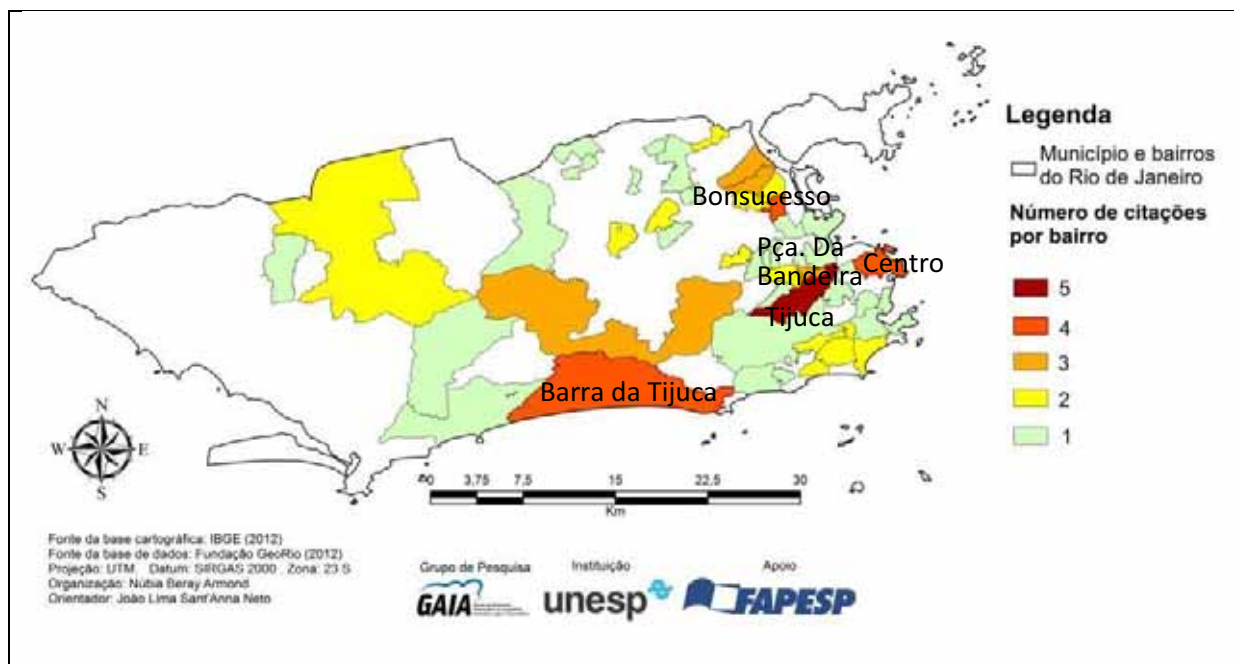


Figura 22: Quantidade de citações por bairro nos anos analisados (1999, 2006, 2010, 2011 e 2012).

Fonte: Jornal O Extra

Organização: Núbia Beray Armond, 2014.

A importância para a análise das chuvas que considere a orografia, a situação costeira e latitudinal é fundamental para a compreensão dos episódios extremos no município do Rio de Janeiro. Expressão disso é a distribuição espacial dos locais de ocorrência de episódios de alagamento.

Todas as zonas do Rio de Janeiro possuem bairros impactados por episódios extremos. Porém, alguns bairros da zona sul foram menos citados do que os da zona norte.

Verifica-se a predominância de citações e, por conseguinte, da ocorrência de episódios nos bairros localizados na zona norte e na zona oeste.

Jacarepaguá (3) e Barra da Tijuca (4) representam a importância dos maciços como divisores de água, com parte da convergência do fluxo da precipitação na baixada de Jacarepaguá.

A maior parte dos bairros citados que se localizam na zona norte, situa-se nos arredores do Maciço da Tijuca. Sua região de barlavento, conforme foi verificado, consiste em uma área de maior concentração de precipitação, enquanto, à sotavento, caracteriza-se uma zona de sombra de chuva. Ela é exemplificada através do menor número de dias de chuva e menores médias na série histórica.

Entretanto, é na sua área de sotavento que se concentra a maior parte dos episódios, o que caracteriza a importante interferência das modificações realizadas no sítio urbano no desencadeamento de episódios de alagamento no município. Conforme abordado no capítulo 1, parte considerável desses bairros consistia em áreas de manguezal, de solo saturado. Cabe ressaltar que essa é uma área de deságue de vários rios para a Baía de Guanabara, com a formação de estuários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência geográfica historicamente deu conta de explicar os fenômenos climáticos segundo diferentes perspectivas. Inicialmente, uma climatologia separativa e estática buscou compreender os padrões de cada elemento do clima na perspectiva da realização de classificações climáticas mais genéricas. Entretanto, a crítica de Max. Sorre a esse tipo de análise fez com que outras formas de análise surgissem. Foi dessa crítica que emergiu a proposta da Climatologia Geográfica (MONTEIRO, 1969, 1971, 1991), que procurou compreender os elementos atmosféricos em sua dinâmica.

A análise da atmosfera passou a ser vista em movimento, a partir dos seus campos de pressão, e de um tempo em que o ritmo é visto como o encadeamento dos elementos atmosféricos, em sucessão habitual dos tipos de tempo. Essa perspectiva consistiu na principal influência dos estudos climáticos na Geografia brasileira. Zavattini e Boin (2013) apontam que, a busca pelo que havia de geográfico no clima, proporcionou a inauguração de uma escola brasileira de Climatologia Geográfica.

A forma dinâmica de análise da atmosfera foi discutida no capítulo 2 e foi empregada tanto em sua dimensão teórica, quanto procedimental. A aplicação das suas proposições, materializada a partir dos seus procedimentos, possibilitou atingir três dos quatro objetivos específicos estabelecidos no início deste trabalho.

Quanto à variabilidade das chuvas na série histórica proposta (**primeiro** objetivo específico), ela foi realizada em escala interanual, sazonal, mensal, diária e horária (estas últimas abordadas em função da dimensão escalar do ritmo), bem como em sua dimensão espacial.

Tal como proposto por Monteiro (1969, 1973), os anos-padrão de 1999, 2006 e 2010 constituíram-se em “amostras” da série. Estes foram escolhidos de acordo com três técnicas estatísticas diferentes (desvio padrão, Ward e percentis), que apresentaram praticamente os mesmos resultados. A diferença mais significativa se deu apenas na escolha do ano chuvoso entre as técnicas de Ward e desvio padrão, que apresentaram divergência especificamente quanto ao ano chuvoso: enquanto a primeira teve como ano excepcionalmente chuvoso 2010, a técnica do desvio padrão indicou 2009. A escolha final foi realizada considerando os maiores totais de chuva acumulada anual.

Em meio aos 12 anos analisados, esses três anos se apresentaram enquanto representativos de três pequenos ciclos.

Entre 1999-2002 os desvios de precipitação foram abaixo da média caracterizando um ciclo mais seco, do qual o ano de 1999 foi o que apresentou indicadores mais excepcionais. O período seguinte, entre os anos de 2003-2007 configurou-se como de transição com irregularidades nos desvios de precipitação, cuja variabilidade se deu de forma mais interanual, sem ter constituído um período homogêneo em específico. O ano de 2006 caracterizou-se como o mais próximo do habitual. O último período da série (2008-2010) foi o mais chuvoso com desvios positivos em relação à média do período, destacando-se o ano de 2010 como o de maior precipitação (extremamente chuvoso).

O estudo de uma série histórica mais extensa poderia resultar na identificação, de fato, de tendências e oscilações na dinâmica das chuvas (tanto em nível interanual quanto mensal/sazonal). Porém, pode-se considerar a existência de pequenos ciclos na variabilidade interanual desses 12 anos em análise.

Quanto à sua variabilidade espacial, a caracterização da precipitação na área de estudo durante a série histórica, possibilitou verificar a influência dos fatores geográficos do clima (latitude, maritimidade e orografia/relevo) na distribuição dessas chuvas. As áreas próximas aos maciços costeiros, sobretudo a barlavento e nos arredores do maciço da Tijuca, possuem os maiores valores de precipitação (seja em acumulados anuais, mensais, médias e números de dias de chuva).

A análise sazonal permitiu delimitar os meses de outubro a março como os que apresentaram totais mensais de chuva passíveis de caracterização de uma estação chuvosa (**segundo** objetivo específico). Cabe ressaltar a importância do mês de abril (início do outono), que também apresentou, dependendo do ano, elevados totais mensais de chuva caracterizando-se como um prolongamento da estação chuvosa. Esses resultados se assemelham com os encontrados na normal climatológica (BRASIL, 1992) e corroboram os estudos de Serra (1970a). Segundo o autor, o início do avanço das frentes, atrelado a uma atmosfera ainda bastante quente por conta da insolação do verão, possibilita a ocorrência de chuvas – inclusive de eventos e episódios extremos.

Não só os totais mensais de chuva foram maiores de outubro a março, como os eventos extremos de chuva ocorreram de forma mais frequente na estação chuvosa (ainda que eventos dessa magnitude pudessem ser identificados durante praticamente todos os meses do ano).

Ainda no que diz respeito à caracterização das chuvas no Rio de Janeiro durante o período estudado, a utilização do SSC e os resultados obtidos por essa classificação corroboraram com aqueles identificados a partir das análises estatísticas. O período chuvoso (outubro a março) coincidiu com o tipo de tempo MT (úmido tropical). Além disso, durante o ciclo anual, foi encontrada predominância dos tipos MT e MM (úmido moderado), que denotam a presença de umidade e temperaturas elevadas durante todo o ano. Os tipos DT (seco tropical), DM (seco moderado) e DP (seco polar) foram encontrados nos meses da estação menos chuvosa. Assim, a análise sintética viabilizada a partir do SSC coincidiu com a caracterização estatística e deu bases para a realização da análise dinâmica no decorrer do estudo.

Aliás, as chuvas extremas e a sua relação com a área de estudo (município do Rio de Janeiro), foi resultado da inserção de uma recente preocupação a partir dos estudos geográficos do clima.

Proposta por Sant'Anna Neto (2001a, 2001b, 2008), a inserção da perspectiva teórica da produção do espaço deslocou o eixo epistemológico da Climatologia na Geografia. A busca pelo que, do clima, interessa à ciência geográfica, fez com que a análise do fenômeno climático se desse em função de um espaço geográfico socialmente produzido. Foi sob as lentes da Geografia do Clima que os eventos extremos de precipitação foram analisados no estudo que se seguiu.

Os desastres relacionados à dinâmica hidrometeorológica são, muitas vezes, associados somente a elevados totais pluviométricos. A excepcionalidade pode ser encarada, num primeiro momento, como aquilo que foge aos padrões. Porém, ao mesmo tempo, ela deve ser compreendida nos estudos da variabilidade climática de determinada área (MONTEIRO, 1991).

Os estudos sobre impactos relacionados à chuva na cidade, sobretudo no campo da Geografia, demonstraram que chuvas com intensidade relativamente reduzida também ocasionam impactos no espaço urbano. E, ao contrário, que nem toda a chuva intensa deflagra impactos. Entre os casos mais comuns, os alagamentos figuram entre aqueles fenômenos comumente relacionados com as chuvas intensas, mas, neste trabalho, observa-se que nem sempre esta associação é direta. A revisão bibliográfica, especificamente no campo da ciência geográfica, possibilitou observar a ocorrência de diversos casos em que

alagamentos de impacto no cotidiano da cidade não aconteceram em episódios de chuvas intensas, já que a rugosidade urbana substituiu a topografia original gerando novas configurações espaciais que reordenam as interações chuva/superfície

São essas excepcionalidades que tem sido o foco dos estudos sobre transtornos, principalmente no espaço urbano, e que consistiram na proposta de estudo desta dissertação.

Por conta da disponibilidade de dados atrelada ao que já foi estudado e discutido na literatura de eventos extremos na Geografia, abordaram-se inicialmente os eventos extremos em sua escala diária (acima de 20mm de chuva em 24h) como passíveis de deflagração de impactos. Depois, com a aquisição de dados qualitativos mais recentes, tomou-se uma equação de chuva extrema em escala horária como considerável definidora de limiares de precipitação que pudessem, potencialmente, gerar impactos no território.

Assim, dentre os anos da série histórica, o ano padrão seco apresentou menor quantidade de eventos extremos, enquanto o habitual apresentou mais eventos, porém, com menor intensidade. O ano chuvoso apresentou elevado número de eventos de grande magnitude, como era de se supor.

Os totais de chuva mais intensos foram encontrados nos postos situados próximos a linha de costa e a barlavento dos maciços. Os postos localizados nas proximidades do maciço da Tijuca demonstraram que, além de possuir maiores totais mensais e anuais de chuva, apresentam também maior intensidade. Destacam-se os postos situados a barlavento.

Aproximadamente 90% das chuvas extremas foram desencadeadas a partir da atuação da Frente Polar Atlântica (**terceiro** objetivo específico – gênese das chuvas extremas). A situação latitudinal do Rio de Janeiro, localizado numa área de encontro entre o ar polar mais frio e seco e o ar tropical quente e úmido, faz com que o sudeste brasileiro possua a característica transicional.

A constituição do ar polar em relação ao ar tropical também possui interferência significativa na qualidade dos sistemas geradores das chuvas. A maior coesão do ar polar pode desencadear chuvas intensas, porém, em geral são rápidas as passagens frontais. O elevado gradiente barométrico atrelado à atuação pouco consistente do anticiclone tropical, sobretudo nos meses de inverno, são características fundamentais a ser consideradas neste

processo. A força do ar polar nos meses de inverno faz com que as porções continentais do país localizadas nas latitudes mais baixas se constituam em regiões de frontólise.

No verão, a pouca coesão faz com que os sistemas tropicais consigam penetrar na porção continental adentro, o que pode desencadear grande extensão horizontal das frentes que, aliadas ao significativo desenvolvimento vertical geram instabilidades mais pronunciadas na porção continental do país e chuvas mais catastróficas.

Com isso, reveste-se de importância fundamental a consideração da atuação de sistemas sazonais de circulação atmosférica, dados em *background* com mecanismos de teleconexão, na intensidade dessas massas de ar e na constituição dos sistemas atmosféricos geradores das chuvas.

Resultantes fundamentalmente da termodinâmica em escala global e regional (horizontal) e em altos e baixos níveis (vertical), sistemas como os cavados, a alta da Bolívia - AB, os VCANs e jatos de baixos níveis interferem de forma significativa na distribuição de umidade na América do Sul. A FPA, a ZCAS e as ITs são sistemas influenciados por eles tanto no que se refere a sua atuação em nível latitudinal quanto na sua intensidade. Por conta disso, se torna importante que estudos posteriores possam incorporar essa dimensão, ainda que elas não sejam diretamente aquilo que, do Clima, interesse à Geografia.

Com a análise dinâmica dos mecanismos geradores destas chuvas e a consulta qualitativa da ocorrência de impactos, optou-se por tomar dois tipos de extremos como passíveis de análise. O primeiro, “extremo meteorológico”, é o que se chama aqui de “evento extremo”: as chuvas estatisticamente acima dos valores habituais. As chuvas que deflagraram impactos foram analisadas dentro de uma segunda perspectiva: a dos episódios extremos – aqueles que repercutiram no espaço urbano.

Com relação à natureza dos impactos, a análise tanto em escala diária quanto em escala horária permitiu atestar a complexidade da questão. Os resultados obtidos demonstraram que a deflagração de repercussões não se relaciona de forma linear com as chuvas de elevada intensidade.

Em outras palavras: nem todo evento extremo desencadeia episódios. Porém, quase todos os episódios foram desencadeados por eventos extremos. Assim, **a intensidade das chuvas não é fator determinante para a ocorrência de impactos que repercutem no espaço geográfico.**

Por conta disso, a identificação dos alagamentos (**quarto** e último objetivo específico) levou em conta não apenas a série histórica definida a princípio (1999-2010). Foram considerados, principalmente em função da obtenção de informações qualitativas, dois anos mais recentes (2011-2012), o que demandou tratamento dos dados em escala horária. Até porque se tomou os *flash floods* como o tipo de alagamento a ser considerado no trabalho.

Os impactos dos alagamentos foram identificados na mídia impressa a partir de buscas de palavras-chave correlatas (inundação; alagamento; enchente). Ainda que os jornais não considerem esse tipo de fenômeno a partir de uma perspectiva científico-acadêmica, eles se constituíram em fonte qualitativa para a análise espacial das repercussões. Apesar de parte significativa da literatura, no campo da ciência geográfica, se utilizar da mídia impressa nas análises episódicas, um dos aspectos importantes a serem considerados e que pouco se explorado é a forma de abordagem das notícias. Manchetes sensacionalistas, que culpabilizam o clima e as chuvas como grandes causadoras das tragédias, se constituem em material de significativa valia para estudos futuros.

Os resultados constataram a importância da análise do espaço urbano em sua dimensão social. Principalmente no que se refere à impermeabilização do solo e características de zoneamento, a produção desigual do espaço promove diferentes relações com os fenômenos hidrometeorológicos. Essas relações foram verificadas a partir dos conceitos de risco e vulnerabilidade.

Admitiu-se que o risco é maior ou menor em função da vulnerabilidade dos grupos sociais, que, por produzirem e agirem no espaço de forma diferenciada acaba se encontrando em diferentes graus de vulnerabilidade. Nesse sentido e tal como o risco, a vulnerabilidade se conforma enquanto um produto social, historicamente construído e que carrega uma dimensão espacial eivada de contradições. Um contexto como esse acaba fazendo com que diferentes grupos sociais sejam afetados de forma diferente por eventos extremos de chuva.

O risco e a vulnerabilidade são, nesse sentido, representativos de uma produção do espaço que é desigual e se manifestam na escala do intraurbano, na diferenciação socioespacial. Diferentes agentes e dinâmicas alteraram profundamente os espaços, seja em sua dimensão fisiográfica, seja na sua dimensão socioeconômica. Essa relação confere outros sentidos à natureza na cidade. No caso do Rio de Janeiro, o que antes poderia ser

reconhecido enquanto potencialidade turística, paisagística e estética, por conta dos processos de especulação e alteração do solo urbano (expressos na diferenciação socioespacial) acabou por se tornar um pesadelo principalmente para as classes menos favorecidas na cidade.

A identificação de locais alterados no sítio urbano do Rio de Janeiro, atrelado às suas características orográficas, permitiu verificar que a apropriação de terrenos para incorporação ao tecido urbano da cidade se deu considerando o objetivo de acumulação e reprodução de capital. A construção de inúmeras vias de acesso para a expansão da moradia para as camadas mais abastadas, o aumento do cordão arenoso da praia para elevação do valor agregado dos terrenos a beira-mar, o aterramento de canais que simbolizavam a insalubridade, o desmonte de morros... todos esses acontecimentos tiveram como objetivo e consequência, em primeira e última instâncias, a produção, por classes hegemônicas, de uma cidade que servia (e deveria servir) apenas para alguns.

Isso resultou numa condição urbana perversa. As parcelas mais pobres da população, em virtude do elevado preço da terra na cidade, bem como pela ineficiência do transporte de massas, buscaram locais mais próximos do seu trabalho e/ou locais mais baratos para sobreviver. A condição de risco para as populações carentes acaba sendo, assim, a deflagração de deslizamentos e grandes enchentes que acarretam perdas muito significativas, tanto materiais quanto humanas. Para os mais abastados, as chuvas não possuem um impacto tão significativo do ponto de vista da vida humana. Notícias relacionadas a caos na mobilidade urbana (trânsito) e inviabilidade de deslocamento são relativamente comuns.

Em outras palavras, os frutos deste processo são as diferentes naturezas dos danos que são deflagrados em cada local a partir das chuvas intensas. Em verdade, as chuvas servem como mecanismo de desvendamento da produção do espaço urbano do Rio de Janeiro em seu processo histórico. Os locais de alagamento, identificados tanto na mídia quanto no mapa de pontos, são os registros de uma história que desconsiderou as características da materialidade de seu chão. Em outras palavras, tenta se reinventar e reinventar o espaço, com ares de novidade - característica da modernidade. O resultado é que, de fato, no Rio de Janeiro, a natureza encontra a história. E as chuvas trazem à tona as várias naturezas de suas geografias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Mauricio de Almeida. A evolução urbana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPP, 2006.

AMARAL, Rosângela e RIBEIRO, Rogério Rodrigues. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K., SANTORO, J. e AMARAL, R. (orgs). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

ANDREATTA, Verena; CHIAVARI, Maria Pace; REGO, Helena. O Rio de Janeiro e a sua orla: história, projetos e identidade carioca. Coleção Estudos Cariocas, n. 20091201. Rio de Janeiro: IPP, 2009.

BECK, Ulrich. La sociedad del riesgo mundial: en busca de la seguridad perdida. Barcelona: Paidós, 2007.

BERNARDES, Lysia. Regime pluviométrico do Estado do Rio de Janeiro. Boletim Geográfico – IBGE, Rio de Janeiro, 8(96): 1456-1457, mar. 1951.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Tendências e oscilações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia Física) – Departamento de Geografia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1987.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: Mendonça, Francisco e Monteiro, Carlos Augusto de Figueiredo. Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 2003.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: Guerra, Antonio José Teixeira e Cunha, Sandra Baptista (org.). Impactos ambientais urbanos no Brasil. 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normas Climatológicas (1961-1990). Brasília: EMBRAPA/SPI, 1992.

CARVALHO, Leila; JONES, Charles; LIEBMANN, Brant. Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone. *Journal of Climate*, v. 15, p. 2377-94, 2002.

CASTRO, Cleber Marques; PEIXOTO, Maria Naíse; RIO, Gisela Aquino Pires. Riscos ambientais e Geografia: conceituações, abordagens e escalas. Anuário do Instituto de Geociências/UFRJ. v. 28/2, p. 11-30, 2005.

CHAVES, Rosane e CAVALCANTI, Iracema. Eventos extremos de precipitação sobre o sul do Nordeste. In: Anais do CBMET, 2000.

CIDADE, Lucia Cony Faria. Urbanização, ambiente, risco e vulnerabilidade: em busca de uma construção interdisciplinar. Cadernos MetrÓpole. São Paulo, vol. 15, n. 29, 2013.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 14, n. 1. São Paulo: Cachoeira Paulista, 1999a.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 14, n. 3. São Paulo: Cachoeira Paulista, 1999b.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 14, n. 4. São Paulo: Cachoeira Paulista, 1999c.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 1. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006a.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 2. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006b.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 3. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006c.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 4. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006d.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 5. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006e.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 8. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006f.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 9. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006g.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 10. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006h.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 11. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006i.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 21, n. 12. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2006j.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 25, n. 1. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2010a.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 25, n. 2. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2010b.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 25, n. 3. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2010c.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 25, n. 4. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2010d.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 25, n. 6. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2010e.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 25, n. 7. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2010f.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 25, n. 10. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2010g.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 26, n. 1. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2011a.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 26, n. 2. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2011b.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 26, n. 3. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2011c.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 26, n. 4. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2011d.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 26, n. 9. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2011e.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 26, n. 11. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2011f.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 26, n. 12. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2011g.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 27, n. 1. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2012a.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 27, n. 3. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2012b.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 27, n. 4. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2012c.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 27, n. 8. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2012d.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 27, n. 9. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2012e.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 27, n. 10. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2012f.

CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Vol. 27, n. 12. São Paulo: Cachoeira Paulista, 2012g.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (orgs). Impactos ambientais urbanos no Brasil. 3 edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp. 47-109, 2005.

COELHO, Victor. Baía de Guanabara: uma história de agressão ambiental. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2007.

COLLISHONN, Erika. Inundações em Venâncio Aires, RS: interações entre as dinâmicas natural e social na formação de riscos socioambientais urbanos. (Tese). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Florianópolis: UFSC, 2009.

CONTI, José Bueno. Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista. Série Teses e Monografias, n. 18. São Paulo: IG, 1975.

CUTTER, Susan. Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography, v. 20, n. 4, 1996.

DE MARTONNE, Emanuel. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico. Revista Brasileira de Geografia. Ano VI, n2. Rio de Janeiro: IBGE, 1944.

DERECZYNSKI, Claudine Pereira; OLIVEIRA, Juliana Silva e MACHADO, Christiane Osório. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 24, n. 1, pp. 24-38, 2009.

EM-DAT. Emergency Events Database. Annual disaster statistical review. 2012.

EM-DAT. Emergency Events Database. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em: <<http://www.em-dat.net/>>. Acesso em Janeiro de 2014.

FERREIRA, Nelson; RAMÍREZ, Maria Valverde; GAN, Manoel Alonso. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam na vizinhança do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi; DIAS, Maria Assunção Faus da Silva (orgs). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

GALVÃO, Maria do Carmo Correa. Focos sobre a questão ambiental no Rio de Janeiro. In: ABREU, Mauricio de Almeida (org). Natureza e sociedade no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, 1992.

GENOVEZ, Abel Maia e ZUFFO, Antonio Carlos. Chuvas intensas no estado de São Paulo: estudos existentes e análise comparativa. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 5, n. 3, pp. 45-58, 2000.

GIDDENS, Anthony. Risco. In: *Mundo em descontrolado: o que a globalização está fazendo de nós*. São Paulo: Record, 2002.

GONÇALVES, Neyde. Impactos pluviométricos e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: Mendonça, Francisco e Monteiro, Carlos Augusto de Figueiredo. *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.

HAIR, Joseph; BLACK, William; BABIN, Barry; ANDERSON, Rolph e TATHAM, Ronald. *Análise multivariada de dados*. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2009.

KALKSTEIN, L. S.; NICHOLS, M. C.; BARTHEL, C. D. and GREENE, J. S. A new spatial synoptic classification: application to air-mass analysis. *International Journal of Climatology*. 16, p. 983-1004, 1996.

KALKSTEIN, Laurence. S.; SHERIDAN, Scott and GRAYBEAL, Daniel. A determination of character and frequency changes in air masses using a Spatial Synoptic Classification. *International Journal of Climatology*. 18, p. 1223-1236, 1998.

KAYANO, Mary Toshie; JONES, Charles; DIAS, Pedro Leite da Silva. Variabilidade intrassazonal. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi; DIAS, Maria Assunção Faus da Silva (orgs). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

KONRAD II, Charles. Synoptic-scale features associated with warm season heavy rainfall over interior southeastern United States. *Weather and Forecasting*, v. 12, p. 557-571, 1997.

KOWARICK, Lucio. *Viver em risco: sobre a vulnerabilidade socioeconômica e civil*. São Paulo: Editora 34, 2009.

LA RED – La Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina. Agenda de investigación y constitución orgánica. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/1992/agenda/AgendaDeInvestigacion-1.0.0.pdf>>. Puerto Limón: Costa Rica, 1992.

LIMA, Altieris Porfírio. *Análise de impactos associados à precipitação na cidade de São Carlos – SP*. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Presidente Prudente: UNESP, 2012.

MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. *Revista da ANPEGE*, v. 7, p. 99-109, 2011.

MENDONÇA, Francisco e DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Contexto, 2007.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil. Série Teses e Monografias, n. 1. São Paulo: IG, 1969.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Análise rítmica em Climatologia – problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. Climatologia vol. 1, São Paulo, n. 1, 1971.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Clima e excepcionalismo. Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. De tempos e ritmos: entre o cronológico e o meteorológico para a compreensão geográfica dos climas. Geografia, Rio Claro, v. 26, n. 3, p. 131-154, 2001.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano. In: MENDONÇA, Francisco e MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (orgs). Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, Ana. As cidades e a precipitação: uma relação demasiado briguenta. Revista Brasileira de Climatologia. São Paulo: ABClima, 2009.

MOREIRA, Ruy. O pensamento geográfico brasileiro, vol. 3: as matrizes brasileiras. São Paulo: Contexto, 2010.

NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES, Luci Hidalgo. Compreensões e ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres. Territorium, n. 16, p. 181-189, 2009.

OLIVEIRA, Marcelo Accioly Teixeira e HERMANN, Maria Lucia de Paula. Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis. In: Guerra, Antonio José Teixeira e Cunha, Sandra Baptista (org.). Impactos ambientais urbanos no Brasil. 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

PHILLIPS, I. e MCGREGOR, G. The relationship between synoptic scale airflow direction and daily rainfall: a methodology applied to Devon and Cornwall, South West England. Theoretical and Applied Climatology. n. 69, 179-198, 2001.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. Os (des)caminhos do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2006.

SANT'ANNA NETO, João Lima. As chuvas no estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. São Paulo: FFLCH/USP, 1995.

SANT'ANNA NETO, João Lima. História da Climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. Tese (Livre Docência). Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2001a.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Por uma Geografia do Clima. Terra Livre, São Paulo, v. 17, p. 49-62, 2001b.

SANT'ANNA NETO, João Lima. O decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro. Revista Brasileira de Climatologia, v. 1, n. 1, pp. 43-60, 2005.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. Revista da ANPEGE, v. 4, p. 1-18, 2008.

SANT'ANNA NETO, João Lima. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. Revista Brasileira de Climatologia, ano 7, vol. 8, p. 45-60, 2011.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Escalas geográficas do clima: mudança, variabilidade e ritmo. In: Margarete C. de Costa Trindade Amorim; João Lima Sant'Anna Neto; Ana Monteiro (org.). Climatologia Urbana e Regional: questões teóricas e estudos de caso. 1ª edição. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

SATTERTHWAITE, David; SALEEMUL, Huq; REID, Hannah; PELLING, Mark, LANKAO, Patricia Romero. Adapting to climate change in urban areas: the possibilities and constraints in Low- and Middle-income nations. In: BICKNELL, Jane; DODMAN, David e SATTERTHWAITE, David. Adapting cities to climate change: understanding and addressing the development challenges. London: Earthscan, 2009.

SERRA, Adalberto e RATABONNA, Leandro. O clima do Rio de Janeiro. Serviço de Meteorologia, Ministério da Agricultura. 1941.

SERRA, Adalberto. O clima da Guanabara. Boletim Geográfico, v. 214, pp. 80-111, 1970a.

SERRA, Adalberto. Chuvas intensas na Guanabara. Boletim Geográfico, v. 218, pp. 24-48, 1970b.

SERRA, Adalberto. Circulação no hemisfério sul. Boletim Geográfico, v. 224, pp. 23-87, 1971.

SHERIDAN, Scott. Redevelopment of an Air Mass Classification scheme for North America, with applications to climate trends and teleconnections (Dissertation). University of Delaware, 2000.

SHERIDAN, Scott. The redevelopment of a weather-type classification scheme for North America. International Journal of Climatology. 22: 51-68, 2002.

SILVEIRA, Renata Dias. Relação entre tipos de tempo, eventos de precipitação extrema e inundações no espaço urbano de São Sepé – RS. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Santa Maria: UFSM, 2007.

SOUZA, Marcelo José Lopes. Dos problemas sócio-espaciais à degradação ambiental – e de volta aos primeiros. In: O desafio metropolitano. Um estudo sobre a problemática socio-espacial nas metrópoles brasileiras. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

SOUZA, Regina Célia de Gouveia. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 6, n. 1, 45-61, 2005.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L. K., SANTORO, J. e AMARAL, R. (orgs). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TRIGO, Ricardo e DACAMARA, Carlos. Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal. International Journal of Climatology. Vol. 20: 1559-1581, 2000.

UNISDR - The United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/who-we-are>> . Acesso em Janeiro de 2014.

VEYRET, Yvette. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VICENTE, Andrea Koga. Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Campinas: UNICAMP, 2004.

YARNAL, Brent. Synoptic climatology in environmental analysis: a primer. London: Belhaven Press, 1993.

ZAVATTINI, João Afonso. As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul. Estudo geográfico com vistas a classificação climática. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

ZAVATTINI, João Afonso e BOIN, Marcos Norberto. Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa. Campinas: Alínea, 2013.

ANEXO I

MAPEAMENTO DOS PONTOS DE DRENAGEM

ANEXO II
CD DE METADADOS

Esta dissertação acompanha um CD de metadads contendo, além da versão .pdf do trabalho, os dados utilizados em todo o processo de elaboração desta dissertação. Eles estão disponibilizados, em sua versão bruta e tratada, no interior das pastas existentes no CD. Além disso, arquivos .shp, imagens e arquivos em .txt também foram gravados.

A autora coloca-se à disposição para socialização de todos os arquivos aqui disponibilizados a qualquer momento, e pode ser contactada via email:

nubiaarmond@hotmail.com