UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

EVENTOS EXTREMOS DE CHEIAS E SECAS NA CALHA DO RIO SOLIMÕES: SUAS PROPORÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Bolsista: Diego Gomes Aguiar, FAPEAM.

MANAUS
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-E/0224/2012

EVENTOS EXTREMOS DE CHEIAS E SECAS NA CALHA DO RIO SOLIMÕES: SUAS PROPORÇÕES E CLASSIFICAÇÃO

Bolsista: Diego Gomes Aguiar, FAPEAM.
Orientador: Naziano Pantoja Filizola Júnior, PhD.

MANAUS
2013

RESUMO: Eventos hidrológicos extremos nos rios amazônicos têm ganhado notoriedade e hoje se encontram na pauta de discussões e debates em muitos eventos, dada a sua magnitude e tempo de permanência, o que gera caos por parte das populações ribeirinhas e mobilização por parte das autoridades públicas na mitigação dos desastres naturais. Exemplos disso são os eventos que recentemente afetaram boa parte do estado do Amazonas: os anos de 2005 e 2010 (anos de seca extrema) e os anos de 2006 e 2009 (cheia extrema). O objetivo geral do trabalho consistiu em analisar o comportamento das cotas fluviométricas do Rio Solimões com base nos dados das estações hidrométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), na busca pelo estabelecimento de um sistema de classificação de padrões de eventos hidrológicos extremos. Como objetivos específicos pretendeu-se: 1- Caracterizar os eventos extremos nos anos de 2005/2006 e 2009/2010 segundo dados de um conjunto de estações hidrométricas da ANA; 2 - Elaborar uma classificação para cheias e secas de acordo com a intensidade, com base nos dados hidrológicos obtidos a partir das estações consideradas e 3 - Investigar os documentos disponibilizados pele Defesa Civil nos anos de eventos extremos propostos para estudo ao longo da calha do Rio Solimões para a compreensão dos impactos oriundos destes. Os procedimentos metodológicos adotados constituíram no levantamento bibliográfico de fontes secundárias, assim como coleta de dados fluviométricos das estações hidrométricas definidas para estudo. As cotas são coletadas da plataforma do Observatório Ambiental da Hidrologia e Geodinâmica da Bacia Amazônica – Consórcio Internacional ORE/HYBAM e do banco de dados da ANA. Os dados corresponderam a um período de 30 anos (1981-2010). A partir disso seguiram-se as seguintes atividades: 1) Processamento de dados no software HYDRACCESS, desenvolvido para o tratamento dos dados e posteriormente a obtenção de tabelas (10 maiores cheias e secas extremas) e cotagramas; 2) Elaboração de classificação para cheias e secas nas estações hidrométricas determinadas para estudo através do método estatístico de Desvio Padrão; 3) Análise e sistematização dos dados secundários e trabalho de gabinete. Outro fornecedor de dados a ser mencionado foi a Defesa Civil, através do levantamento de documentos oficiais correspondentes aos desastres causados pelos eventos extremos. O estudo permitiu uma análise abrangente sobre a intensidade dos eventos de cheias e secas, ocorridos em 2005, 2006, 2009 e 2010 ao longo do Rio Solimões. Observou-se que as secas são muito mais latentes que as cheias e que dentre as cheias, somente a de 2009 teve grande impacto na maior parte das estações. Para os anos de secas, o ano de 2010 correspondeu ao ano em que houve a pior seca para quase todas as estações. Vale destacar que em grande parte das estações as cheias e secas tem ocorrido de forma mais intensa e próxima a partir da década de 90 do século XX.

Palavras-chave: Hidrologia, Eventos Extremos e Cotas Fluviométricas.

Sumário

INTRODUÇÃO 4

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5

Entendendo a ocorrência de eventos extremos de secas e cheias na região amazônica: contexto climático e hidrológico 5

As ações de Defesa Civil: mecanismos de assistência às populações prejudicadas por desastres naturais 6

MÉTODOS UTILIZADOS 7

RESULTADOS E DISCUSSÕES 8

Área de estudo 8

As 10 maiores secas e cheias ao longo do Rio Solimões: Ocorrências e dados de Defesa Civil 8

Eventos extremos de cheias e secas: proposta de classificação 10

Defesa Civil: documentos disponibilizados para os anos de estudo 12

CONCLUSÕES 13

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 14

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES 16

INTRODUÇÃO

A sazonalidade dos rios amazônicos produz transformações nas espacialidades das populações, fazendo com que estas busquem modos de adaptar-se às oscilações no regime hidrológico.

Exemplos disso são os eventos que recentemente afetaram boa parte do estado do Amazonas: os anos de 2005 e 2010 (anos de seca extrema) e os anos de 2006 e 2009 (cheia extrema). Os eventos extremos nos anos acima destacados, uma vez analisados com base nas informações hidrológicas, e em especial no conjunto da série histórica de dados das estações, permitem o entendimento do funcionamento dos rios. Tal funcionamento indica como os diferentes rios se comportaram nos respectivos cenários, influenciados por eventos de cheia ou seca anômalos.

A motivação desta pesquisa veio em função do projeto de iniciação científica anterior (PIBIC 2011/12) intitulado: “Eventos extremos de cheias e secas nos rios amazônicos: Seus impactos e influências na cidade de Manacapuru” onde se pôde constatar através dos resultados obtidos que as cheias e secas são fenômenos que tem se intensificado. Foi possível concluir que grande parte dos eventos extremos nos últimos 40 anos em Manacapuru intensificou-se a partir da década de 90 do século XX. Dado este importante que deve mobilizar as autoridades públicas e sociedade civil na busca de formas de adaptação e mitigação dos impactos.

O objetivo geral do trabalho consistiu em analisar o comportamento das cotas fluviométricas do Rio Solimões e seus tributários com base nos dados das estações hidrométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), na busca pelo estabelecimento de um sistema de classificação de padrões de eventos hidrológicos extremos.

Para os objetivos específicos pretenderam-se: caracterizar os eventos extremos nos anos de 2005/2006 e 2009/2010 segundo dados de um conjunto de estações hidrométricas da ANA, bem como; elaborar uma classificação para cheias e secas de acordo com a intensidade com base nos dados hidrológicos obtidos a partir das estações consideradas, e; investigar os documentos disponibilizados pele Defesa Civil nos anos de eventos extremos propostos para estudo ao longo da calha do Rio Solimões para a compreensão dos impactos oriundos destes.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entendendo a ocorrência de eventos extremos de secas e cheias na região amazônica: contexto climático e hidrológico

Muito se tem notícia sobre o avanço dos eventos extremos na Amazônia. Secas drásticas como as de 2005, bem como as cheias extremas que ocorreram em 2009 e em 2012 fizeram com que muitas populações fossem afetadas em suas mais variadas atividades, desde perdas na agricultura até atrasos em calendários escolares e disseminação de doenças por veiculação hídrica.

Nas diferentes bacias do Brasil, a incidência de secas em nível anual ilustra a variabilidade interanual do clima associados a fenômenos de El Niño ou La Niña no Oceano Pacífico Tropical ou à variabilidade na temperatura da superfície do mar do Atlântico Tropical ao norte e ao sul da linha equatorial, que podem gerar anomalias climáticas conducentes a grandes secas (MARENGO et al., 2003). Vale ressaltar que o regime anual dos rios da bacia Amazônica é determinado pela variabilidade do regime pluviométrico das cabeceiras, conforme descrito por (VALE *et al.*, 2011).

A pluviosidade na região Amazônica apresenta uma heterogeneidade na distribuição espacial e sazonal com a média em torno de 2.500 mm/ano. As maiores precipitações são encontradas em três áreas: 1 – noroeste do Amazonas, com chuvas acima de 3.000 mm/ano, presença de ar úmido causado pelos ventos vindos do leste da ZCIT e pelo efeito orográfico dos Andes; 2 – centro sul da região norte: entre os estados do Amazonas e Pará, em torno de 5º S, e; 3 – parte leste da bacia Amazônica: entre o Pará e o Amapá, podendo as precipitações anuais alcançar os 4.000 mm, influenciadas pelas linhas de instabilidade que se formam ao longo da costa (MARENGO e NOBRE, 2009).

Grande parte dos trabalhos que se referem a eventos hidrológicos extremos e sua incidência baseiam-se em análises climáticas (MARENGO e HASTENRATH, 1993; RICHEY *et al.*, 1989 e ZENG *et al.*, 2008) e/ou em análises hidrológicas (FILIZOLA, 2003 e VALE *et al.*, 2011), sendo que a última aplica em grande parte a variável *vazão*. A intenção em se trabalhar com cotas (níveis fluviométricos) consiste em aproximar o estudo da medida mais perceptível aos olhos da população e a mais utilizada quando se trata das oscilações que o rio sofre durante o ano.

Molinier (1996) aponta que bacia Amazônica cobre uma área de aproximadamente 6.000.000 km² e uma descarga média de 209.000 m³/s, sendo que

os Rio Solimões/Amazonas encaixam-se em um regime equatorial alterado, por receberem diferentes contribuições por seus tributários, tendo um máximo hidrológico em maio e um mínimo em junho. Nota-se a extrema importância da bacia Amazônica em termos hídricos, especialmente por tomar para si 68% do total da vazão de todos os rios brasileiros (BECKER e STENNER, 2008).

As ações de Defesa Civil: mecanismos de assistência às populações prejudicadas por desastres naturais

A Defesa Civil tem como objetivo o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas (CASTRO *et al.*, 2007). Como objetivos específicos: Promove a defesa contra desastres naturais ou provocados pelo homem; Previne ou minimiza danos, socorre e assiste as populações atingidas, reabilitando e recuperando áreas deterioradas por desastres; Atua na iminência ou em situações de desastres; Promove a articulação e a coordenação do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC, em todo o território Nacional (BRASIL, 2007).

No período entre 1991 e 2010, as informações oficiais sobre um desastre no Brasil podiam ocorrer pela emissão de dois documentos distintos, emitidos por etapas consequentes: o Formulário de Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) e o Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN). A partir da ocorrência de um desastre, os documentos eram preenchidos pelo representante legal do município e encaminhados à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil e à Secretaria Nacional de Defesa Civil, informando os dados requeridos. Também era preciso que o prefeito oficializasse a ocorrência do desastre por meio de um Decreto Municipal, que em situações específicas podia substituir o NOPRED e o AVADAN. De posse de tais documentos, a Secretaria Nacional de Defesa Civil ou o Ministério da Integração Nacional homologava o Decreto Municipal por meio de uma Portaria publicada no Diário Oficial da União, a fim de tornar pública e reconhecida uma situação de emergência ou estado de calamidade pública (CEPED/UFSC, 2011).

De acordo com a Política Nacional de Defesa Civil (2007), a situação de emergência é o “reconhecimento legal pelo poder púbico de situação anormal, provocada por desastre, causando danos suportáveis à comunidade afetada”. O estado de calamidade pública é o “reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, provocada por desastre, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade ou à vida de seus integrantes” (BRASIL, 2007).

MÉTODOS UTILIZADOS

Para alcançar os objetivos propostos neste estudo, os procedimentos metodológicos foram divididos em cinco fases principais, sendo o (a):

- Processamento de dados no software HYDRACCESS, disponível na plataforma ORE-HYBAM, desenvolvido para o tratamento dos dados e posteriormente a obtenção de tabelas (10 maiores cheias e secas extremas) e cotagramas;

- Elaboração de classificação para cheias e secas nas estações hidrométricas determinadas para estudo através do método estatístico de Desvio Padrão, sendo: três classificações para cheia - Cheia (normal), Cheia forte (somando a média diária histórica a duas vezes o Desvio Padrão) e Cheia Extrema (a média diária histórica somada a três vezes o Desvio Padrão) e três classificações para seca - Seca (normal), Seca Forte (diminuindo a média histórica diária a duas vezes o Desvio Padrão) e Seca Extrema (diminuindo a média histórica a três vezes o Desvio Padrão);

- Análise e sistematização dos dados secundários e trabalho de gabinete consistindo na elaboração dos relatórios Parcial e Final de PIBIC.

- Obtenção dos dados de Defesa Civil através dos Formulários de Avaliação de Danos – AVADAN, Notificação Preliminar de Desastre – NOPRED e Portarias. A análise comparativa dos dados de Defesa Civil com as tabelas dos dez maiores eventos hidrológicos extremos para cada estação, tanto em cheias quanto em secas, e com os cotagramas representativos da série histórica propiciam um maior entendimento da amplitude dos eventos demonstrando o caráter de abrangência destes, onde se pode identificar se realmente eles foram de âmbito regional ou localizado.

A base conceitual da pesquisa está centrada nos conceitos de Hidrologia, eventos extremos e cotas fluviométricas. A proposta da análise por cotagramas remonta ao estudo empreendido por Sternberg (1998, reedição) para exprimir de forma quantitativa a descida e a subida das águas através dos dados coletados da escala fluviométrica do porto de Manaus.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Área de estudo

A área de estudo compreende o trecho que corresponde à calha do Rio Solimões. As estações hidrométricas determinadas para estudo são: Tabatinga, Santo Antônio do Içá, Fonte Boa, Itapeua, Manacapuru e Manaus. A estação hidrométrica de Manaus foi incluída por sofrer notória influência do Rio Solimões através do efeito de barramento que este rio exerce sobre o Rio Negro. Para o trabalho com dados fluviométricos, torna-se indispensável a utilização de dados coletados pelas estações hidrométricas (Figura 01). A partir dessas estações, é possível mensurar o volume das chuvas, a evaporação da água, o nível e vazão dos rios, a quantidade de sedimentos e a qualidade da água.

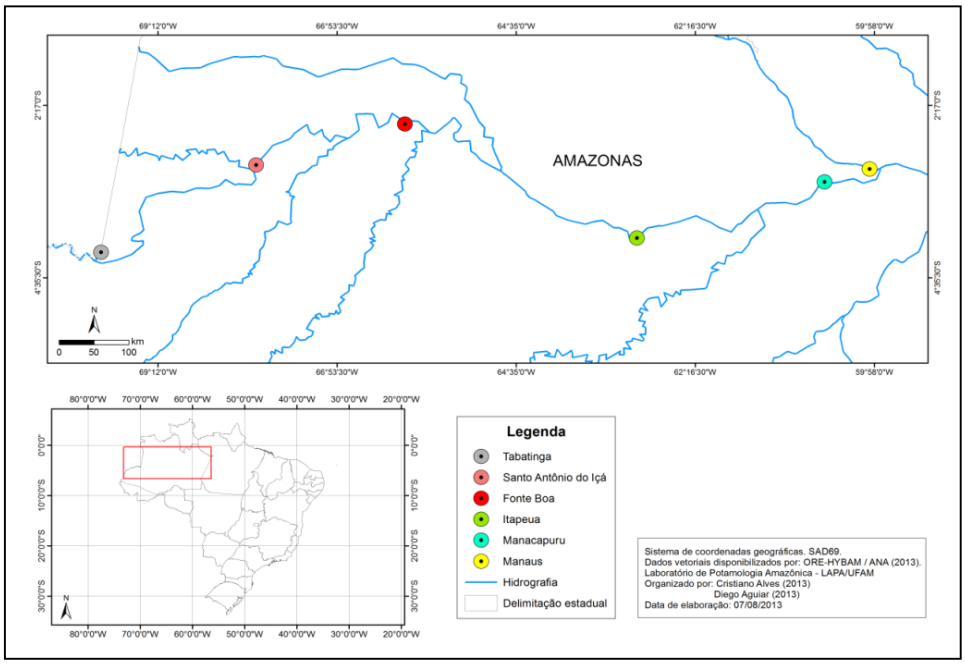


Figura 01: Localização das estações hidrométricas tomadas para estudo.
Fonte: Org.: ALVES, C. S., AGUIAR, D. G., 2013.

As 10 maiores secas e cheias ao longo do Rio Solimões: Ocorrências e dados de Defesa Civil

Os anos de 2005, 2006, 2009 e 2010 foram intensamente veiculados pela imprensa regional como sendo anos de eventos extremos. Foram identificados que os mesmos não tiveram a mesma representatividade em termos de intensidade ao longo

da calha do Rio Solimões. Para tal compreensão, foram produzidas tabelas com os dez maiores eventos extremos de seca e de cheia para cada estação hidrométrica (de uma série de dados de 30 anos, de 1981 a 2010). Os anos em estudo estão destacados em vermelhos nas tabelas nos ANEXOS 1.

A tabela abaixo (Tabela 01) condensa os resultados obtidos e permite visualizar a colocação das cheias e secas dos anos de 2005, 2006, 2009 e 2010 para cada uma das estações.

ESTAÇÕES	SECA DE 2005	CHEIA DE 2006	CHEIA DE 2009	SECA DE 2010
Tabatinga	3º	-	4º	1º
Santo Antônio do Içá	10º	9º	2º	1º
Fonte Boa	4º	-	2º	1º
Itapeua	3º	-	1º	1º
Manacapuru	2º	9º	1º	-
Manaus	3º	8º	1º	1º

Tabela 01: Colocação das cheias de 2006 e 2009 e secas de 2005 e 2010 para cada uma das estações de estudo em função das 10 maiores secas e cheias da série histórica (1981-2010). **Org.:** AGUIAR, D. G., 2013.

Quanto à estação de Tabatinga (Anexos 1.1 e 1.2), o ano de 2010 e o ano de 2005 correspondem ao primeiro e terceiro lugar respectivamente entre as maiores secas. Dentre as secas, nos últimos 30 anos, cinco delas ocorreram na década de 90. Com relação às cheias, apenas o ano de 2009 aparece na tabela ocupando a quinta posição, e a década de 90 continua representando a década com a maior ocorrência de cheias extremas.

Para a estação de Santo Antônio do Içá (Anexos 1.3 e 1.4), os anos de 2005 e 2010 constituem a décima e a primeira maior seca dos últimos 30 anos. Seis dos maiores eventos extremos de seca ocorridos foram da década de 90. Quanto às cheias, 2009 se posiciona como a segunda maior cheia histórica da estação e 2006 como a nona maior cheia. As cheias se deram com maior ocorrência na década de 90 e de forma muito próxima, tendo anos de cheias extremas seguidas (1993 e 1994, 1998, 1999 e 2000, 2002 e 2003).

Os anos de 2010 e 2005 em Fonte Boa (Anexos 1.5 e 1.6) figuram como o primeiro e o quarto maiores anos de eventos extremos. Seis dos maiores eventos ocorreram na década de 90. No que concerne à cheia, apenas o ano de 2009 se

insere como a segunda maior cheia dos últimos 30 anos. Quatro dos maiores eventos tiveram maior incidência a partir dos anos 2000.

Na estação hidrométrica de Itapeua (Anexos 1.7 e 1.8) as secas de 2010 e 2005 ocuparam a primeira e terceira colocação. A maior incidência de secas se deu a partir dos anos 90, se intensificando ao longo dos anos 2000. Apenas a cheia de 2009 entrou entre as 10 maiores cheias, ocupando a primeira a primeira posição. Na década de 80 e 90, se deram as maiores ocorrência de cheias extremas.

Na estação hidrométrica de Manacapuru (Anexos 1.9 e 1.10), somente o ano de 2005 se apresenta como um ano de seca extrema. Cinco das maiores secas se deram na década de 90. Os anos de 2009 e 2006 são o primeiro e nono ano de cheia extrema respectivamente. A década de 90 e a primeira década dos anos 2000 são as décadas onde se ocorreram as maiores cheias dos últimos 30 anos.

Em relação à estação hidrométrica de Manaus (Anexos 1.11 e 1.12), os anos de 2010 e 2005 são o primeiro e terceiro anos de secas extremas. Seis das maiores secas encontram-se na década de 90. Quanto às cheias, 2009 e 2006 se posicionam como a primeira e oitava maiores cheias extremas, sendo que a partir da década de 90 as cheias passaram a intensificar-se.

A identificação dos anos de eventos extremos ajuda a entender o avanço dos mesmos ao longo dos últimos 30 anos na calha do Rio Solimões. Em grande parte das estações, as maiores ocorrências dos eventos se deram na década de 90. Nos últimos anos, as secas tornaram-se bem mais expressivas.

Eventos extremos de cheias e secas: proposta de classificação

Pela grande quantidade de gráficos produzidos para cada estação, optou-se por apresentar os gráficos da proposta de classificação para as estações hidrométricas nos ANEXOS 2.

No Anexo 2.1 apresenta-se a classificação da seca ocorrida no ano de 2005 para a estação hidrométrica de Tabatinga. Com a cota mínima no mês de outubro, a seca ocorrida neste ano esteve na faixa classificada como Seca Forte. A cheia de 2006 (Anexo 2.2) não se incluiu na relação dos dez maiores eventos extremos, portanto sendo uma Cheia Normal. O ano de 2009 (Anexo 2.3) em Tabatinga pode ser classificado com um ano de uma Cheia Forte, estando fora do padrão de normalidade desde o mês de fevereiro, permanecendo até maio. O ano de 2010 (Anexo 2.4), ao

contrário de 2005 pode ser considerado um ano de uma Seca Extrema, tendo seus menores níveis no mês de outubro.

Em Santo Antônio do Içá, todos os anos em estudo estiveram entre os dez maiores eventos extremos. Em 2005, com um mínimo no mês de outubro, a seca foi classificada como Forte (Anexo 2.5). Em 2006, sendo a nona maior cheia dos últimos trinta anos, a cheia classifica-se como uma Cheia Forte (Anexo 2.6). Quanto ao ano de 2009, a cheia é classificada como uma cheia forte (Anexo 2.7). E no ano de 2010, com um mínimo na metade do mês de outubro a seca é classificada como Seca Extrema (Anexo 2.8).

Em Fonte Boa, a seca de 2005 é classificada como uma Seca Forte, tendo seu mínimo no mês de outubro (Anexo 2.9). O ano de 2006 (Anexo 2.10) não esteve entre as dez maiores cheias dos últimos 30 anos, sendo assim classificada como uma Cheia Normal. O ano de 2009 com uma antecipação alcança a classificação de Cheia Forte (Anexo 2.11). Em novembro de 2010, tendo sua cota mínima no mês de novembro, a seca pode ser classificada como Seca Extrema (Anexo 2.12).

Para a estação hidrométrica de Itapeua, em 2005 o evento extremo pode ser classificado como uma Seca Forte, com um mínimo no mês de novembro (Anexo 2.13). O ano de 2006 foi classificado como uma Cheia Normal (Anexo 2.14). O ano de 2009, apesar de ser a maior cheia dos últimos 30 anos, é classificado como uma Cheia Normal, não alcançando o patamar de uma cheia forte (Anexo 2.15). Em 2010, com a cota mínima no mês de outubro, a seca pode ser considerada como Seca Extrema (Anexo 2.16).

Na estação hidrométrica de Manacapuru, apenas o ano de 2005 entra como uma das maiores secas, e permanece como a segunda classificação. Este ano classifica-se como uma Seca Extrema tendo um mínimo no mês de outubro (Anexo 2.17). Em 2006, a cheia sofre uma antecipação alcançando a classificação de uma Cheia Forte (Anexo 2.18). Em 2009, a cheia classifica-se como uma Cheia Forte em seu pico máximo, porém antecipadamente permaneceu por alguns meses com uma subida nas cotas, estabilizando-se por volta do mês de maio (Anexo 2.19). O ano de 2010 não pôde receber uma classificação devido à ausência dos dados de cota a partir do mês de maio, estendendo-se até o mês de dezembro.

Quanto à estação hidrométrica de Manaus, o ano de 2005 pode ser classificado como um ano de Seca Forte (Anexo 2.20). Em 2006, a cheia apesar de ser a oitava maior dos últimos 30 anos, classifica-se apenas como uma Cheia Normal

(Anexo 2.21). Em 2009 (Anexo 2.22), do mês de abril ao final de maior a cheia permanece na faixa extrema, porém com o pico alcançado na faixa da Cheia Forte. Em 2010, o pico mínimo é alcançado em outubro, sendo a seca classificado como uma Seca Extrema (Anexo 2.23).

Defesa Civil: documentos disponibilizados para os anos de estudo

Para as estações hidrométricas em análise, os anos de 2005, 2006, 2009 e 2010, em grande parte delas, foram considerados anos em que houveram eventos extremos de cheias ou secas. Em consequência disso, investigaram-se os documentos oficiais de desastres de enchentes graduais e secas ou estiagens com descrição referente à mudança gradual no nível do rio.

A tabela no Anexo 3 (Anexo 3.1) apresenta os documentos que foram emitidos para cada município em que se encontram as estações hidrométricas de estudo. Vale ressaltar que no ano de 2005, o AVADAN foi emitido a nível estadual e não detalhado para cada município.

Para o ano de 2005, não foi emitido AVADAN a nível municipal e sim a nível estadual. Nenhum NOPRED ou mesmo Portarias foram encontrados para este ano em nenhum município. Para o ano de 2006, apenas em Manacapuru foi emitido um AVADAN e uma Portaria relatando o aumento do nível fluviométrico no município. Cabe o entendimento de que neste município a cheia causou um impacto bem mais expressivo que nos outros municípios.

Em 2009, as Defesas Civis de Santo Antônio do Içá, Fonte Boa e Manacapuru emitiram AVADAN. Os NOPRED's emitidos neste ano foram para Santo Antônio do Içá, Fonte Boa e Manaus. E apenas o município de Fonte Boa obteve uma portaria. No ano de 2010, os AVADAN's emitidos foram para Fonte Boa e Manaus. O NOPRED foi emitido em Santo Antônio do Içá, Fonte Boa e Manacapuru. A Portaria para a seca foi emitida para Santo Antônio do Içá, Fonte Boa, Itapeua e Manacapuru.

Com base nos dados disponibilizados pela Defesa Civil, dentre os anos de estudo, 2009 (cheia) e 2010 (seca) foram os anos que mais se sobressaíram em termos de ocorrências de documentos demonstrando a magnitude e impacto de tais eventos ao longo do Rio Solimões e impactos nos municípios na calha do rio.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu uma análise abrangente sobre a intensidade dos eventos de cheias e secas, ocorridos em 2005, 2006, 2009 e 2010 ao longo do Rio Solimões. Alguns desses eventos corresponderam a extremos e se estabeleceram como maiores ou como um dos maiores nas estações hidrométricas de análise.

Observou-se que de acordo com os resultados obtidos, as secas são muito mais latentes que as cheias e que dentre as cheias, somente a de 2009 teve grande impacto na maior parte das estações. Para os anos de secas, o ano de 2010 correspondeu ao ano em que houve a pior seca para quase todas as estações. Vale destacar que em grande parte das estações as cheias e secas tem ocorrido de forma mais intensa e próxima a partir da década de 90 do século XX.

A classificação proposta para as cheias e secas revelou que nas estações apresentadas, as classificações para as secas tendem a ser de Fortes a Extremas, e para as cheias de Normal a Forte. Desta forma, destacando que as secas têm muito mais expressividade na calha do Rio Solimões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, D. G. **Eventos extremos de cheia e seca nos rios amazônicos: Seus impactos e influências na cidade de Manacapuru (AM)**. Relatório Parcial do Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC): 2012, 29 p. Trabalho não publicado.

BECKER, B. K. e STENNER, C. **Um futuro para a Amazônia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. (Série Inventando o Futuro).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica**. Brasília: MMA/SRH, 2006. Amazônica. 124 p. il. (Caderno da Região Hidrográfica). ISBN 85-7738-065-3.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Política Nacional de Defesa Civil**. Rio de Janeiro: 2007.

DIEGUES, A. C. Água e cultura nas populações tradicionais brasileiras. In: RIBEIRO, W. C. (Org.). **Governança da água no Brasil: Uma visão interdisciplinar**. São Paulo: Annablume; Fapesp; CNPq, 2009, p. 13-34.

FILIZOLA, N. P.; SILVA, A. V. da; SANTOS, A. M. C. dos; OLIVEIRA, M. A. **Cheias e secas na Amazônia: Breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo**. T&C Amazônia, v. 9, p. 42-49, 2006.

FILIZOLA, N. P.; GUYOT, J. L.; MOLINIER, M.; GUIMARÃES, V.; OLIVEIRA, E. de. **Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica**. In: RIVAS, A. e FREITAS, C. E. de C. Amazônia: uma perspectiva interdisciplinar. Manaus: Ed. EDUA, 2003, p. 33-53.

MARENGO, J. A. e HASTENRATH S., 1993. **Case Studies of Extreme Climatic Events in the Amazon Basin**. Journal of Climate, 6(4):617-627.

MARENGO, J. A. Condições climáticas e os recursos hídricos no norte brasileiro. In: TUCCI, C. E. M. e BRAGA, B. (Orgs.). **Clima e recursos hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, 2003, p. 117-161.

MARENGO, J. A. e NOBRE, A. C. Clima da Região Amazônica. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da S. (Org). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 463p.

MOLINIER, M.; GUYOT J. L.; DE OLIVEIRA E.; GUIMARÃES, W. Les Régimes Hydroliques de L'Amazone et de sés Affl uents. In: CHEVALIER, P. & POUYAUD, B. (eds.) **Hydrologie Tropicale: Géoscience et Outil Pour Le Développement** (Tropical Hydrology: a Geoscience and a Tool for Sustainability). Wallingford: IAHS, p. 209-222, 1996.

RIBEIRO, W. C. **Geografia Política da Água**. São Paulo: Annablume, 2008.

RICHEY, J.; NOBRE, C.; DESER, C., 1989. **Amazon River Discharge and Climate Variability: 1903 to 1985**. Science, 246:101-103.

TOCANTINS, L. **O rio comanda a vida: Uma interpretação da Amazônia**. Rio de Janeiro: Record, 1988.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (1991 a 2010): Volume Amazonas**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2011. 55 p.

VALE, R. do; FILIZOLA, N.; SOUZA, R. e SCHONGART, J. **A cheia de 2009 na Amazônia Brasileira**. In: Revista Brasileira de Geociências, 2011, p. 577-586.

ZENG, N.; YOON, J. H.; MARENGO, J. A.; SUBRAMANIAM, A.; NOBRE, C. A.; MARIOTTI, A.; NEELIN, J. D; 2008. **Causes and Impacts of the 2005 Amazon Drought. Environmental Research Letters**. 3(014002):1-10.

Sites consultados:

www.ibge.gov.br
www.ana.gov.br
www.ore-hybam.org

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Nº	Descrição	Ago 2012	Set	Out	Nov	Dez	Jan 2013	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
01	Levantamento Bibliográfico	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
02	Seleção das estações de interesse e processamento dos dados no software HYDRACCESS	R	R	R	R	R	R	R	R				
03	Apresentação parcial do projeto				R								
04	Elaboração do Relatório Parcial de PIBIC					R	R						
05	Processamento de dados no software HYDRACCESS						R	R	R	R	R	R	
06	Levantamento de relatórios (Desfesa Civil) e dados relacionados aos eventos extremos							R	R	R	R	R	
07	- Elaboração do Resumo e Relatório Final (atividade obrigatória)											R	R
08	- Preparação da Apresentação Final para o Congresso (atividade obrigatória)											R	R

ANEXOS

ANEXO 01 – TABELAS DAS 10 MAIORES CHEIAS E SECAS

As 10 maiores secas em Tabatinga			As 10 maiores cheias em Tabatinga		
Nº	Ano	Cota (cm)	Nº	Ano	Cota (cm)
1	2010	-85	1	1999	1382
2	1998	14	2	1994	1332
3	2005	41	3	1993	1320
4	1995	44	4	2009	1307
5	1988	60	5	2000	1302
6	2007	103	6	1998	1278
7	1999	114	7	1986	1273
8	1991	126	8	1987	1270
9	1983	136	9	2002	1260
10	1997	156	10	1997	1254

Anexos 1.1 e 1.2: As 10 maiores secas e as 10 maiores cheias na estação hidrométrica de Tabatinga.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

As 10 maiores secas em Santo Antônio do Içá			As 10 maiores cheias em Santo Antônio do Içá		
Nº	Ano	Cota (cm)	Nº	Ano	Cota (cm)
1	2010	-52	1	1999	1443
2	1998	-6	2	2009	1402
3	1988	46	3	1994	1398
4	1995	89	4	1993	1377
5	1991	142	5	2002	1354
6	1999	155	6	1998	1351
7	1997	198	7	2000	1349
8	2007	218	8	1982	1348
9	1990	219	9	2006	1337
10	2005	228	10	2003	1324

Anexos 1.3 e 1.4: As 10 maiores secas e as 10 maiores cheias na estação hidrométrica de Santo Antônio do Içá.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

As 10 maiores secas em Fonte Boa			As 10 maiores cheias em Fonte Boa		
Nº	Ano	Cota (cm)	Nº	Ano	Cota (cm)
1	2010	802	1	1999	2224
2	1998	890	2	2009	2197
3	1995	920	3	1993	2178
4	2005	981	4	1994	2177
5	1988	990	5	2002	2164
6	1997	1030	6	1982	2156
7	1999	1047	7	2003	2147
8	1991	1076	8	1987	2135
9	2007	1106	9	2000	2134
10	1990	1112	10	1989	2131

Anexos 1.5 e 1.6: As 10 maiores secas e as 10 maiores cheias na estação hidrométrica de Fonte Boa.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

As 10 maiores secas em Itapeua (1981-2010)			As 10 maiores cheias em Itapeua (1981-2010)		
Nº	Ano	Cota (cm)	Nº	Ano	Cota (cm)
1	2010	132	1	2009	1745
2	1998	232	2	1999	1738
3	2005	277	3	1994	1698
4	1997	298	4	1993	1687
5	1995	372	5	1989	1684
6	1990	457	6	2002	1668
7	2006	459	7	1982	1662
8	2009	460	8	2003	1645
9	1991	461	9	1997	1642
10	1981	489	10	1987	1627

Anexos 1.7 e 1.8: As 10 maiores secas e as 10 maiores cheias na estação hidrométrica de Itapeua.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

As 10 maiores secas em Manacapuru (1981-2010)			As 10 maiores cheias em Manacapuru (1981-2010)		
Nº	Ano	Cota (cm)	Nº	Ano	Cota (cm)
1	1997	495	1	2009	2046
2	2005	508	2	1999	2003
3	1995	552	3	1989	1994
4	1998	557	4	1994	1979
5	2009	666	5	2002	1956
6	1991	667	6	1993	1955
7	1990	670	7	1997	1952
8	2001	745	8	1982	1944
9	1983	748	9	2006	1927
10	2006	748	10	2000	1914

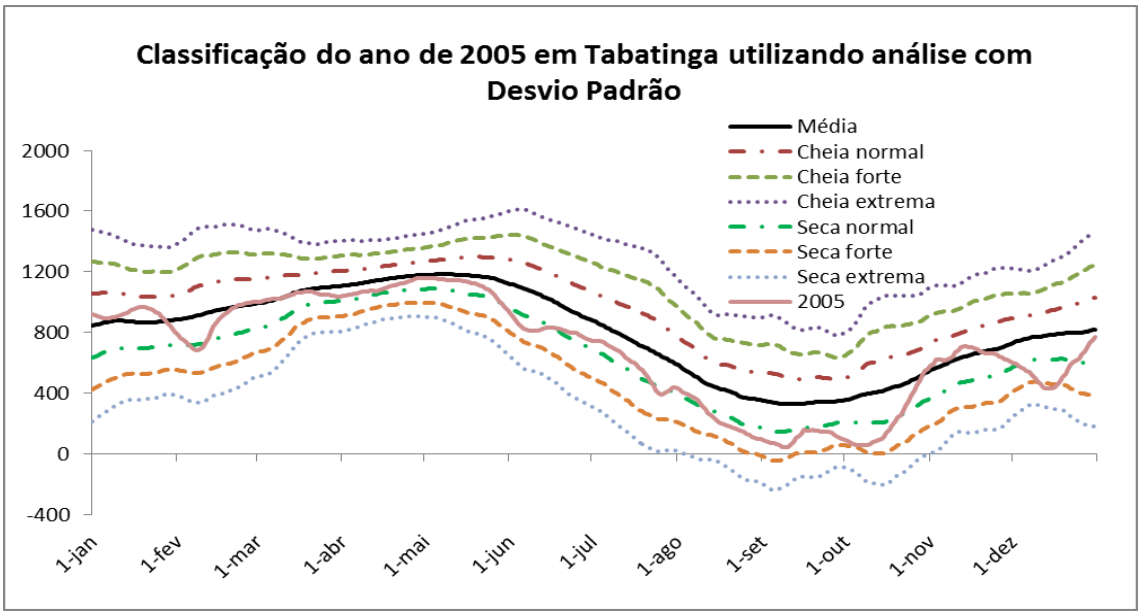
Anexos 1.9 e 1.10: As 10 maiores secas e as 10 maiores cheias na estação hidrométrica de Manacapuru.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

As 10 maiores secas em Manaus (1981-2010)			As 10 maiores cheias em Manaus (1981-2010)		
Nº	Ano	Cota (cm)	Nº	Ano	Cota (cm)
1	2010	1364	1	2009	2977
2	1997	1434	2	1989	2942
3	2005	1475	3	1999	2930
4	1998	1503	4	1994	2905
5	1995	1506	5	1982	2897
6	2009	1586	6	1997	2896
7	1991	1607	7	2002	2891
8	1990	1632	8	2006	2884
9	2001	1682	9	1993	2876
10	2006	1689	10	2000	2868

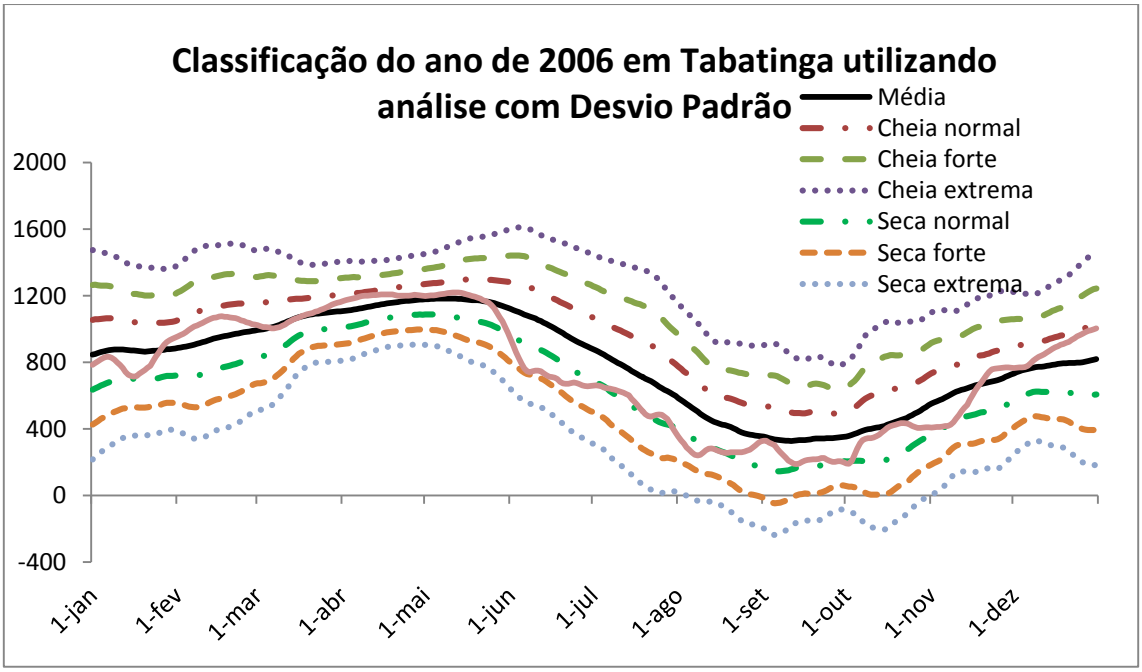
Anexos 1.11 e 1.12: As 10 maiores secas e as 10 maiores cheias na estação hidrométrica de Manaus.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

ANEXO 02 – PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE CHEIAS E SECAS

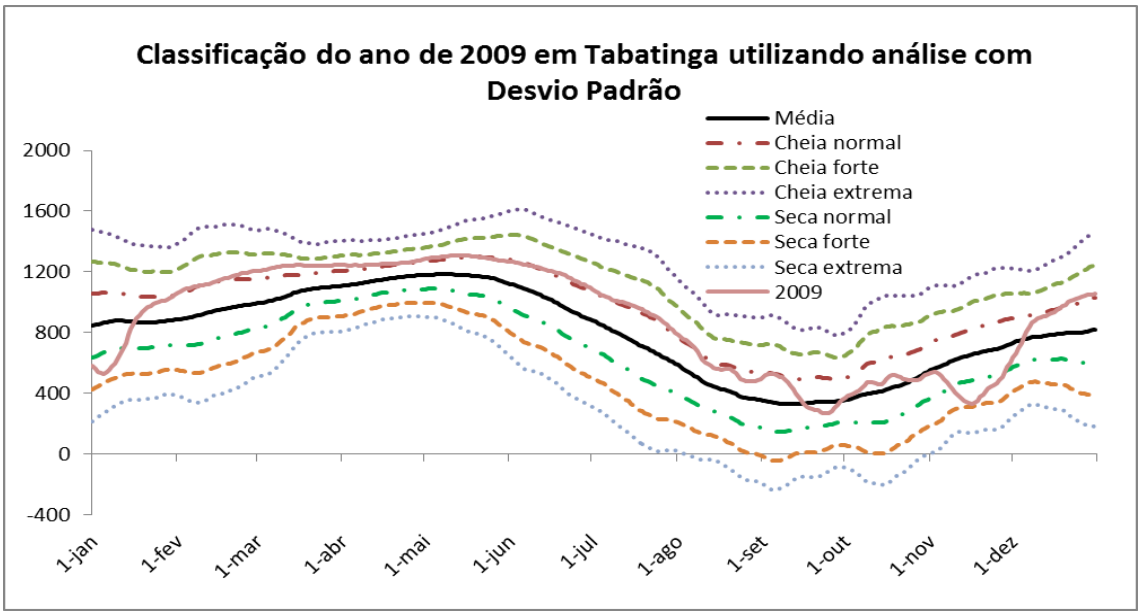
TABATINGA



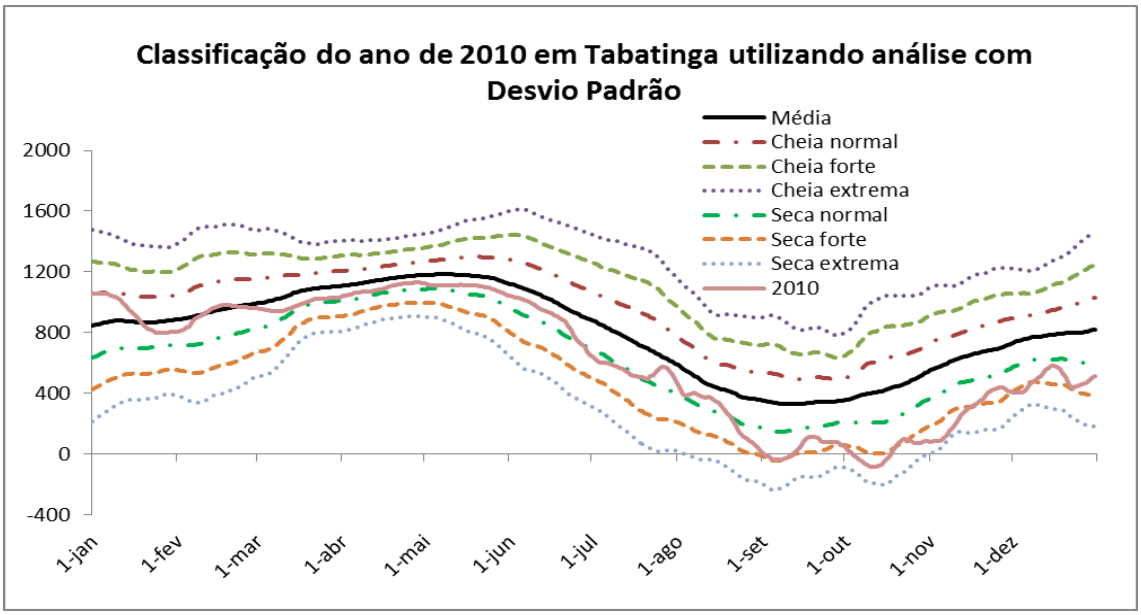
Anexo 2.1: Classificação do ano de 2005 utilizando análise com Desvio Padrão em Tabatinga.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.



Anexo 2.2: Classificação do ano de 2006 utilizando análise com Desvio Padrão em Tabatinga.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

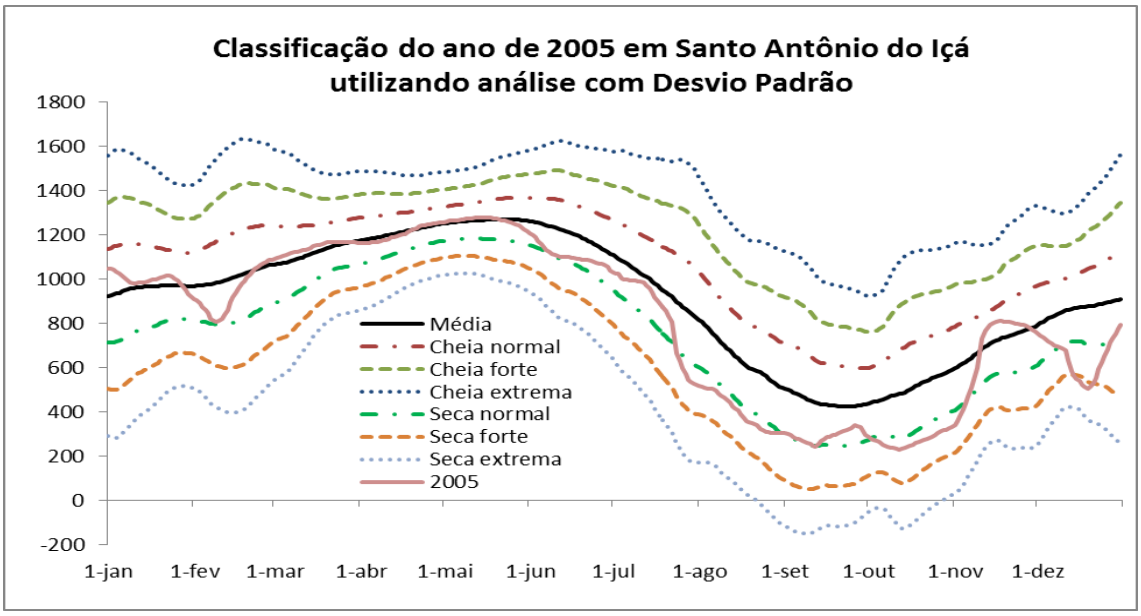


Anexos 2.3: Classificação do ano de 2009 utilizando análise com Desvio Padrão em Tabatinga.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

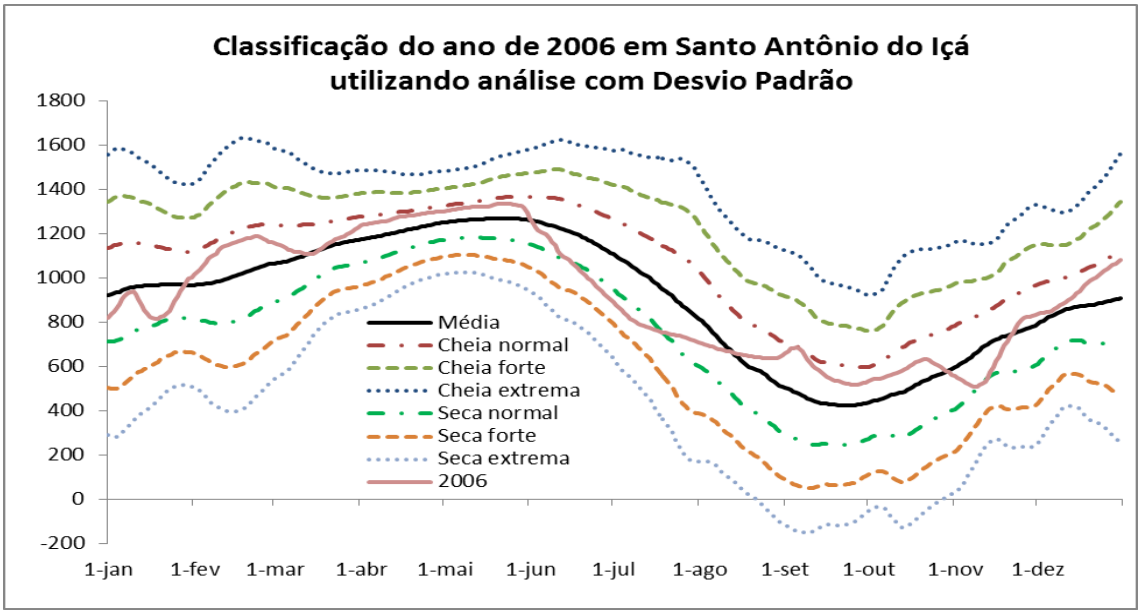


Anexo 2.4: Classificação do ano de 2010 utilizando análise com Desvio Padrão em Tabatinga.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

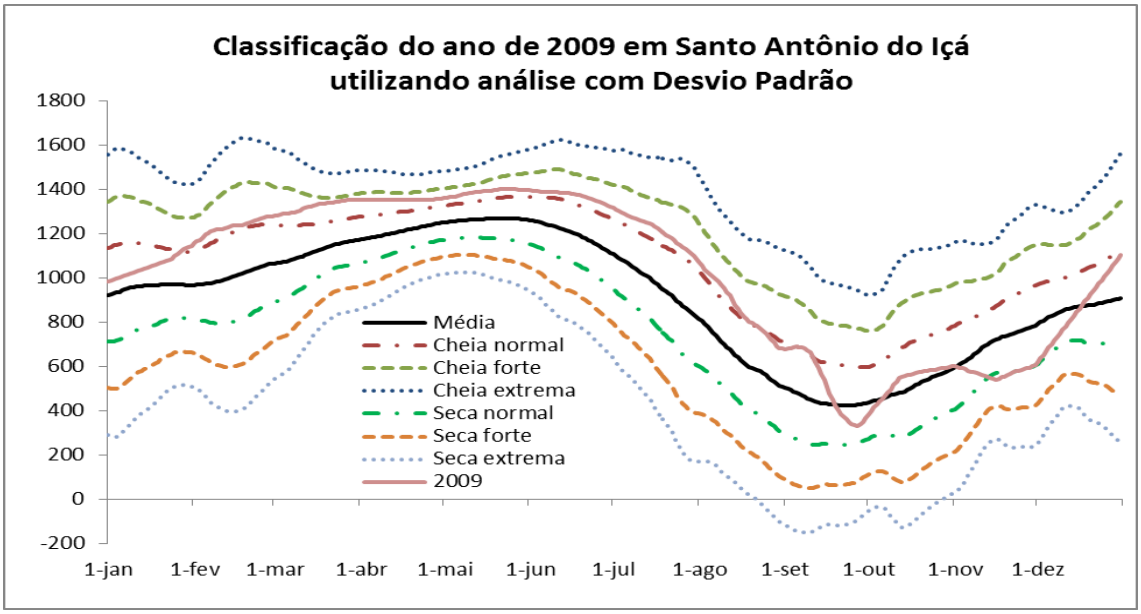
SANTO ANTÔNIO DO IÇÁ



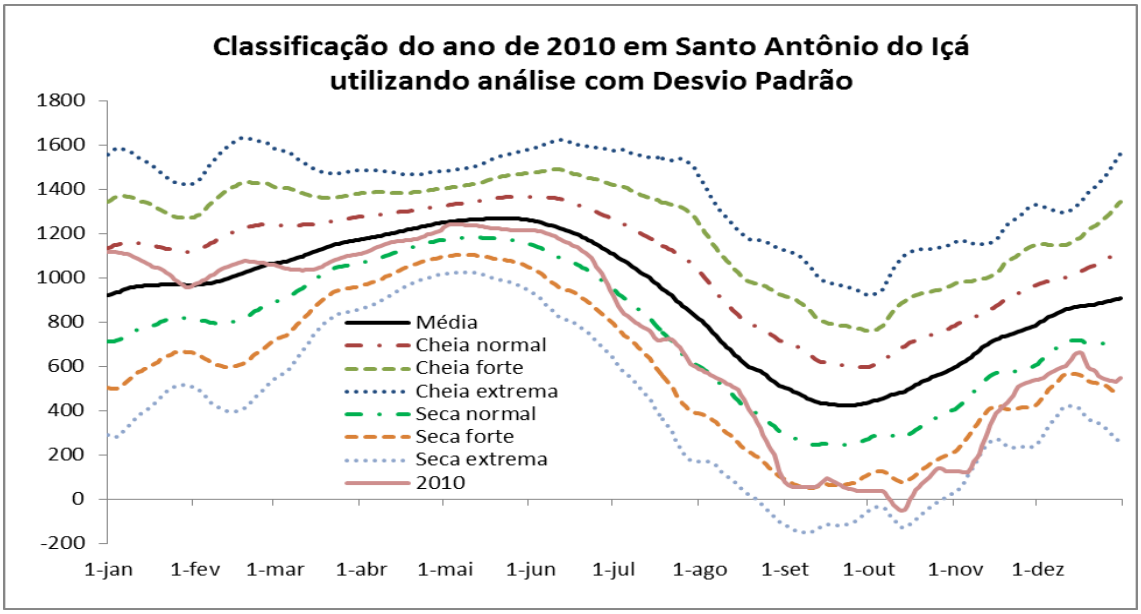
Anexos 2.5: Classificação do ano de 2005 utilizando análise com Desvio Padrão em Santo Antônio do Içá.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.



Anexos 2.6: Classificação do ano de 2006 utilizando análise com Desvio Padrão em Santo Antônio do Içá.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

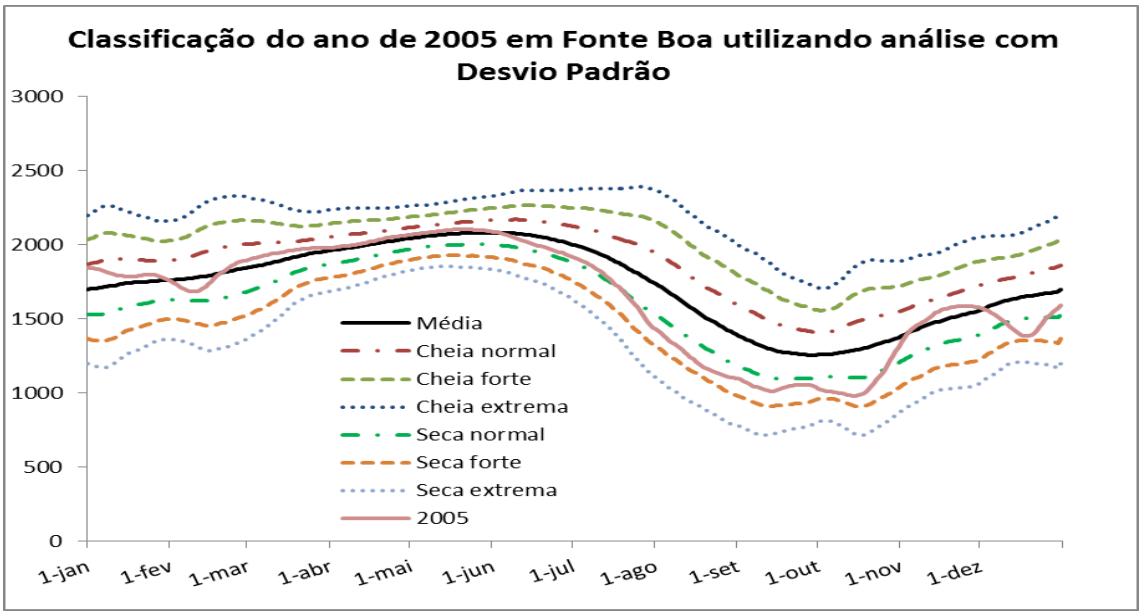


Anexos 2.7: Classificação do ano de 2009 utilizando análise com Desvio Padrão em Santo Antônio do Içá.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

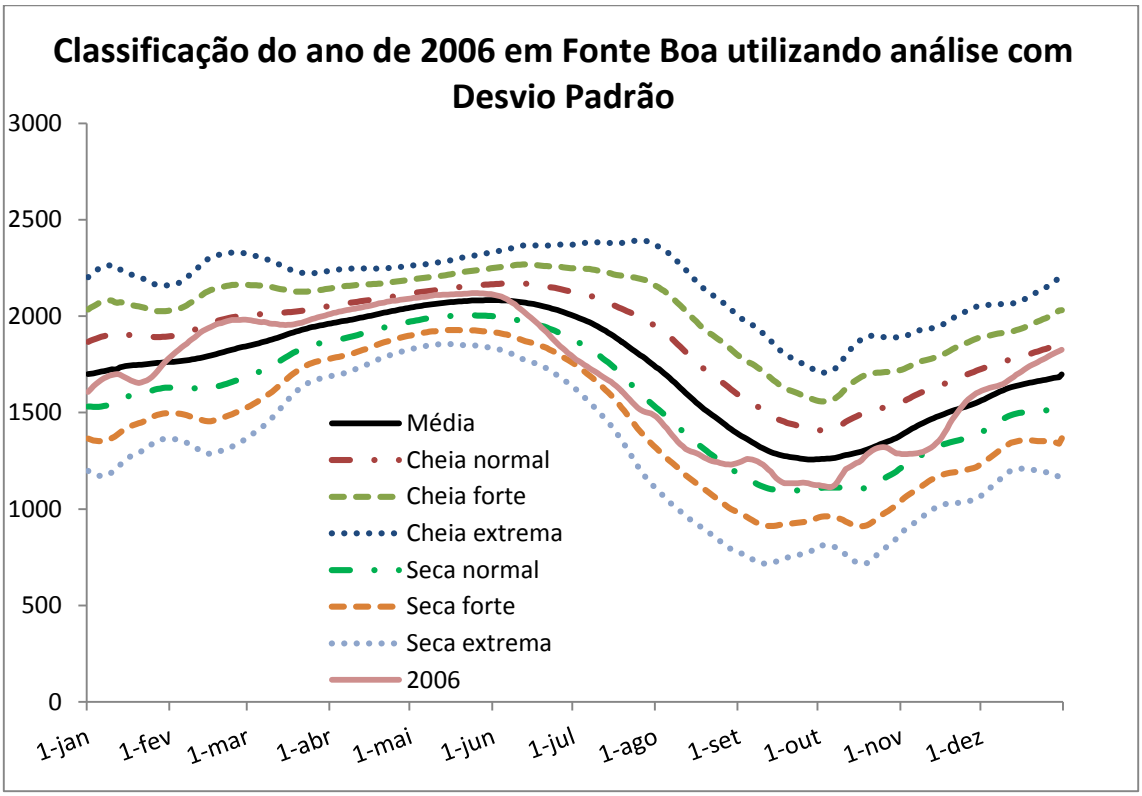


Anexos 2.8: Classificação do ano de 2010 utilizando análise com Desvio Padrão em Santo Antônio do Içá.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

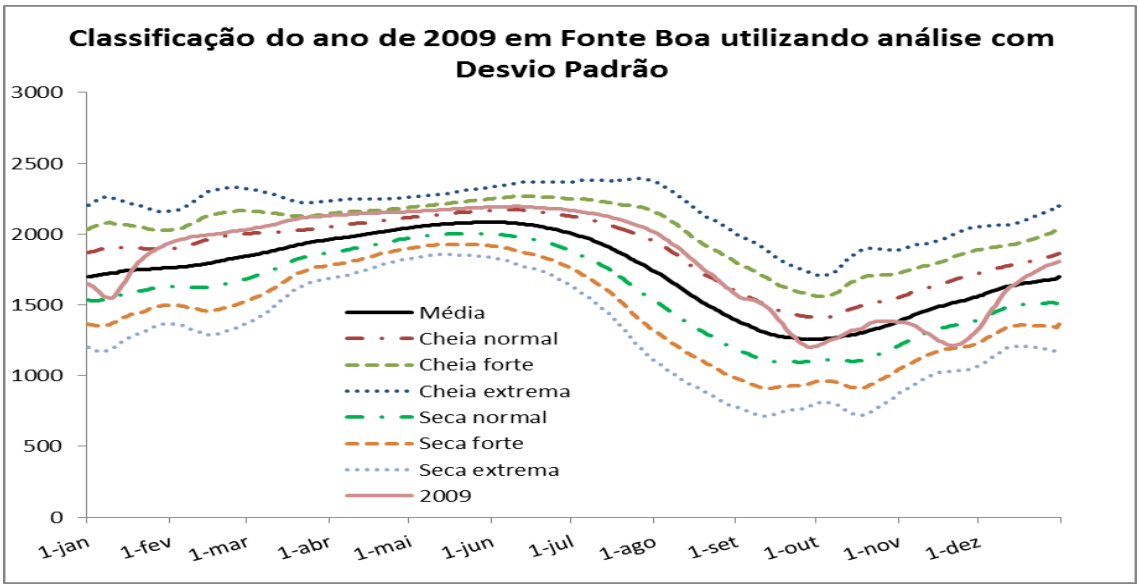
FONTE BOA



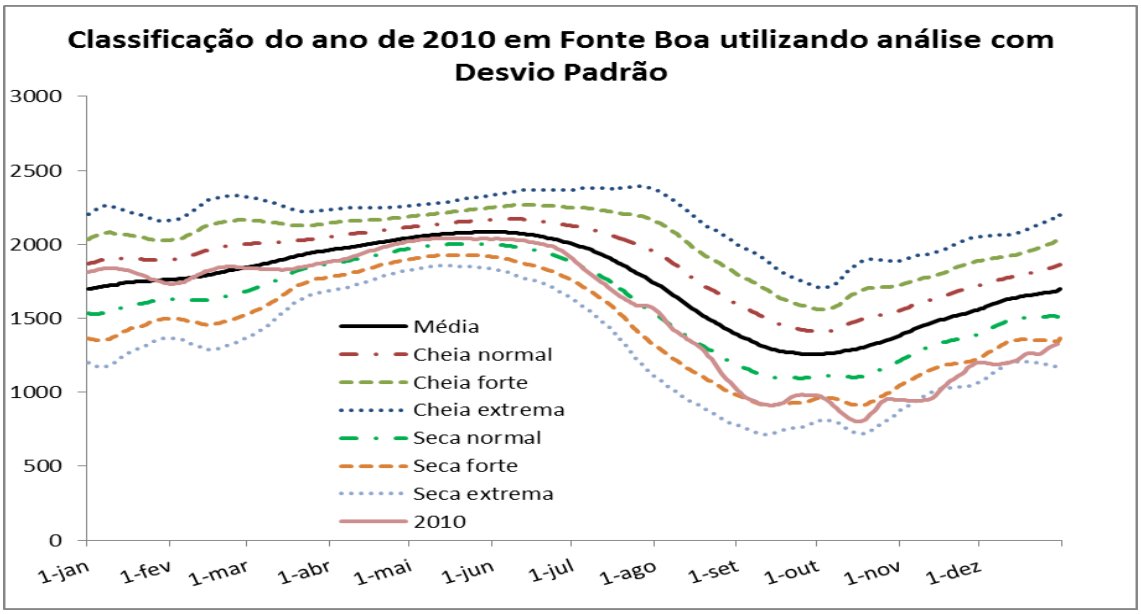
Anexo 2.9: Classificação do ano de 2005 utilizando análise com Desvio Padrão em Fonte Boa.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.



Anexo 2.10: Classificação do ano de 2006 utilizando análise com Desvio Padrão em Fonte Boa.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

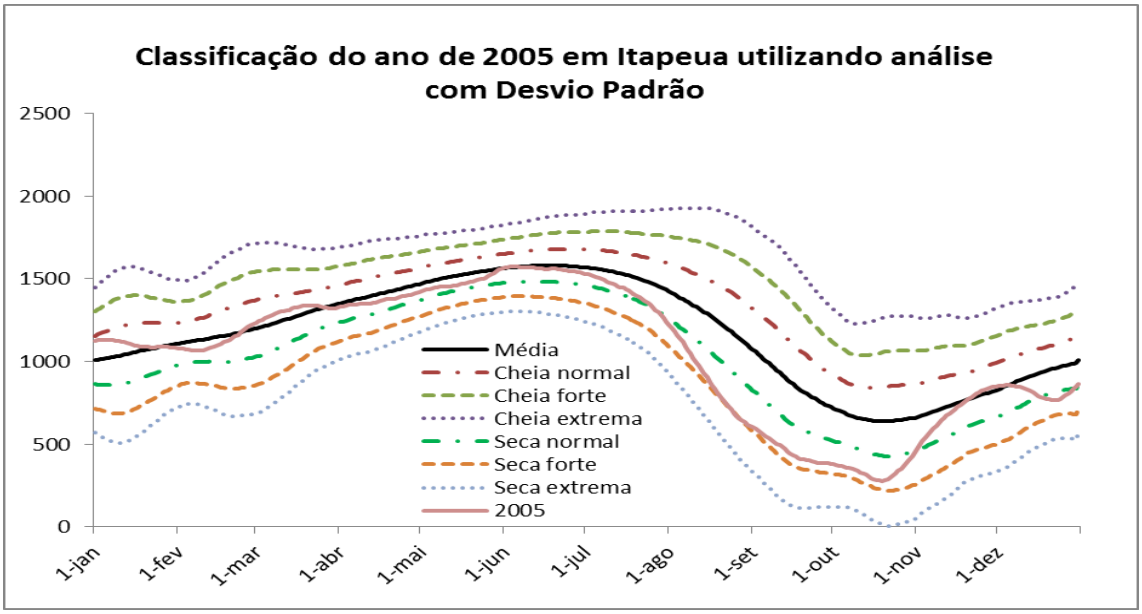


Anexo 2.11: Classificação do ano de 2009 utilizando análise com Desvio Padrão em Fonte Boa.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

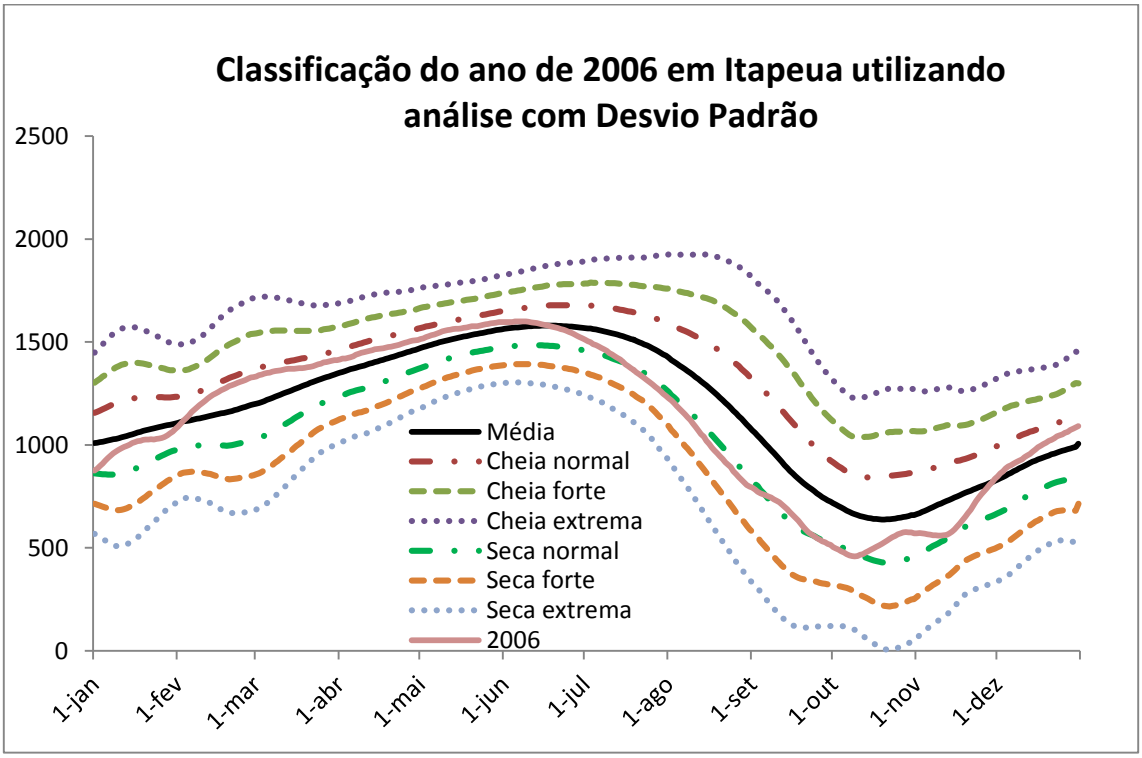


Anexo 2.12: Classificação do ano de 2010 utilizando análise com Desvio Padrão em Fonte Boa.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

ITAPEUA

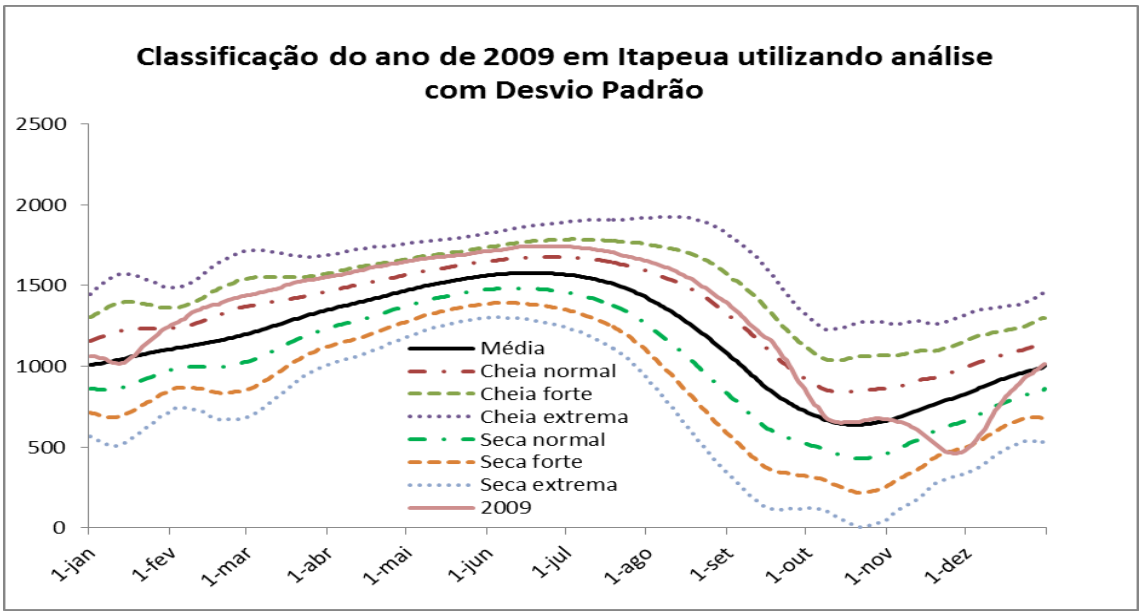


Anexo 2.13: Classificação do ano de 2005 utilizando análise com Desvio Padrão em Itapeua.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

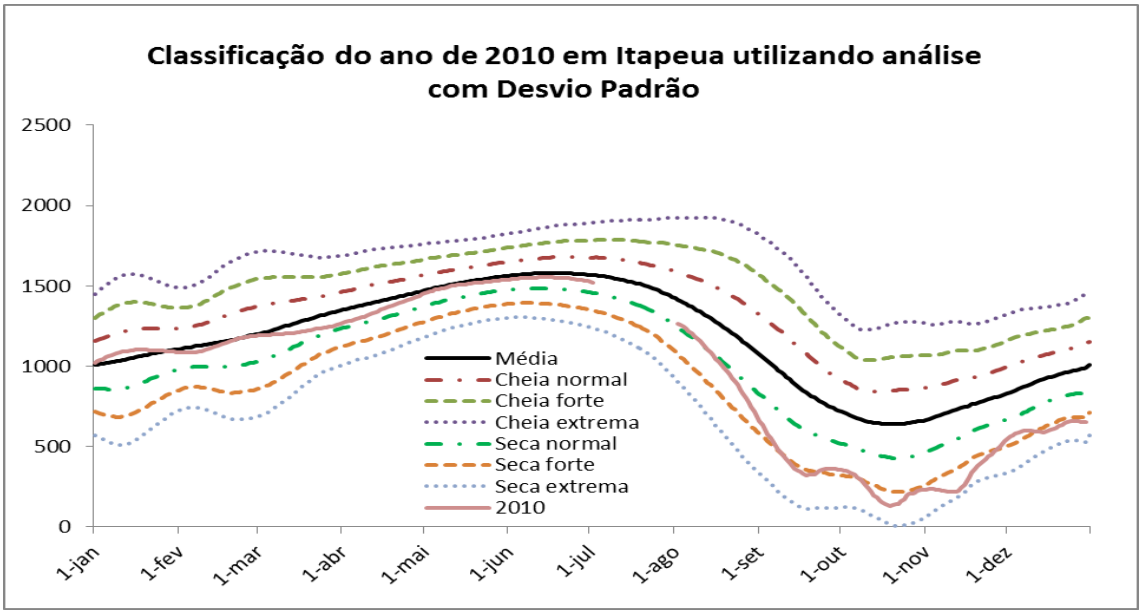


Anexo 2.14: Classificação do ano de 2006 utilizando análise com Desvio Padrão em Itapeua.

Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

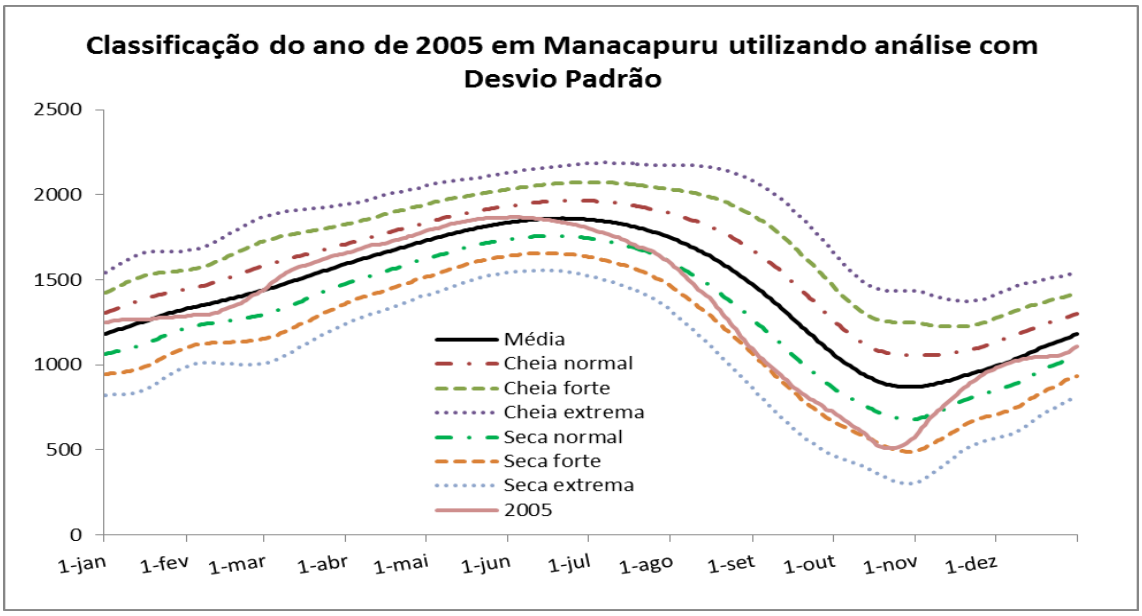


Anexo 2.15: Classificação do ano de 2009 utilizando análise com Desvio Padrão em Itapeua.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

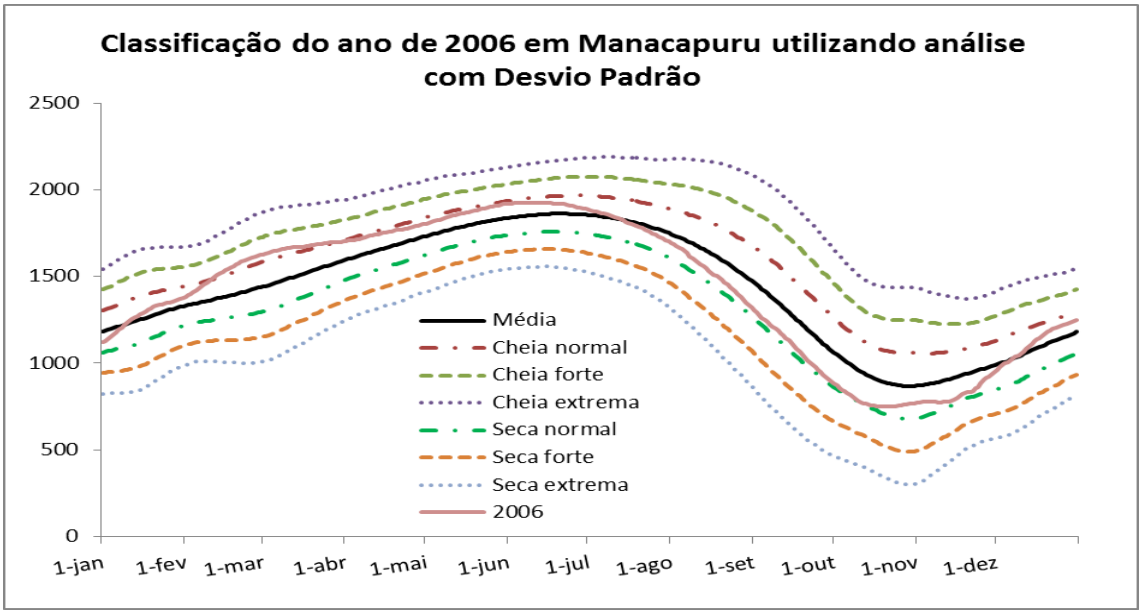


Anexo 2.16: Classificação do ano de 2010 utilizando análise com Desvio Padrão em Itapeua.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

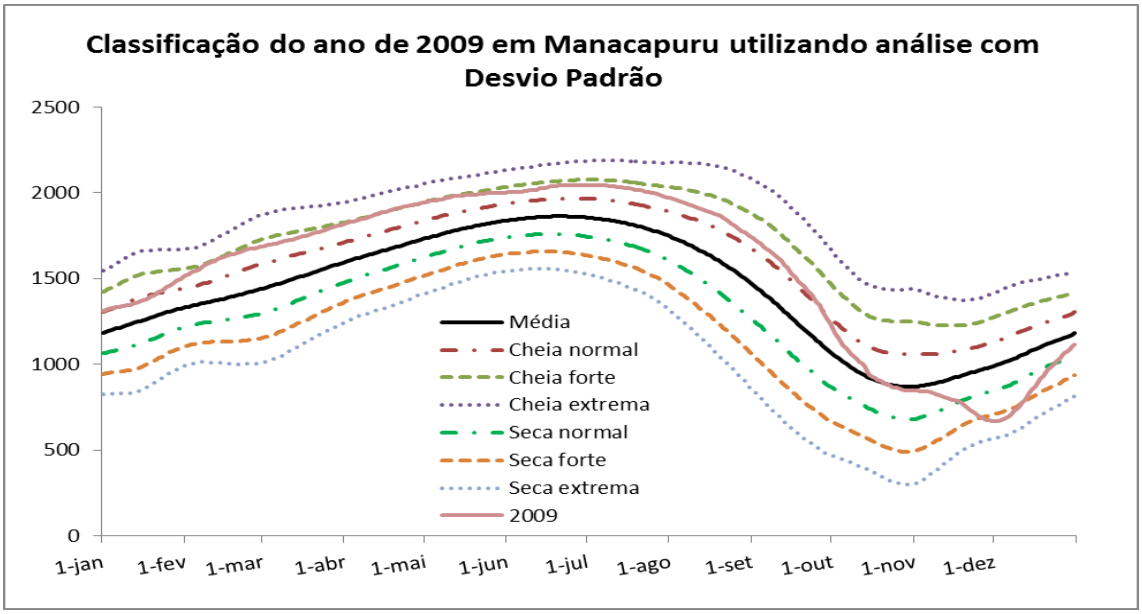
MANACAPURU



Anexo 2.17: Classificação do ano de 2005 utilizando análise com Desvio Padrão em Manacapuru.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

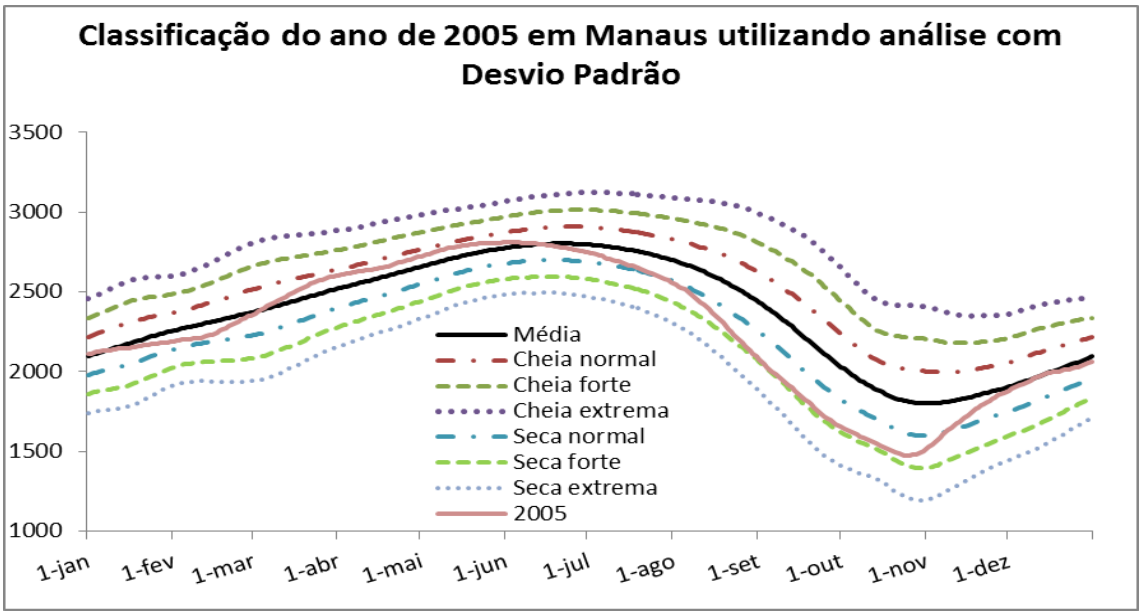


Anexo 2.18: Classificação do ano de 2006 utilizando análise com Desvio Padrão em Manacapuru.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

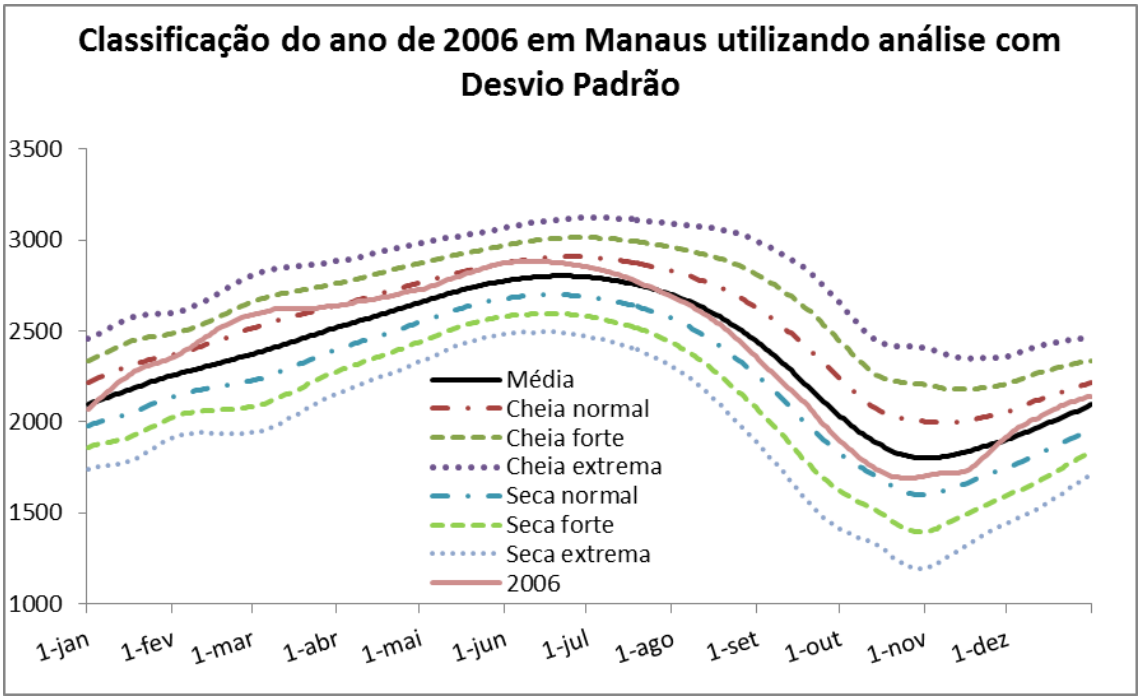


Anexo 2.19: Classificação do ano de 2009 utilizando análise com Desvio Padrão em Manacapuru.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

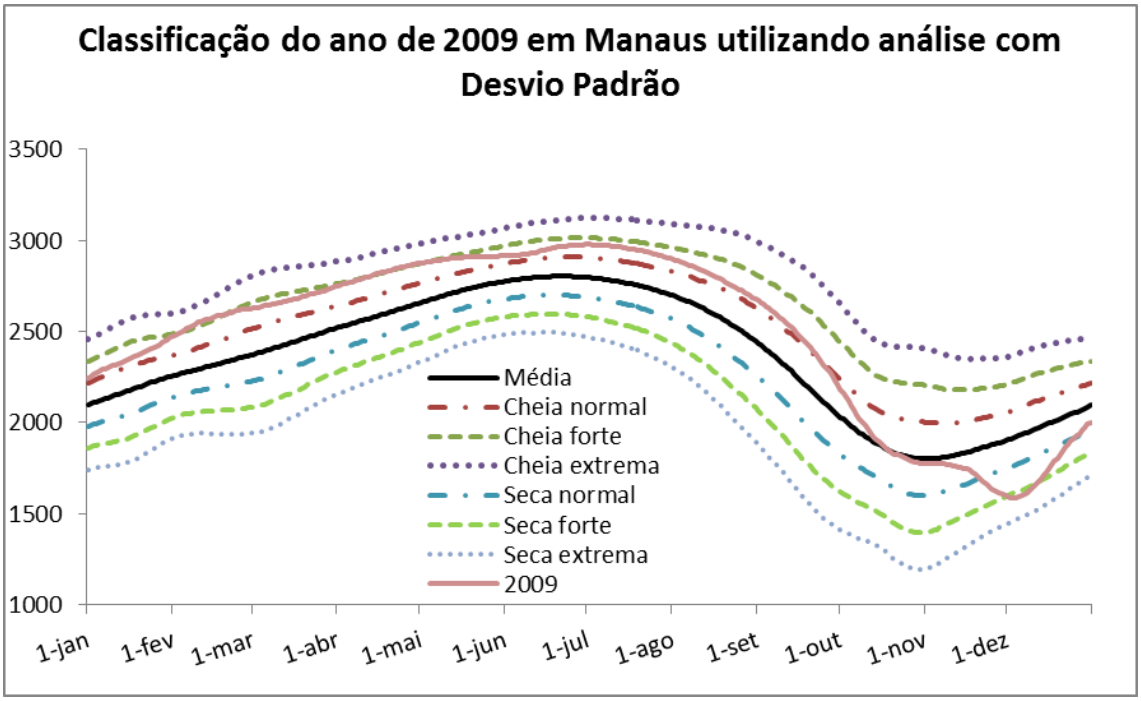
MANAUS



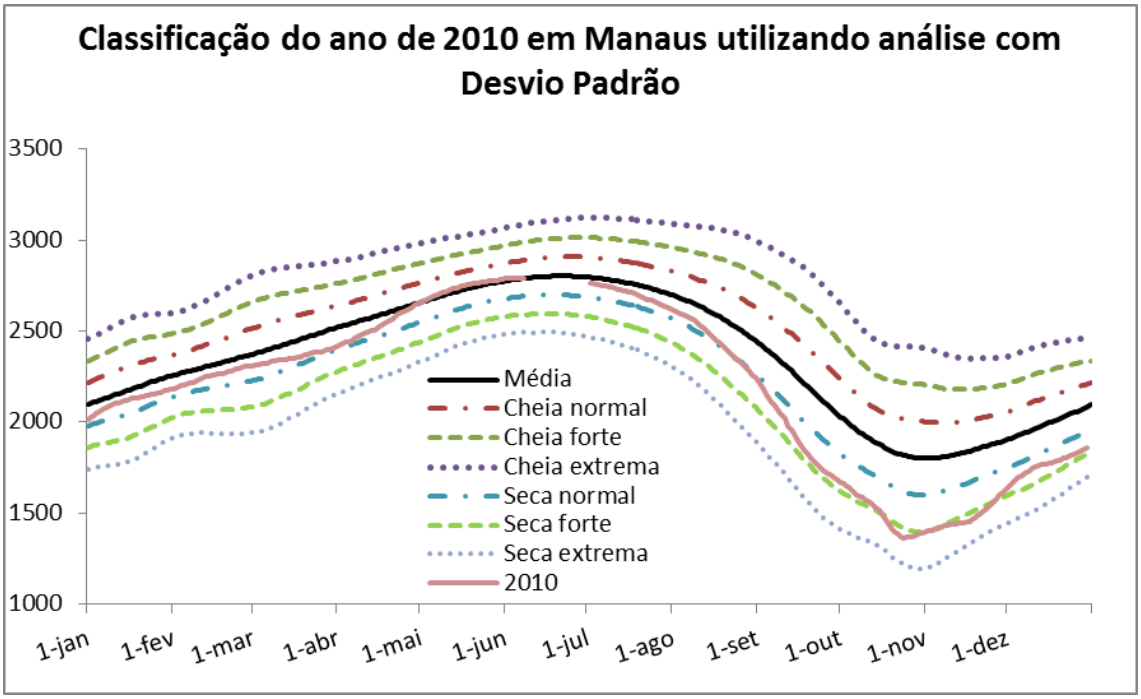
Anexo 2.20: Classificação do ano de 2005 utilizando análise com Desvio Padrão em Manaus.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.



Anexo 2.21: Classificação do ano de 2006 utilizando análise com Desvio Padrão em Manaus.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.



Anexo 2.22: Classificação do ano de 2009 utilizando análise com Desvio Padrão em Manaus.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.



Anexo 2.23: Classificação do ano de 2010 utilizando análise com Desvio Padrão em Manaus.
Fonte: Org.: AGUIAR, D. G., 2013.

ANEXO 03 – DOCUMENTOS EMITIDOS PELA DEFESA CIVIL

ESTAÇÕES	DOCUMENTOS EMITIDOS		
	CHEIA 2006	CHEIA 2009	SECA 2010
Tabatinga			
Santo Antônio do Içá		AVADAN e NOPRED	NOPRED e Portaria
Fonte Boa		AVADAN, NOPRED e Portaria	AVADAN, NOPRED e Portaria
Itapeua			NOPRED e Portaria
Manacapuru	AVADAN e Portaria	AVADAN	AVADAN e Portaria
Manaus		NOPRED	

Anexo 3.1: Documentos emitidos pela Defesa Civil para os anos de secas e cheias tomados para estudo.
Fonte: Banco de Dados da Defesa Civil Nacional. Org.: AGUIAR, D. G., 2013.