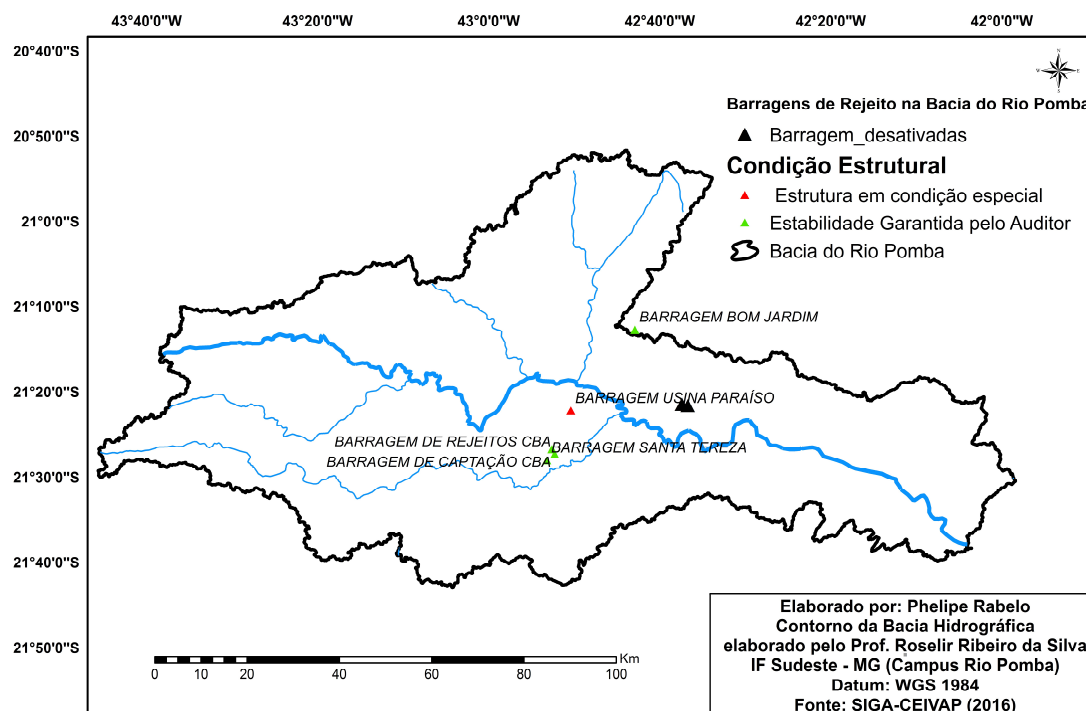


Figura 45 - Localização das Barragens de Rejeito na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor

Conforme indicado na figura 46, as barragens de rejeito inseridas na bacia do Rio Pomba, se situam no Estado de Minas Gerais, sendo duas com estabilidade garantida pelo auditor e uma outra em condição especial. As barragens desativadas são as barragens da indústria Cataguases Papel & Celulose S.A. (Barragem A e Barragem B) que foram esvaziadas desde o acidente ocorrido em 2003.

#### 4.4.4 Análise dos riscos de ocorrência de acidentes

Os recentes desastres com barragens de rejeito na cidade de Mariana-MG e o também rompimento de uma barragem na cidade de Cataguases em 2003 ressaltam a possibilidade de ocorrência do estressor e a severidade catastrófica dos seus impactos, com danos imensuráveis ao meio ambiente e a saúde humana.

Considerou-se, portanto, que a severidade do impacto é alta. Quanto à ocorrência do estressor, a probabilidade de um rompimento é de difícil mensuração, pois nem sempre as vistorias e auditorias das condições de estabilidade das estruturas de barragens de rejeito são feitas por equipe técnica qualificada. Nesse contexto de incertezas, mesmo tendo uma barragem com estrutura em condição especial a montante das captações dos municípios de estudo, considerou-se a probabilidade de ocorrência do estressor como baixa.

Figura 46- Matriz de risco para a água bruta associado a acidentes ambientais

Matriz de Riscos Associados				
Ocorrência do Estressor	Alta			
	Média			
	Baixa			Acidentes Ambientais
		Baixa	Média	Alta
		Severidade do Impacto		

Risco	
	Aceitáveis
	Toleráveis
	Inaceitáveis

Fonte: o autor

Portanto, o risco foi estimado como sendo “tolerável” quanto ao estressor “acidentes ambientais” relacionados a barragens de rejeitos na Bacia do Rio Pomba, a montante das captações dos municípios de estudo.

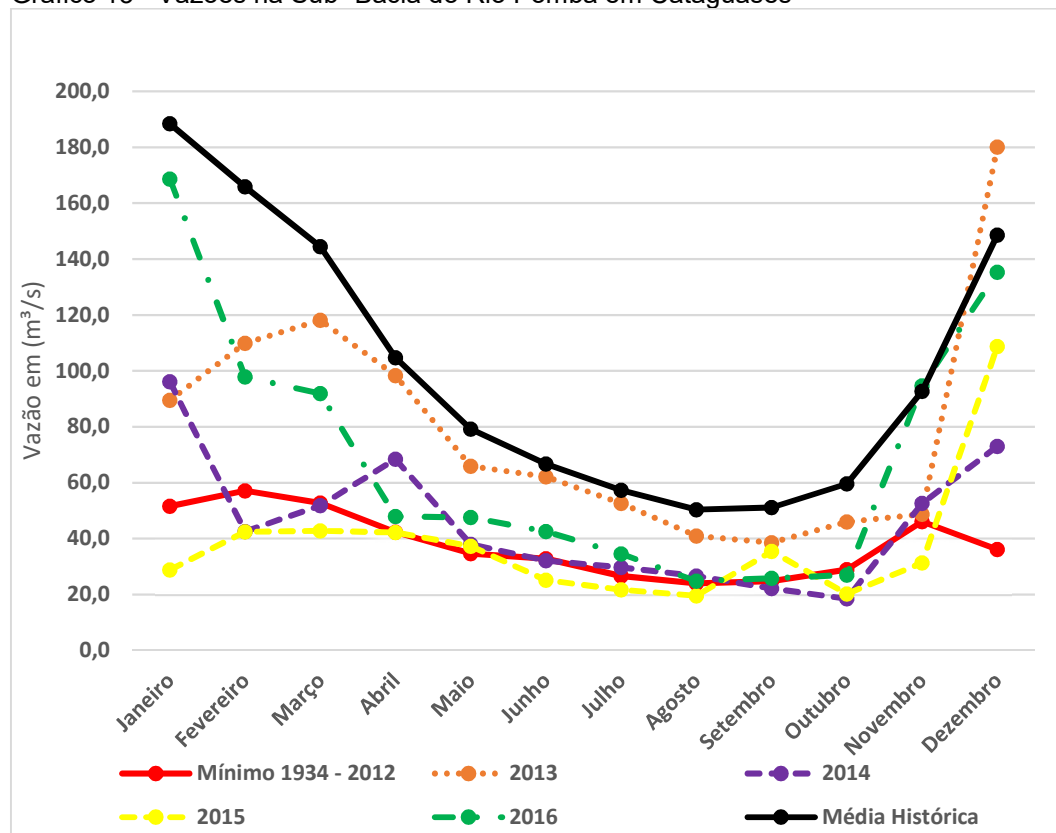
#### 4.5 Estressor de água bruta(5): eventos hidrológicos extremos

##### 4.5.1 Dados de Vazão e Precipitação

Espera-se que as mudanças climáticas modifiquem a frequência, intensidade e duração dos eventos extremos em muitas regiões (Christensen et al., 2007).

Segundo informações consultadas no banco de dados de informações hidrológicas da ANA – HIDROWEB, os dados de vazão média para os últimos indicam a influência das variáveis climáticas na sub-bacia do Rio Pomba, principalmente no ano de 2014 que foi marcado por uma estiagem severa. O gráfico 13 retrata as vazões em Cataguases os últimos anos e a média histórica, com o objetivo de evidenciar e caracterizar os eventos climáticos ocorridos nos últimos anos.

Gráfico 13 - Vazões na Sub- Bacia do Rio Pomba em Cataguases



Fonte: O autor baseado em ANA (*Hidroweb*), 2017.

Pode-se ressaltar o resultado do ano de 2014 com os meses de fevereiro, setembro, outubro abaixo da mínima histórica, além de um ano 2015 também bem atípico, com muitos meses abaixo da média histórica com aumento da precipitação média mensal nos meses de novembro e dezembro. O ano de 2016 propiciou uma melhora nas vazões na cidade de Cataguases-MG, com um aumento nos valores absolutos mensais médios, porém em agosto, setembro e

outubro verifica-se uma reduções de vazões na região . O gráfico 13 evidencia o efeito das estiagem severa do ano de 2014 e de 2015, os valores absolutos plotados no gráfico 13 estão discriminados na tabela 20 com uma comparação entre as vazões mínimas, médias anuais e médias históricas.

Tabela 18 – Vazões em Cataguases

Vazão Cataguases (m³/s)						
Mês	Mínimo 1934 - 2012	2013	2014	2015	2016	Média de Vazão
Janeiro	51,6	89,5	96,1	28,8	168,7	188,44
Fevereiro	57,1	109,9	42,6	42,5	97,9	165,92
Março	52,8	118,2	51,8	42,8	91,9	144,42
Abril	42,3	98,3	68,5	42,2	48,0	104,76
Maio	34,7	65,9	38,0	37,3	47,7	79,19
Junho	32,9	62,1	32,2	25,2	42,5	66,70
Julho	26,6	52,6	29,8	21,8	34,6	57,39
Agosto	24,0	41,0	26,6	19,6	24,8	50,40
Setembro	24,9	38,6	22,2	35,4	25,9	51,20
Outubro	28,9	46,0	18,5	20,3	27,1	59,68
Novembro	46,2	48,8	52,6	31,4	94,7	92,75
Dezembro	36,2	180,1	73,1	108,8	135,3	148,57

Fonte: o autor baseado em Hidroweb, 2016.

Para complementar a análise dos estressores climáticos extremos sobre a disponibilidade bruta no trecho a montante avalia-se a precipitação em Cataguases conforme a tabela 21 e gráfico 14 abaixo:

Tabela 19- Precipitação em Cataguases

Precipitação em Cataguases (mm)						
Mês	Mínimo 1939 - 2012	2013	2014	2015	2016	Média
Janeiro	34	180,7	68,1	16,4	331,7	261,7
Fevereiro	0	91,7	34,9	124,1	122,2	162,4
Março	16,8	235,8	119,2	105,6	116,9	177,2
Abril	9,9	48,2	39,5	65,6	29,8	87,4
Maio	0	58,9	6,8	78,9	23,6	40,7
Junho	0	14,2	8,2	22,2	26,3	26,5
Julho	0	19,3	52,7	13,8	2,5	21,0

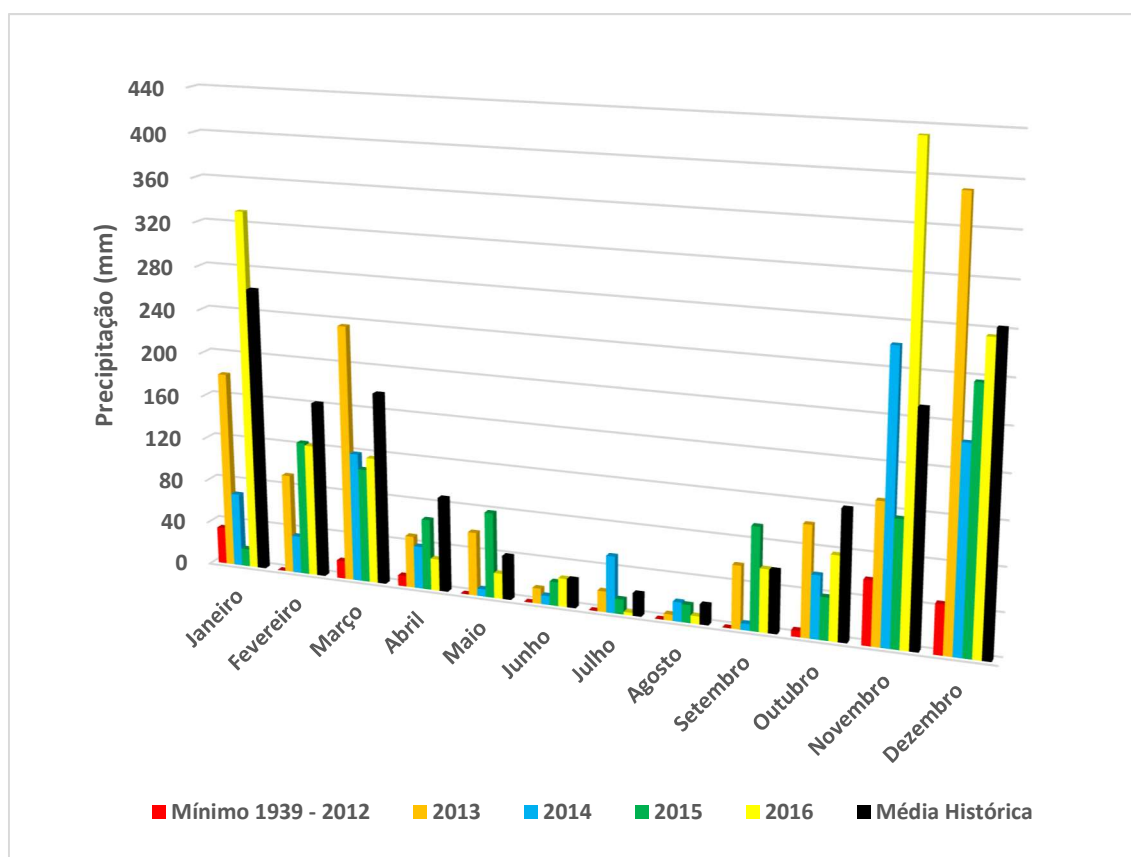


Agosto	0	5,7	18	16,6	7,2	18,5
Setembro	0	58,3	6,1	95	58	57,6
Outubro	5,8	101,9	58,1	39,2	77,9	119,3
Novembro	59,2	129,3	261,8	115,7	432,3	212,0
Dezembro	45,6	391	186,2	237,2	275,3	282,9

Fonte: o autor baseado em (Hidroweb, 2016)

A precipitação média nos anos de 2014, 2015 e 2016 foram bem próximas as vazões registradas ao longo do tempo principalmente nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro conforme disposto também no gráfico 14.

Gráfico 14 –Precipitações na Sub- Bacia do Rio Pomba em Cataguases



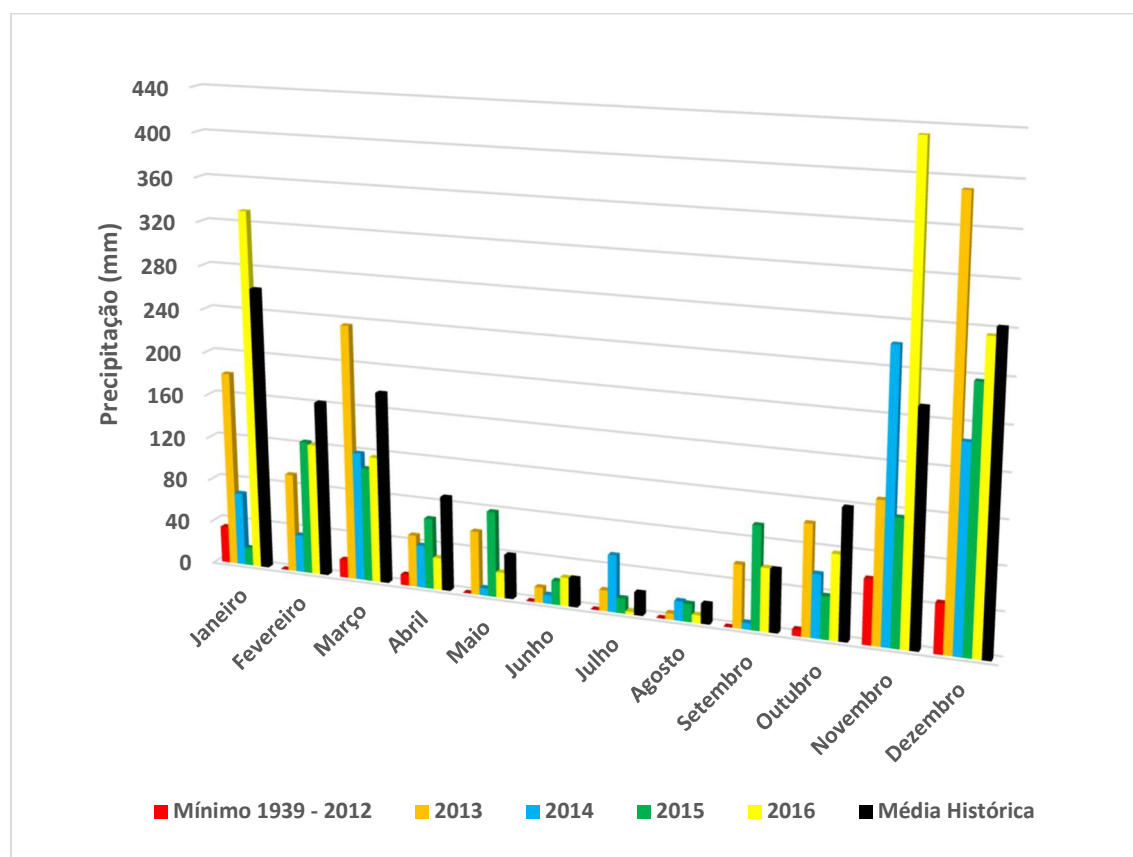
Fonte: O autor baseado em ANA (Hidroweb), 2017.

O ano de 2014 e 2015 apresentaram quedas bruscas na precipitação quando comparadas com a precipitação média de longo tempo .Nos meses de

maio junho e setembro referentes a estiagem de 2014 e em julho e agosto referentes ao ano de 2015 verifica-se a ocorrência de precipitações muito inferiores a média mensal. Apenas no final desse período de 2014 que tivemos a ocorrência de precipitações com maiores valores absolutos. Essa estiagem atípica dos anos de 2014 e 2015 foi extrema e com potencial de gerar impactos severos sobre a disponibilidade de água para captação para fins de abastecimento urbano, dessedentação de animais, irrigação e outros usos de água que poderiam não ser totalmente atendidos pela redução a disponibilidade hídrica em vista tanto a redução de vazão como a diminuição da precipitação em Cataguases, na região da Bacia do Rio Pomba.

Uma outra localidade da bacia do Rio Pomba para análise das vazões e precipitações é a cidade de Santo Antônio de Pádua, localizada no Estado do Rio de Janeiro. O gráfico 15 apresenta a precipitação em Santo Antônio de Pádua – RJ.

Gráfico 15 –Precipitação na Sub- Bacia do Rio Pomba em Santo Antônio de Pádua



Fonte: O autor baseado em ANA (*Hidroweb*), 2017.

Conforme análise do gráfico 15, o ano de 2014 apresentou precipitação atípica com registros de valores abaixo da média histórica como no mês de outubro. Os valores de precipitação são dispostos na tabela 22 com a mínima histórica, média mensal anual e média histórica.

Tabela 20- Precipitação Santo Antônio de Pádua

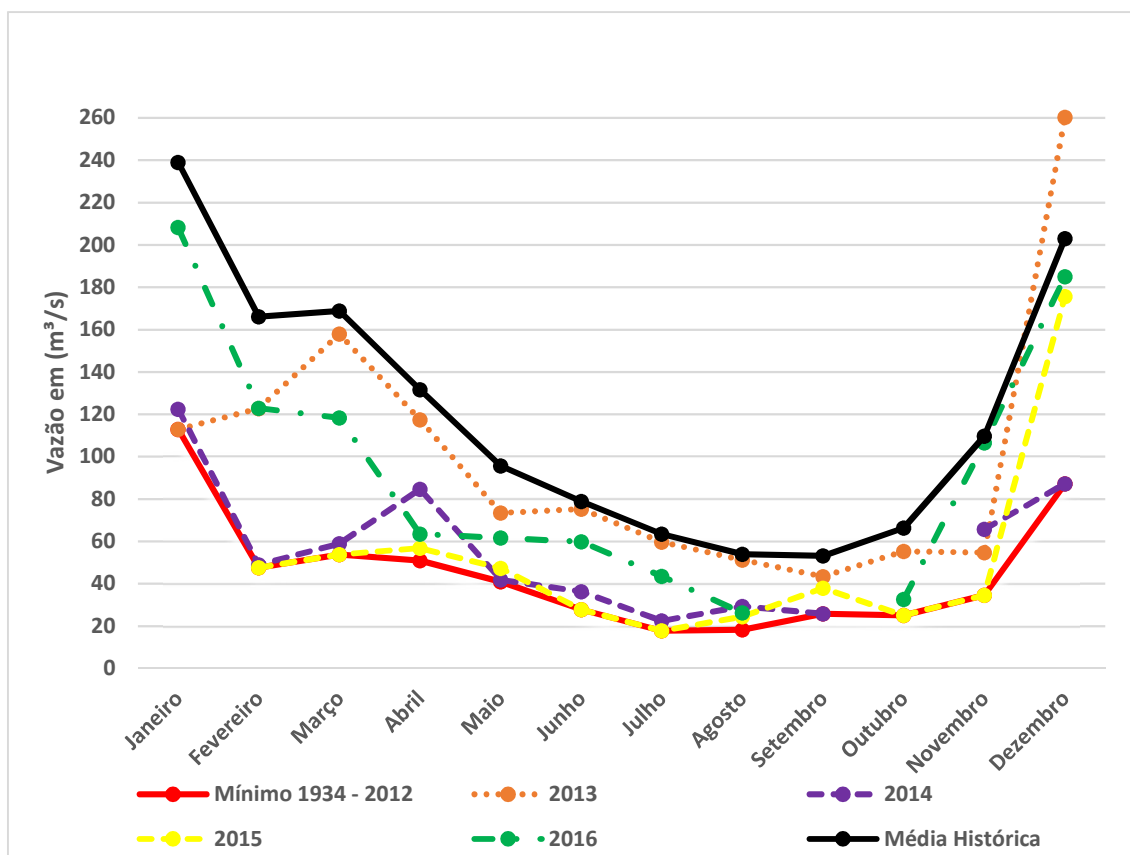
Dados Precipitação Pádua (mm)						
Mês	Mínimo 1966 - 2012	2013	2014	2015	2016	Média Histórica
Janeiro	26,8	177,3	22,7	27,3	149,5	194,2
Fevereiro	1	40,1	0	162,9	111,1	104,4
Março	6,4	282,3	38,4	152,3	38,2	108,1
Abril	0,9	44,5	50	51,9	65,4	70,8
Maio	0	38,3	11,5	86,4	5,4	36,8
Junho	0	43,9	21	10,6	68,6	21,5
Julho	0	13,6	12,3	30,3	0	19,8
Agosto	0	25,4	28,2	11,7	4	25,6
Setembro	0	44,2	0	62,5	36,5	59,8
Outubro	18	57,2	13,3	29,3	45,4	107,9
Novembro	57,9	219,8	292,5	247,9	199,2	189,8
Dezembro	32	288,7	125,1	146,8	258,8	227,0

Fonte: O autor baseado em ANA (*Hidroweb*), 2017.

As mínimas históricas baseadas na análise de dados do *hidroweb* refletem vazões muito próximas as mínimas históricas tanto nos anos de 2016, no mês de julho, um 2015 com vazões abaixo da média histórica em todos os meses, com exceção do mês de novembro. No ano de 2014, também foram registrados meses sem a ocorrência de precipitações e com valores registrados abaixo da média.

As vazões do Rio Pomba na cidade de Santo Antônio de Pádua são analisadas conforme o gráfico 16;

Gráfico 16 –Vazões na Sub- Bacia do Rio Pomba em Santo Antônio de Pádua



Fonte: O autor baseado em ANA (*Hidroweb*), 2017.

As vazões mensais registradas em Santo Antônio de Pádua 2014 (setembro) e 2015, foram atípicas com os meses de fevereiro, março, junho, julho, outubro e novembro com as menores vazões mensais registradas pela estação de monitoramento conforme tabela 23.

Tabela 21 - Vazão em Santo Antônio de Pádua

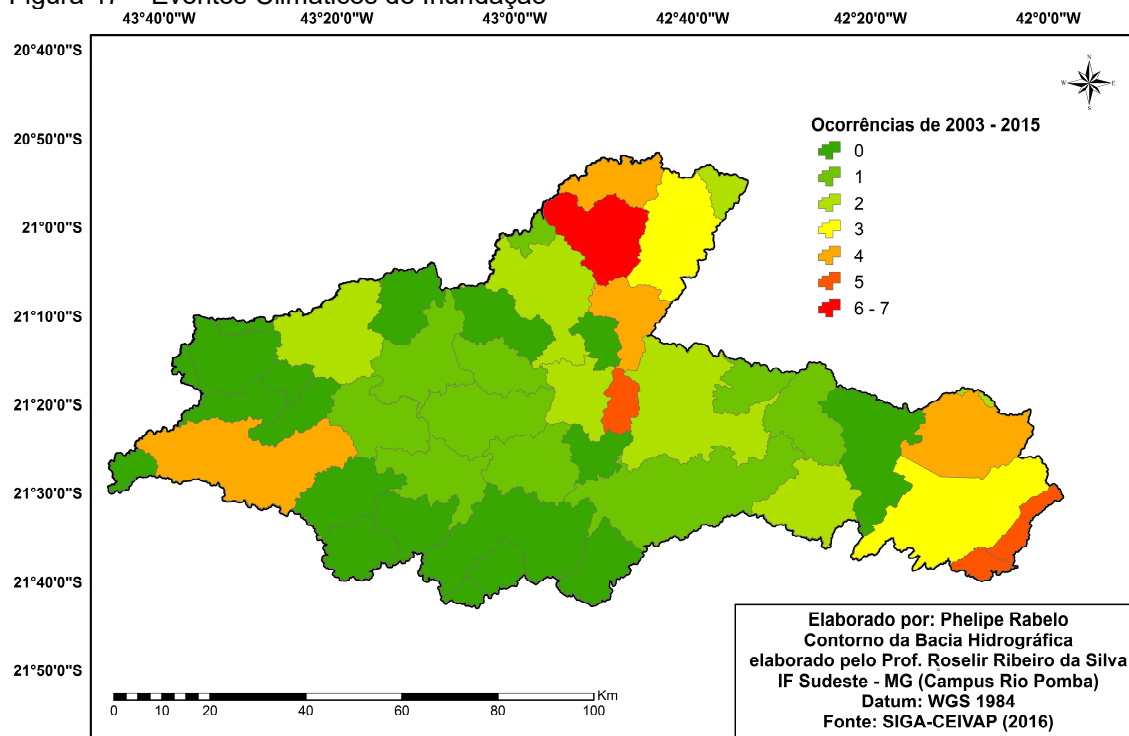
Vazão Pádua						
Mês	Mínimo 2001- 2016	2013	2014	2015	2016	Média de Vazão
Janeiro	112,98	112,98	122,49		208,27	239,0
Fevereiro	47,53	122,76	49	47,53	122,95	166,1
Março	53,85	158,04	58,99	53,85	118,31	168,9
Abril	50,88	117,51	84,63	56,9	63,41	131,6
Maior	40,91	73,52	41,79	47,26	61,71	95,6
Junho	27,83	75,33	36,22	27,83	59,89	78,8
Julho	17,76	59,7	22,44	17,76	43,45	63,4
Agosto	18,3	51,27	29,3	24,54	26,22	54,0
Setembro	25,78	43,39	25,78	37,95		53,2

Outubro	25,13	55,34		25,13	32,66	66,3
Novembro	34,6	54,76	65,7	34,6	106,55	109,8
Dezembro	87,15	260,28	87,15	175,69	185,05	203,1

Fonte: O autor baseado em ANA (*Hidroweb*), 2017.

Apesar da estiagem da região com reduções de vazões nos anos de 2014 e 2015 conforme tabela 23 os municípios fluminenses da Bacia do rio Pomba sofrem com diversos eventos críticos como: alagamentos, deslizamentos, estiagens, tempestades. Em especial, a bacia em estudo apresenta diversos casos de inundações conforme a figura 48 abaixo.

Figura 47 – Eventos Climáticos de Inundação



Fonte: O autor

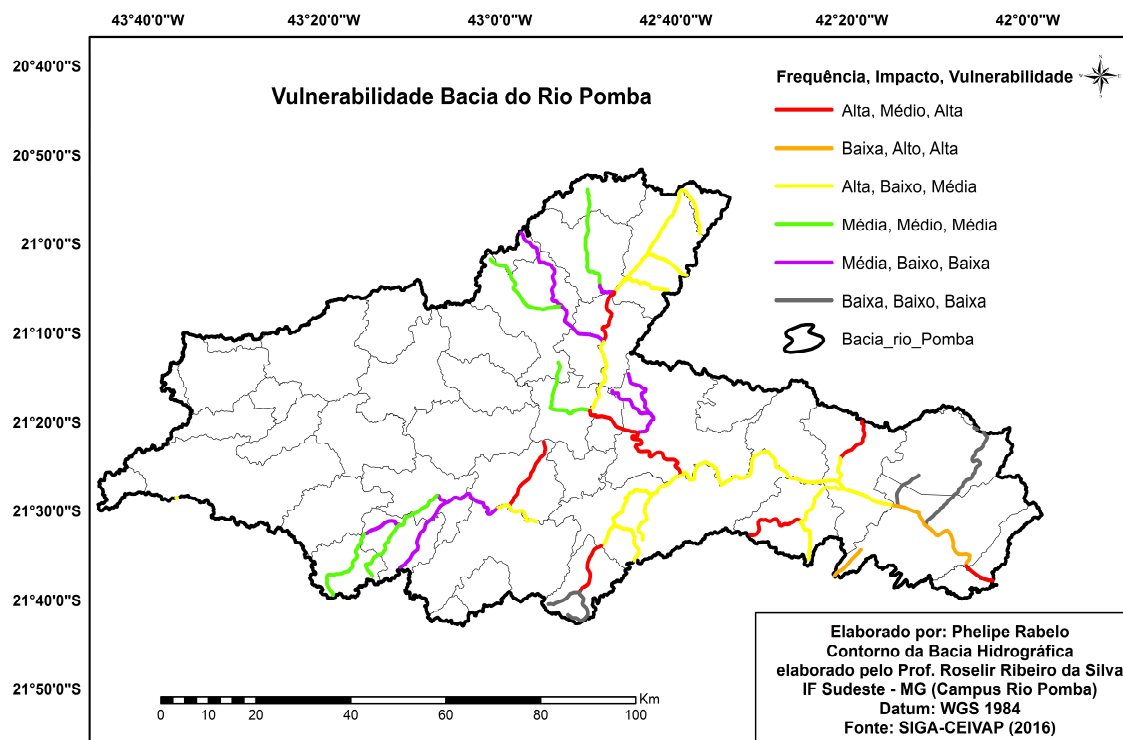
Esses eventos que ocorrem com frequência e afetam diversos municípios podem afetar os sistemas de abastecimento por diversos fatores como:

- Alto aporte de sedimentos e lixo urbano devido a altas vazões impossibilitando a operação da estação de tratamento;
- Piora da água afluyente a Estação de Tratamento de Água;

#### 4.5.2 Inundações

A vulnerabilidade de uma região ou corpo hídrico a um determinado estressor, considera as ações tomadas pelos gestores face as inundações como a características de catástrofe natural. O estressor ocorre com frequência na região da Bacia do Rio Pomba. Determinadas características regionais como a situação sócio-econômica, ausência de plano de evacuação, fragilidade dos órgãos de prevenção e resposta aos eventos críticos são alguns dos responsáveis direto pela alta sensibilidade da região a esses eventos. Na figura 49 é apresentado um mapa de vulnerabilidade em casos de inundação.

Figura 48 - Vulnerabilidade a Inundações na Bacia do Rio Pomba



Fonte: O autor

Os municípios fluminenses são altamente vulneráveis a eventos de inundações conforme a figura 49. Nesse contexto o abastecimento das sedes urbanas apresenta grande probabilidade de ser interrompido caso ocorram esses eventos críticos em alguns pontos da bacia hidrográfica.

#### 4.5.3 Estiagem Severa / Seca

A estiagem severa de 2014 e 2015 representou valores abaixo da média e muito abaixo da média nesses anos. A estiagem é caracterizada como um período de baixa precipitação. A estiagem severa pode ser interpretada com base nos desvios dos gráficos gerados pelos estressores no item 4.5.1.

##### 4.5.3.1 Análise de Precipitação

Os desvios são expressos na diferença relativa aos índices médios: dados históricos médios mensais e dados mensais mínimos históricos referentes a precipitação. Na tabela 24 são apresentadas a diferença das precipitações anuais e a mínima histórica.

Tabela 22 - Desvios Precipitação em relação à mínima histórica - Santo Antônio de Pádua - RJ

Mês	2013	2014	2015	2016
Janeiro	150,5	<u>-4,1</u>	0,5	122,7
Fevereiro	39,1	<u>-1</u>	161,9	110,1
Março	275,9	32	145,9	31,8
Abril	43,6	49,1	51	64,5
Maio	38,3	11,5	86,4	5,4
Junho	43,9	21	10,6	68,6
Julho	13,6	12,3	30,3	0
Agosto	25,4	28,2	11,7	4
Setembro	44,2	0	62,5	36,5
Outubro	39,2	<u>-4,7</u>	11,3	27,4
Novembro	161,9	234,6	190	141,3
Dezembro	256,7	93,1	114,8	226,8

Fonte: o autor

Conforme a tabela 24 os desvios de precipitação em relação a média histórica confirma que o ano de 2014 apresentou os menores valores registrados de vazão ao longo dos anos de operação das medições da estação. A tabela 24 apresenta os desvios mensais de precipitação em relação à média histórica.

Tabela 23- Desvio de Precipitação em relação à média histórica - Santo Antônio de Pádua - RJ

<b>Mês</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Janeiro	<b><u>-16,9</u></b>	<b><u>-171,5</u></b>	<b><u>-166,9</u></b>	<b><u>-44,7</u></b>
Fevereiro	<b><u>-64,3</u></b>	<b><u>-104,4</u></b>	58,5	6,7
Março	174,2	<b><u>-69,7</u></b>	44,2	<b><u>-69,9</u></b>
Abril	<b><u>-26,3</u></b>	<b><u>-20,8</u></b>	<b><u>-18,9</u></b>	<b><u>-5,4</u></b>
Maio	1,5	<b><u>-25,3</u></b>	49,6	<b><u>-31,4</u></b>
Junho	22,4	<b><u>-0,5</u></b>	<b><u>-10,9</u></b>	47,1
Julho	<b><u>-6,2</u></b>	<b><u>-7,5</u></b>	10,5	<b><u>-19,8</u></b>
Agosto	<b><u>-0,2</u></b>	2,6	<b><u>-13,9</u></b>	<b><u>-21,6</u></b>
Setembro	<b><u>-15,6</u></b>	<b><u>-59,8</u></b>	2,7	<b><u>-23,3</u></b>
Outubro	<b><u>-50,7</u></b>	<b><u>-94,6</u></b>	<b><u>-78,6</u></b>	<b><u>-62,5</u></b>
Novembro	30,0	102,7	58,1	9,4
Dezembro	61,7	<b><u>-101,9</u></b>	<b><u>-80,2</u></b>	31,8

Fonte: o autor

De acordo com a tabela 25 no ano de 2013, 2014, 2015 e 2016 a precipitação em grande maioria dos meses dos anos analisados apresentou valores de precipitação abaixo das médias históricas. A tabela 26 apresenta uma análise dos desvios de precipitações em relação a mínima histórico na cidade de Cataguases.

Tabela 24 - Desvios de Precipitação em relação a mínima histórica – Cataguases - MG

<b>Mês</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Janeiro	146,7	34,1	<b><u>-17,6</u></b>	297,7
Fevereiro	91,7	34,9	124,1	122,2
Março	219	102,4	88,8	100,1
Abril	38,3	29,6	55,7	19,9
Maio	58,9	6,8	78,9	23,6



Junho	14,2	8,2	22,2	26,3
Julho	19,3	52,7	13,8	2,5
Agosto	5,7	18	16,6	7,2
Setembro	58,3	6,1	95	58
Outubro	96,1	52,3	33,4	72,1
Novembro	70,1	202,6	56,5	373,1
Dezembro	345,4	140,6	191,6	229,7

Fonte: o autor

Em relação a mínima histórica apenas o mês de janeiro de 2015 apresentou valores de precipitação abaixo da média histórica apenas nos meses de janeiro do ano de 2015. Os desvios relativos a precipitação média em Cataguases são apresentados na tabela 27.

Tabela 25- Desvios de Precipitação em relação à média histórica - Cataguases-MG

Mês	2013	2014	2015	2016
Janeiro	<u>-81,0</u>	<u>-193,6</u>	<u>-245,3</u>	70,0
Fevereiro	<u>-70,7</u>	<u>-127,5</u>	<u>-38,3</u>	<u>-40,2</u>
Março	58,6	<u>-58,0</u>	<u>-71,6</u>	<u>-60,3</u>
Abril	<u>-39,2</u>	<u>-47,9</u>	<u>-21,8</u>	<u>-57,6</u>
Maio	18,2	<u>-33,9</u>	38,2	<u>-17,1</u>
Junho	<u>-12,3</u>	<u>-18,3</u>	<u>-4,3</u>	<u>-0,2</u>
Julho	<u>-1,7</u>	31,7	<u>-7,2</u>	<u>-18,5</u>
Agosto	<u>-12,8</u>	<u>-0,5</u>	<u>-1,9</u>	<u>-11,3</u>
Setembro	0,7	<u>-51,5</u>	37,4	0,4
Outubro	<u>-17,4</u>	<u>-61,2</u>	<u>-80,1</u>	<u>-41,4</u>
Novembro	<u>-82,7</u>	49,8	<u>-96,3</u>	220,3
Dezembro	108,1	<u>-96,7</u>	<u>-45,7</u>	<u>-7,6</u>

Fonte: o autor

De acordo com os dados mostrados na tabela 27 pode-se afirmar que durante os últimos anos (2014, 2015 e 2016 principalmente) a bacia do Rio Pomba foi acometida por graves estiagens e secas severas dadas as varrições dos medições aferidas na região e as médias históricas e mínimas históricas de precipitação.

#### 4.5.3.2 Análise de vazões

A análise de vazões na bacia do Rio Pomba é essencial para analisar os efeitos das estiagens severas dos anos de 2014 e 2015 pela análise das vazões do Rio Pomba ao longo desses anos. A vazão os últimos anos em Santo Antônio de Pádua e os seus desvios em relação a mínima histórica estão dispostos na tabela 28.

Tabela 26-Desvios de Vazão em relação a mínima histórica Santo Antônio de Pádua - RJ

Mês	2013	2014	2015	2016
Janeiro	0	9,51		95,29
Fevereiro	75,23	1,47	0	75,42
Março	104,19	5,14	0	64,46
Abril	66,63	33,75	6,02	12,53
Maio	32,61	0,88	6,35	20,8
Junho	47,5	8,39	0	32,06
Julho	41,94	4,68	0	25,69
Agosto	32,97	11	6,24	7,92
Setembro	17,61	0	12,17	
Outubro	30,21		0	7,53
Novembro	20,16	31,1	0	71,95
Dezembro	173,13	0	88,54	97,9

Fonte: o autor

Em relação a mínima histórica de acordo com a tabela 28 não foram apresentadas variações em relação a mínima porém nos anos de 2013 (janeiro), 2014 (setembro) e 2015 (fevereiro, março, junho, julho, outubro, novembro) apresentaram os menores valores de vazão registrados em Santo Antônia de Pádua. A análise das vazões na mesma localidade, em relação a vazão média apresenta os seguintes valores representados na tabela 29.

Tabela 27 - Desvio de Vazões em relação à média histórica – Santo Antônio de Pádua - MG

Mês	2013	2014	2015	2016
Janeiro	<u>-126,0</u>	<u>-116,5</u>	<u>-239,0</u>	<u>-30,7</u>
Fevereiro	<u>-43,3</u>	<u>-117,1</u>	<u>-118,6</u>	<u>-43,1</u>
Março	<u>-10,8</u>	<u>-109,9</u>	<u>-115,0</u>	<u>-50,6</u>

Abril	<u>-14,1</u>	<u>-47,0</u>	<u>-74,7</u>	<u>-68,2</u>
Maio	<u>-22,1</u>	<u>-53,8</u>	<u>-48,4</u>	<u>-33,9</u>
Junho	<u>-3,5</u>	<u>-42,6</u>	<u>-51,0</u>	<u>-19,0</u>
Julho	<u>-3,7</u>	<u>-41,0</u>	<u>-45,7</u>	<u>-20,0</u>
Agosto	<u>-2,7</u>	<u>-24,7</u>	<u>-29,4</u>	<u>-27,7</u>
Setembro	<u>-9,8</u>	<u>-27,4</u>	<u>-15,2</u>	<u>-53,2</u>
Outubro	<u>-10,9</u>	<u>-66,3</u>	<u>-41,1</u>	<u>-33,6</u>
Novembro	<u>-55,0</u>	<u>-44,1</u>	<u>-75,2</u>	<u>-3,2</u>
Dezembro	57,2	<u>-115,9</u>	<u>-27,4</u>	<u>-18,0</u>

Fonte: o autor

Em relação as vazões médias mensais, em grande parte dos meses dos anos de 2013, 2014, 2015, 2016 apresentam valores menores do que a média história de vazão na região. A tabela 30 apresenta os valores de desvios de vazão em Cataguases em relação as vazões mínimas históricas.

Tabela 28 -Desvio de Vazões em relação à mínima histórica – Cataguases -MG

<b>Mês</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Janeiro	37,8	44,5	<u>-22,8</u>	117,0
Fevereiro	52,7	<u>-14,6</u>	<u>-14,6</u>	40,8
Março	65,4	<u>-1,0</u>	<u>-9,9</u>	39,1
Abril	56,0	26,2	<u>-0,1</u>	5,7
Maio	31,3	3,3	2,6	13,0
Junho	29,3	<u>-0,7</u>	<u>-7,6</u>	9,6
Julho	26,0	3,1	<u>-4,9</u>	8,0
Agosto	17,0	2,6	<u>-4,4</u>	0,8
Setembro	13,7	<u>-2,7</u>	10,6	1,0
Outubro	17,1	<u>-10,4</u>	<u>-8,7</u>	<u>-1,9</u>
Novembro	2,6	6,5	<u>-14,7</u>	48,5
Dezembro	143,9	36,9	72,6	99,1

Fonte: o autor

As vazões em Cataguases apresentam valores menores que as vazões mínimas nos meses de fevereiro, março, junho, setembro, outubro relativos ao ano de 2014, em 2015 todos os meses com exceção dos meses de maio, setembro e dezembro.

Tabela 29 – Desvio de Vazões em relação à média histórica – Cataguases - MG

<b>Mês</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Janeiro	<u>-99,0</u>	<u>-92,3</u>	<u>-159,6</u>	<u>-19,8</u>
Fevereiro	<u>-56,0</u>	<u>-123,3</u>	<u>-123,4</u>	<u>-68,0</u>
Março	<u>-26,3</u>	<u>-92,6</u>	<u>-101,6</u>	<u>-52,5</u>
Abril	<u>-6,5</u>	<u>-36,3</u>	<u>-62,5</u>	<u>-56,8</u>
Maio	<u>-13,3</u>	<u>-41,2</u>	<u>-41,9</u>	<u>-31,5</u>
Junho	<u>-4,6</u>	<u>-34,5</u>	<u>-41,5</u>	<u>-24,2</u>
Julho	<u>-4,8</u>	<u>-27,6</u>	<u>-35,6</u>	<u>-22,8</u>
Agosto	<u>-9,4</u>	<u>-23,8</u>	<u>-30,8</u>	<u>-25,6</u>
Setembro	<u>-12,6</u>	<u>-29,0</u>	<u>-15,8</u>	<u>-25,3</u>
Outubro	<u>-13,6</u>	<u>-41,2</u>	<u>-39,4</u>	<u>-32,6</u>
Novembro	<u>-44,0</u>	<u>-40,1</u>	<u>-61,3</u>	1,9
Dezembro	31,5	<u>-75,5</u>	<u>-39,8</u>	<u>-13,2</u>

Fonte: o autor

A análise dos parâmetros de vazão om base nas medições das cidades de Santo Antônio de Pádua e Cataguases podese concluir que nos últimos anos a bacia apresentou uma grande redução nas vazões quando comparadas as médias de vazões registrada durante a série histórica das estações analisadas.

#### 4.5.4 Ações de gestão

O sistema de abastecimento e tratamento está altamente adaptado para a manutenção da operação em níveis normais mesmo em condições extremas. Um dos principais problemas das enchentes em nível regional é a erosão das margens do manancial e o conseqüente carreamento pela força do escoamento de um número elevado de partículas sólidas que pode impossibilitar o tratamento e a operação da ETA.

No caso do risco tolerável associado a eventos climáticos extremos existem obras de contenção e minimização de cheias em Santo Antônio de Pádua e obras na melhoria da drenagem urbana conforme figura 50.

Figura 49- Obra de Contenção em Santo Antônio de Pádua



Fonte: o autor

A foto tirada reflete a obra para evitar o alagamento e erosão das margens no Rio Pomba na cidade de Santo Antônio de Pádua no Estado do Rio de Janeiro. A obra ainda está em fase de execução.

#### 4.5.5 Riscos – Eventos Climáticos Extremos

A severidade dos estressores relacionados ao desenvolvimento do modelo conceitual quanto a proporção em relação a vazão medida mensalmente e a vazão de referência adotada aqui como a Q95% pode ser classificada de acordo com a severidade como predominantemente média conforme a tabela 32a seguinte:

Tabela 30 - Severidade das Secas

Mês	(Qm / Qref) 2013	(Qm / Qref) 2014	(Qm / Qref) 2015	(Qm / Qref) 2016
Janeiro	2,71	2,94		5,00
Fevereiro	2,95	1,18	1,14	2,95
Março	3,79	1,42	1,29	2,84
Abril	2,82	2,03	1,37	1,52
Maio	1,77	1,00	1,13	1,48
Junho	1,81	<u>0,87</u>	<u>0,67</u>	1,44
Julho	1,43	<u>0,54</u>	<u>0,43</u>	1,04
Agosto	1,23	<u>0,70</u>	<u>0,59</u>	<u>0,63</u>
Setembro	1,04	<u>0,62</u>	<u>0,91</u>	

Outubro	1,33		0,60	0,78
Novembro	1,31	1,58	0,83	2,56
Dezembro	6,25	2,09	4,22	4,44
Baixa	5	3	1	5
Média	7	4	4	4
Alta	0	4	6	2

Fonte: o autor

De acordo com o item 2.4.3.1 (b) a relação ( $Q_{\text{mensal}} / Q_{\text{ref}}$ ) maior que 2 retrata situação de baixo impacto das secas como nos meses de dezembro em todos os anos ressaltando o mês de dezembro de 2013. Na situação com a proporção com a proporção ( $Q_{\text{mensal}} / Q_{\text{ref}}$ ) maior ou igual a 1 e menos que 2 o impacto da seca é considerado moderado. Em situações com na qual a relação ( $Q_{\text{mensal}} / Q_{\text{ref}}$ ) é menor que 1 temos uma situação com altos impactos causados pela estiagem severa como em julho de 2014. A ocorrência de secas e de eventos extremos pode afetar a disponibilidade de vazões principalmente na região em estudo. De acordo com o mapa retratado na figura 44 e figura 45 retrata a vulnerabilidade e alta ocorrência de enchentes. Dada a alta ocorrência de enchentes e os impactos acentuados na região considera-se esses impactos como altos, embora não impacta, segundo relatos dos responsáveis pela gestão dos serviços de água a captação na região.

A ocorrência do estressor é frequente, com ocorrência regular ou quase contínua, inúmeros registros de cheias e estiagens extremas acontecem na região dos municípios da bacia do Rio Pomba principalmente os integrantes da área fluminense da bacia como: Santo Antônio de Pádua, Miracema e Aperibé.

Em tempos de incertezas e de mudanças climáticas globais, esses eventos climáticos extremos tendem a ocorrer com ainda mais frequência, sendo assim uma mensuração prévia dos riscos é essencial para adoção e planejamento em tempo hábil das medidas de controle e mitigação desses impactos.

A matriz de riscos que reflete a criticidade e a vulnerabilidade das cidades quanto aos eventos climáticos extremos como a seca e as inundações e enchentes na região da bacia do rio Pomba são retratadas na matriz de riscos da figura 51.

Figura 50 - Matriz de riscos para a água bruta associada a eventos extremos

Matriz de Riscos Associados				
Ocorrência do Estressor	Alta			
	Média			Estiagem Severa (Seca) & Cheias
	Baixa			
		Baixa	Média	Alta
Severidade do Impacto				

Risco	
	Aceitáveis
	Toleráveis
	Inaceitáveis

Fonte: o autor

#### 4.6 Síntese dos Resultados

Os dados de riscos dos diversos estressores em relação ao grau de severidade podem ser expressos na tabela 33:

Tabela 31 – Síntese dos resultados de estressores

Estressor	Incidência	Característica mensurável	Parâmetro	Situação	Unidade	Indicadores de Severidade		Grau de Severidade
Pressão sobre as condições ambientais da bacia	Frequente	Uso e ocupação do solo	Área antropizada	322,7	km <sup>2</sup>	Percentual em relação à área da bacia do Rio Pomba	3,76%	1
		Desmatamento da cobertura vegetal na bacia (exceto Áreas de Preservação Permanente – APPs)	Área desmatada na totalidade da bacia	5386,52	km <sup>2</sup>		62,82%	1
		Degradação da cobertura vegetal nas APP hídricas	APP-fluvial	118,29	km <sup>2</sup>	Percentual em relação a área total de APP fluvial	78,99%	3
Demanda Crescente		Usos atuais e usuários de água	Vazão Outorgada/ Vazão Cadastrada	4,48	m <sup>3</sup> /s	Ieh/%	23,74%	1
		Projeção de demanda	Vazão da demanda futura	5,53			29,30%	1
		Disponibilidade Atual Hídrica	Balanço Hídrico (IUD)	IUD em alguns trechos >= 1,00	Não Possui	Faixa do IUD	Crítica	3
		Disponibilidade Atual Hídrica	Balanço Hídrico (IRA)	20% < IRA < 40%	-	Faixa do IRA	Crítica	3



Estressor	Incidência	Característica mensurável	Parâmetro	Situação	Unidade	Indicadores de Severidade		Grau de Severidade
Poluentes ordinários (pressão sobre a qualidade)	Frequente	Condição qualitativa atual do corpo de água em relação ao Enquadramento	IDQ	IDQ >= em alguns trechos da da Bacia do Rio Pomba	-	Faixa do IQ	Crítica	3
Eventos hidrológicos extremos	Contingente	Redução de vazão gerada pela seca	Vazão do rio	17,76	m <sup>3</sup> /s	Qm < Q ref		3
Poluentes acidentais	Contingente	Concentração no corpo de água de poluentes acidentalmente lançados por fontes fixas	Elemento característico da poluição acidental no corpo d'água	Houve acidente em 2003 gravíssimo em 2003 em Cataguases - MG				3
		Concentração no corpo de água de poluentes acidentalmente lançados por fontes móveis		Não houve acidentes com impactos sobre a gestão e recursos hídricos				

Fonte: o autor baseado em (Melo,2016)

Conforme o disposto nas partes anteriores do presente trabalho referentes as análises de riscos dos diversos estressores associados a disponibilidade e qualidade de água bruta, os resultados do modelo conceitual apontam que os estressores de maior risco à segurança hídrica para o abastecimento urbano dos municípios de Santo Antônio de Pádua, Miracema e Aperibé, em termos de quantidade e qualidade de água bruta nos pontos de captação respectivas, são os seguintes: as condições ambientais e os eventos climáticos extremos, seguidos da pressão sobre a demanda por água (quantidade), pressão sobre a qualidade de água e acidentes ambientais (barragens de rejeitos) que foram considerados como riscos aceitáveis (figura 52).

Figura 51- Matriz de Riscos consolidada

Matriz de Riscos Associados				
Ocorrência do Estressor	Alta	Pressão sobre a demanda de água (quantidade)		Pressão sobre as condições ambientais
	Média		Pressão sobre a qualidade de água	Estiagem Severa (Seca) & Cheias
	Baixa			Acidentes Ambientais
		Baixa	Média	Alta
		Severidade do Impacto		

Risco	
	Aceitáveis
	Toleráveis
	Inaceitáveis

Fonte: o autor

Como medidas de mitigação de riscos que podem ser adotadas na região algumas ações podem ser adotadas de acordo com o risco ambiental associado:

Condições ambientais da bacia: as condições ambientais apresentam altos índices de desmatamento, necessitam de planos de recuperação ambiental das faixas marginais dos rios, incentivo ao uso racional do solo e programas de

educação da população residentes nas áreas de APPs sobre a importância da conservação dessa área.

Eventos climáticos extremos: Com uma relação cada vez mais evidente do aquecimento global, mudanças climáticas e o aumento da frequência de eventos climáticos extremos é essencial buscar alternativas de captação de modo a enfrentar situação de adversidade climática.

Gestão de demanda: é essencial ainda que a demanda de água bruta seja muito inferior a capacidade que pode ser fornecida pelo manancial, é essencial uma melhora no controle de perdas associadas a distribuição de água bruta principalmente nos municípios mineiros integrantes da bacia do rio Pomba, programas de uso racional da água nas atividades de irrigação, reúso de águas nas atividades, entre outras.

Acidentes Ambientais: Avaliação das estruturas das barragens de rejeito em Minas Gerais, por técnicos qualificados. Adoção de um plano de contingência para eventuais rompimentos de barragens e planejamento de uma estratégia alternativa para a captação de água.

Qualidade da água: embora a qualidade da água, atenda aos critérios estabelecidos pela CONAMA 357/05, é essencial uma melhora dos índices de atendimento da rede de coleta de esgoto, programas de gestão de efluentes industriais e de controle dos defensivos agrícolas utilizados no cultivo nas zonas integrantes da bacia.

Diante do exposto, ações de gestão e de planejamento são necessárias de forma a minimizar o impacto dos estressores e os seus riscos na gestão de recursos hídricos na região fluminense com a formulação de Políticas, Planos e Programas direcionados para o enfrentamento das situações de risco, o fortalecimento e ampliação das ações existentes que tiveram resultado satisfatório em relação a preservação e recuperação ambiental.

## **5. APLICAÇÃO DO MODELO ANALITICO – PARTE 2: AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO**

Conforme o modelo proposto, a avaliação da vulnerabilidade dos Sistemas de abastecimento de água potável, em relação à exposição dos riscos associados à quantidade e qualidade de água bruta no ponto de captação, é efetuada para os subsistemas de captação e tratamento, de cada município estudado:




- Vulnerabilidade do subsistema de captação face à disponibilidade de água em quantidade, em situações de normalidade hidrológica e de secas, e face à integridade da infraestrutura em situações de inundação;
- Vulnerabilidade do subsistema de tratamento face à qualidade de água no ponto de captação em situações de normalidade hidrológica, secas inundações e face à integridade da infraestrutura em situações de inundação.

### **5.1 Santo Antônio de Pádua**

#### **5.1.1 Subsistema de captação**

A vulnerabilidade resultante do subsistema de captação de Santo Antônio de Pádua, em relação às três situações hidrológicas, são indicadas na Figura 53, e detalhadas na sequência.

Figura 52 - Matriz de Vulnerabilidade do Subsistema de Captação de Santo Antônio de Pádua

Matriz de Vulnerabilidade					
Sensibilidade / Adaptação	Alta				<b>Vulnerabilidade</b>  Alta  Média  Baixa
	Média		Cheias		
	Baixa	Estiagem Severa; Seca & Normalidade Hidrológica			
		Baixa	Média	Alta	
		Exposição			

Fonte: o autor

A **vulnerabilidade** do subsistema de captação tanto em **situações de normalidade hidrológica** quanto de **estiagem severa/seca** foi considerada **baixa**, resultante da combinação dos fatores:

- Exposição, estimada como de baixa intensidade, porque o balanço hídrico indica ainda haver boa disponibilidade hídrica em relação ao limite outorgável;
- Sensibilidade, avaliada sendo de baixa intensidade, pois mesmo em momentos de seca a captação do sistema de abastecimento não foi interrompida, segundo relatos dos técnicos dos serviços de água.

Por fim, a **vulnerabilidade** do subsistema de captação **em situações de inundação foi considerada média**, pois a sua exposição é média (o ponto de captação sofre com inundações recorrentes) e a sensibilidade foi também avaliada como média, pois de acordo com relatos de técnicos que trabalham na ETA, a cota da Estação de Elevação em relação ao rio Pomba, em condições normais de vazão, é de apenas três ou quatro metros. Isso significa que o sistema pode ser impactado com a ocorrência de cheias.

### 5.2.2 Subsistema de tratamento

A vulnerabilidade resultante do subsistema de tratamento de Santo Antônio de Pádua, em relação às três situações hidrológicas e de acidentes ambientais, são indicadas na Figura 54, e detalhadas na sequência.

Figura 53 - Vulnerabilidade do Subsistema de Tratamento de Santo Antônio de Pádua

Matriz de Vulnerabilidade				
Sensibilidade / Adaptação	Alta		Acidentes Ambientais	
	Média			
	Baixa		Estiagens Severas ; Normalidade Hidrológica & Cheias	
		Baixa	Média	Alta
		Exposição		

Vulnerabilidade	
	Alta
	Média
	Baixa

Fonte: o autor

A **vulnerabilidade** do subsistema de tratamento foi considerada de **baixa intensidade em todas as situações hidrológicas (de normalidade, seca/estiagem severa e cheias)**, resultante da combinação dos seguintes fatores:

- Exposição, estimada como de média intensidade, porque há comprometimento de alguns parâmetros poluidores em relação ao enquadramento em tempos de 'normalidade hidrológica'. Durante secas, não houve relatos de que a qualidade da água tenha piorado, em função da redução da vazão no manancial; cabe ressaltar, no entanto, que os gráficos de redução de vazão em anos de estiagem severa como 2014 e

2015, apontam a piora de um maior número de parâmetros poluidores para limites acima do permitido pela legislação vigente (CONAMA 357/05). Por outro lado, durante cheias, a desconformidade dos parâmetros de qualidade da água foi considerada como ainda na faixa de média intensidade, ainda que alguns parâmetros piores. Portanto, a exposição é de média intensidade para todas as situações;

- Sensibilidade, avaliada sendo de baixa intensidade, por conta da tecnologia de tratamento convencional (etapas de floração, decantação, filtração, correção de ph, desinfecção (cloração) e fluoretação) que, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, é capaz de tratar água bruta de qualidade Classe II (ou até mesmo III – convencional ou avançado). Além dessas etapas do tratamento, existe um monitoramento dos parâmetros de qualidade de água realizado em períodos contínuos com intervalos de duas horas para verificação dos parâmetros de qualidade da água que são fornecidos a população.

Em situações de **acidentes ambientais, o subsistema de tratamento foi avaliado como de alta vulnerabilidade** pois a sua exposição é média (a área a montante da bacia tem barragens de rejeito, uma inclusive em situação especial) e a sensibilidade foi avaliada como alta; em um cenário de acidente ambiental, com o rompimento de barragens em Minas Gerais, a ETA não teria capacidade de realizar a transformação da água altamente contaminada com rejeitos de mineração em água potável de acordo com os padrões exigidos pelas normas legais.

## 5.2 Miracema

### 5.2.1 Subsistema de captação

A vulnerabilidade resultante do subsistema de captação de Miracema, em relação às três situações hidrológicas, são indicadas na Figura 55, e detalhadas na sequência.

Figura 54 - Vulnerabilidade do Sistema de Captação de Miracema

Matriz de Vulnerabilidade													
Sensibilidade / Adaptação	Alta				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vulnerabilidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: red;"></td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;"></td> <td>Média</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green;"></td> <td>Baixa</td> </tr> </tbody> </table>	Vulnerabilidade			Alta		Média		Baixa
	Vulnerabilidade												
		Alta											
	Média												
	Baixa												
Média													
Baixa	Estiagem Severa/ Seca & Normalidade Hidrológica	Cheias											
	Baixa	Média	Alta										
	Exposição												

Fonte: o autor

A **vulnerabilidade** do subsistema de captação tanto em todas as situações (**de normalidade hidrológica, estiagem severa/seca e cheias**) foi considerada **baixa**, resultante da combinação dos fatores:

- Exposição, estimada como de baixa intensidade, pois o manancial apresenta superávit hídrico, com vazões muito superiores a vazão de captação, mesmo durante estações secas.
- Sensibilidade, avaliada sendo de baixa intensidade, pois mesmo em momentos de seca a captação do sistema de abastecimento não foi interrompida, segundo relatos dos técnicos dos serviços de água. Não existe reservação, mas o sistema de captação se apresenta em condições



apropriadas, sendo altamente adaptado pois permite mudanças do local de captação em função da variação do nível do Rio Pomba. Também não existem relatos dos funcionários de interrupção da captação. Quanto às cheias, relatos afirmam que não existe histórico de danos à infraestrutura e que a sinuosidade do rio, no ponto de captação, constitui uma barreira natural de proteção para situações de alta correnteza e inundações.

Por fim, a **vulnerabilidade** do subsistema de captação **em situações de inundação foi considerada baixa**, pois a sua exposição é média (o ponto de captação sofre com inundações recorrentes, assim como Santo Antônio de Pádua) e a sensibilidade foi avaliada como baixa; técnicos relataram que o sistema de abastecimento não é impactado apesar da possibilidade de as cheias intensificarem a deposição de partículas sólidas no ponto de captação, obstruírem a tomada de água e causarem danos aos equipamentos da estação elevatória.

### 5.2.2 Subsistema de tratamento

A vulnerabilidade resultante do subsistema de tratamento de Miracema, em relação às três situações hidrológicas e de acidentes ambientais, são indicadas na Figura 56, e detalhadas na sequência.

Figura 55 – Vulnerabilidade do Subsistema de Tratamento de Miracema

Matriz de Vulnerabilidade				
Sensibilidade / Adaptação	Alta		Acidentes Ambientais	
	Média			
	Baixa		Estiagens Severas; Normalidade Hidrológica & Cheias	
		Baixa	Média	Alta
		Exposição		

Vulnerabilidade	
	Alta
	Média
	Baixa

Fonte: o autor

A **vulnerabilidade** do subsistema de tratamento foi considerada de **baixa intensidade em todas as situações hidrológicas (de normalidade, seca/estiagem severa e cheias)**, resultante da combinação dos fatores:

- Exposição, estimada como de média intensidade, porque há comprometimento de alguns parâmetros poluidores em relação ao enquadramento (Classe 2) em tempos de 'normalidade hidrológica', que se agravam durante secas e cheias;
- Sensibilidade, avaliada sendo de baixa intensidade, por conta da tecnologia de tratamento convencional que é capaz de tratar água bruta de qualidade Classe II e até mesmo III (Resolução CONAMA 357/2005). Além do mais, foi reportado que o monitoramento na qualidade da água tratada não reflete em impactos ou perda da eficiência do tratamento. Durante cheias, técnicos responsáveis pelo gerenciamento da unidade relataram que não ocorre perda de eficiência nem danos a estrutura de tratamento.

Em situações de **acidentes ambientais**, Miracema foi avaliado com o mesmo nível de vulnerabilidade de Santo Antônio de Pádua, ou seja, o

**subsistema de tratamento foi avaliado como de alta vulnerabilidade:** a situação de exposição (barragens de rejeito a montante) e sensibilidade (ETA não seria capaz de tratar a água contaminada pelos efluentes de rejeito).

### 5.3 Aperibé

#### 5.3.1 Subsistema de captação

A vulnerabilidade resultante do subsistema de captação de Aperibé, em relação às três situações hidrológicas, são indicadas na Figura 57, e detalhadas na sequência.

Figura 56- Matriz de Vulnerabilidade do Subsistema de Captação de Aperibé

Matriz de Vulnerabilidade													
Sensibilidade / Adaptação	Alta				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vulnerabilidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alta</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Média</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Baixa</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Vulnerabilidade		Alta		Média		Baixa	
	Vulnerabilidade												
	Alta												
Média													
Baixa													
Média													
Baixa		Normalidade Hidrológica; Estiagens Severas & Cheias											
		Baixa	Média	Alta									
		Exposição											

Fonte: o autor

A **vulnerabilidade** do subsistema de captação tanto em **situações de normalidade hidrológica** quanto de **estiagens severas/cheias** foi considerada **baixa**, resultante da combinação dos fatores:

- Exposição, estimada como de média intensidade, porque o manancial; apresenta boa disponibilidade hídrica, mesmo durante secas;

- Sensibilidade, avaliada sendo de baixa intensidade, pois mesmo em momentos de seca não há relatos de interrupção da captação do sistema de abastecimento de água, que é a fio d'água.

Por fim, a **vulnerabilidade** do subsistema de captação **em situações de inundação foi considerada baixa**, embora sua exposição seja média (o ponto de captação sofre com inundações recorrentes); no entanto, a sensibilidade foi reportada como baixa, pois não há relatos de danos à integridade do subsistema de captação, segundo relatos dos funcionários consultados.

### 5.2.2 Subsistema de tratamento

A vulnerabilidade resultante do subsistema de tratamento de Aperibé, em relação às três situações hidrológicas e de acidentes ambientais, são indicadas na Figura 58, e detalhadas na sequência.

Figura 57 – Matriz de Vulnerabilidade do Sistema de Tratamento em Aperibé

Matriz de Vulnerabilidade				
Sensibilidade / Adaptação	Alta		Acidentes Ambientais	
	Média		Normalidade Hidrológica - Estiagem Severa Cheias	
	Baixa			
		Baixa	Média	Alta
		Exposição		

Vulnerabilidade	
	Alta
	Média
	Baixa

Fonte: o autor

A **vulnerabilidade** do subsistema de tratamento foi considerada de **média intensidade em todas as situações (de normalidade hidrológica, seca/estiagem severa e inundações)**, resultante da combinação dos fatores:

- Exposição, estimada como de média intensidade, porque há comprometimento de alguns parâmetros poluidores em relação ao enquadramento em tempos de 'normalidade hidrológica', que se agravam durante secas e cheias, mas permanecem na mesma faixa de intensidade.
- Sensibilidade, avaliada sendo de média intensidade, pois o sistema é mais impactado pela qualidade da água captada por ser uma tecnologia de tratamento simplificado da ETA compacta, apresentando, portanto, baixa adaptabilidade do sistema. Durante cheias, não há relatos de danos à integridade da infraestrutura de tratamento.

Em situações de **acidentes ambientais, o subsistema de tratamento foi avaliado como de alta vulnerabilidade**, pois é a mesma situação dos municípios que captam a montante (Pádua e Miracema): a exposição é média (a área a montante da bacia tem barragens de rejeito, uma inclusive em situação especial) e a sensibilidade foi avaliada como alta, pois nenhuma das ETAs teriam capacidade de tratar uma água com alta concentração de poluentes característicos das barragens de rejeito a montante.

### **5.3 Síntese dos Resultados**

A síntese dos resultados tem por objetivos analisar os resultados consolidados para vulnerabilidade dos sistemas de captação e de tratamento dos municípios da bacia do Rio Pomba.

#### **5.3.1 Análise Qualitativa da Vulnerabilidade do Sistemas de Captação**

Conforme a consolidação dos dados na matriz de vulnerabilidade consolidada abaixo pode identificar os estressores com maior potencial de impacto sobre a segurança hídrica regional.

Figura 58 - Matriz de Vulnerabilidade do Sistema de Captação

Matriz de Vulnerabilidade				
Sensibilidade / Adaptação	Alta			
	Média		PC	
	Baixa	PES PNH MES MNH	MC NA AES AC	
		Baixa	Média	Alta
		Exposição		

AC - Aperibé Cheias; AES - Aperibé Estiagem Severa; ANH - Aperibé Normalidade Hidrológica; MC= Miracema Cheias; MES - Miracema Estiagem Severa; MNH - Miracema Normalidade Hidrológica; PC= Pádua Cheias; PES = Pádua Estiagem Severa; PNH= Pádua Normalidade Hidrológica

Vulnerabilidade	
	Alta
	Média
	Baixa

Fonte: o autor

Os principais riscos ao sistema de captação são as cheias em Santo Antônio de Pádua, os outros riscos são aceitáveis reforçando a alta disponibilidade hídrica local.

### 5.3.2 Análise Qualidade da Vulnerabilidade do Sistema de Tratamento

A Análise Qualitativa dos sistemas de Tratamento considera os fatores de maior impacto no sistema de tratamento e na garantia do fornecimento de água em qualidade para o abastecimento urbano.

Figura 59 - Matriz de Vulnerabilidade do Sistema de Tratamento

Matriz de Vulnerabilidade				
Sensibilidade / Adaptação	Alta		AAA PAA MAA	
	Média		ANH AES AC	
	Baixa		PES PNH PC MÊS MNH MC	
		Baixa	Média	Alta
		Exposição		

AAA- Aperibé Acidente Ambiental; AC - Aperibé Cheias; AES - Aperibé Estiagem Severa; ANH - Aperibé Normalidade Hidrológica; MAA - Miracema Acidente Ambiental; MC - Miracema Cheias; MES - Miracema Estiagem Severa; MNH - Miracema Normalidade Hidrológica; PAA - Pádua Acidente Ambiental; PC Pádua Cheias; PES - Pádua Estiagem

Vulnerabilidade	
	Alta
	Média
	Baixa

Fonte: o autor

De acordo com a matriz de consolidação dos riscos associados o parâmetro mais crítico que poderia ocorrer em um cenário de acidente ambiental a ETA não teria capacidade de tratamento e de melhora na qualidade da água para consumo humano.

## 6. CONCLUSÃO

A dissertação teve por objetivo analisar a segurança hídrica sob a ótica da disponibilidade de água bruta, em quantidade e qualidade para o abastecimento das sedes urbanas, a capacidade de adaptação e a sensibilidade dos sistemas de abastecimento e captação perante as ameaças e exposição aos estressores climáticos e não climáticos analisados no modelo conceitual. O modelo desenvolvido entre maio de 2016 e junho de 2017 no âmbito do Grupo de Pesquisa “Água, Gestão e Segurança Hídrica em tempos de Mudanças Ambientais Globais”, sob a coordenação da Prof. Rosa Formiga, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FEN/DESMA), conseguiu expressar em resultados quali-quantitativos essa vulnerabilidade com uma avaliação de riscos aplicada aos municípios fluminenses da bacia do Rio Pomba.

A análise qualitativa associada aos sistemas de tratamento e captação demonstraram uma imensa capacidade adaptativa dos sistemas de gestão de serviços de água ( a ETA e o sistema de captação), uma vez que os impactos dos eventos climáticos severos nos últimos anos não impactaram o tratamento e a captação de água bruta. Porém, a montante dos pontos de captação dos municípios estudados, nas captações nos rios Bagres e Paraopeba existem conflitos e a vazão outorgável está muito próxima da demanda de vazão, porém esse trecho não influencia as captações nos municípios fluminenses da bacia.

Os acidentes ambientais associados a atividade de mineração também apresentam um risco elevado para o abastecimento e a captação de água bruta com barragens sem garantia de estabilidade definida por auditor a montante dos pontos de captação. Com o desastre de Mariana-MG de alta magnitude, danos irreversíveis, imensuráveis ao meio ambiente, economia e a população é de vital importância que esses acidentes sejam evitados ou que pelo menos essas barragens com pouca garantia de estabilidade com rejeito sejam esvaziadas para que em caso de rompimento o impacto seja minimizado.

Os riscos associados aos eventos climáticos extremos, indicam a severidade dos impactos desse estressor de ocorrência frequente na bacia do rio Pomba principalmente, enchentes e secas frequentes de alto impacto na região. Porém, de acordo com relatos dos funcionários das Agências de Água



não influenciou a captação das estações de tratamento de água, que dispõem de adaptações para permitir a mudança na seção de captação do rio.

No tocante, a gestão de demandas os índices utilizados para avaliação da demanda o  $I_{eh}$  estão dentro das faixas recomendadas e consideradas boas. O que não deve indicar que as unidades de planejamento hidrográfico não precisam de ações relacionadas a mitigação de riscos associados a esse estressor. Existem conflitos registrados na região do córrego de Bom Jardim em Santo Antônio de Pádua e em outras regiões adjacentes a bacia do Rio Pomba. Ainda foram relatados conflitos e paralisações no serviço nas regiões de Portela no município de Itaocara.

A qualidade de água na região é satisfatória com pequenas variações que não comprometem o funcionamento da ETA e a sua captação, porém a situação ainda é longe do ideal com regiões com altos desvios de indicadores de qualidade da água estabelecidos na resolução CONAMA 357/05. A CEDAE, apresenta dados satisfatórios e uma equipe técnica competente na gestão da bacia hidrográfica, com poucos índices de perda na distribuição de água para o abastecimento urbano verificada.

Os riscos associados aos diversos estressores analisados no modelo conceitual refletem grande ameaças a disponibilidade de água bruta na região da bacia hidrográfica do Rio Pomba (municípios de Santo Antônio de Pádua, Miracema e Aperibé). Contudo, o Rio Pomba apresenta baixa demanda de água, baixa densidade populacional, grande disponibilidade de água e um sistema de captação e tratamento de água adaptado para operar em situações adversas não sendo impactado, apesar das severas pressões relacionadas aos estressores de água bruta (pressão sobre a qualidade de água, pressão de demanda e eventos climáticos extremos).

As condições ambientais da Bacia do Rio Pomba se mostraram um estressor com risco alto (gravíssimo) e maior pressão associada sobre a disponibilidade de água bruta em qualidade e quantidade para o abastecimento das sedes urbanas, reflexo do desmatamento e falta de cobertura vegetal na Bacia do Rio Pomba. Os acidentes ambientais serão de grande severidade uma

vez que são decorrentes de análise da vulnerabilidade de algumas estruturas de barragens de rejeito, mas com baixa probabilidade de ocorrência.

O Plano de Bacia do Rio Pomba foi elaborado em 2006. Por esse motivo, alguns dados foram aproximados para geração dos dados utilizados, também utilizado os Planos de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul, de 2014, para a obtenção de dados. É necessária uma revisão desse plano de gestão da bacia do Rio Pomba e a geração de novos dados para possibilitar uma análise mais consistente e profunda dos problemas ambientais da bacia do Rio Pomba. O estudo também é altamente subjetivo por se tratar de uma análise qualitativa de riscos que devem ser validados por um painel de especialistas.

### **6.1 Sugestão de estudos futuros**

Os principais estudos futuros poderiam remeter a avaliação da ferramenta de avaliação ambiental estratégica com uma análise de risco quantitativa e mais robusta para a mensuração de riscos e detecção das oportunidades e ameaças, contribuindo para a melhoria da gestão integrada de recursos hídricos.

Um outro estudo a ser aplicado na bacia do Rio Pomba seria o de modelagem sobre as condições naturais em extremos climáticos de seca de precipitação extrema consistindo uma previsão confiável dos desafios a serem enfrentados pelos na gestão ambiental em um futuro próximo.

A possibilidade de avaliação da segurança e a modelagem dos eventuais impactos e avanço da pluma de contaminação em caso de rompimento das barragens de rejeito de mineração e o estudo de alternativas de captação e tratamento de água em caso de contaminação extrema do manancial de captação do Rio Pomba.

Outro estudo é a avaliação dos impactos sobre a gestão de recursos hídricos da implantação e operação da usina hidrelétrica de Barra do Braúna, uma vez que foi relatado a proliferação de cianobactérias na região..

## REFERÊNCIAS

Adger, W.N. *Vulnerability. Global Environmental Change*, v.16. n.3, p. 268–281.2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Diagnóstico e prognóstico do plano de recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul*: PGRH-RE-09-R1. Brasília: ANA, 2001. Disponível em: <<http://www.hidro.ufrj.br/pgrh/pgrh-re-009-r1/pgrh-re-009-r1-cap13.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

AGEVAP; *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo-Caderno de Ações do Rio Pomba*. 2007.

AGEVAP; *RELATÓRIO TÉCNICO - BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - SUBSÍDIOS ÀS AÇÕES DE MELHORIA DA GESTÃO*. 2011. Disponível em <<http://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio%20Geral%20versao%20para%20osite%2029dez11.pdf>> Acessado em 2 de fevereiro de 2015.

Alves, V. B. S. et al. *Impactos do acidente na Indústria de Papel e Celulose Cataguases, no Rio Paraíba do Sul*. Educação Pública. Fundação Cecierj. 2013. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/0040.html>> Acessado em 10 de novembro de 2015.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Portal de qualidade das águas – Indicadores de qualidade – Índices de qualidade das águas*, 2009. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>. Acesso em: 19 de Junho de 2013.

ANA (Agência Nacional de Águas); *Termo de Referência PLANO NACIONAL DE SEGURANÇA HÍDRICA – CRITÉRIOS, SELEÇÃO E DETALHAMENTO DE INTERVENÇÕES ESTRATÉGICAS*. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Ministério da Integração Nacional. 2013. Brasília.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil – 2012*. Brasília: ANA, 2012.

ANA. *AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE NOVAS TRANSPOSIÇÕES DE VAZÃO NO RIO PARAÍBA DO SUL R4: DEMANDAS DE USO DA ÁGUA CONSUNTIVOS E NÃO CONSUNTIVOS*. 2013.

Anne V. W.; Ian B. *Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canada. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) of the International Council of Scientific Unions (ICSU) in collaboration with the United Nations Environment Programme*. Disponível em <[http://dgc.stanford.edu/SCOPE/SCOPE\\_15/SCOPE\\_15.html](http://dgc.stanford.edu/SCOPE/SCOPE_15/SCOPE_15.html)> Acessado em 17 de abril de 2015.

BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. *Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional*. Publicado no D.O.U.

CEIVAP: *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. Relatório diagnóstico- Tomo III.* 2014.

CEIVAP; *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. Relatório diagnóstico- Tomo I.* 2014.

CEIVAP; *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes. Relatório diagnóstico- Tomo II.* 2014.

CERH-MG, *Deliberação Normativa CERH/MG nº 49*, de 25 de março de 2015.  
CETESB. NORMA P4.261 -*Manual de orientação de estudos para a análise de riscos.* São Paulo. 2003.

CETESB. *Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem.* Série Relatórios. Apêndice A. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. 2009. Disponível em: < <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf> > Acessado em 10 de janeiro de 2017.

CGEE; BANCO MUNDIAL. *Secas no Brasil Política e gestão proativas. Vida e seca no Brasil.* 2016 Disponível em: <[https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/seca\\_brasil-web.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/seca_brasil-web.pdf)> Acessado em 3 de abril de 2017.

CHAPMAN, C.B.; Cooper, D.F. (1983). Risk engineering: Basic controlled interval and memory models. *Journal of the Operational Research Society*, v.34, n.1, p. 51-60.

COSO (*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*). *Enterprise Risk Management - Integrated Framework.* v.2. 2004. Disponível em <<http://www.coso.org/erm-integratedframework.htm>>. Acessado em 17 de Agosto de 2016.

Cox, A. *What is water security? An international perspective.* Head, Climate, Biodiversity and Water Division Environment Directorate. OCDE. WRRRC Conference “Water Security from the Ground Up” Tucson, Arizona. 2013.

Eakin, H., Luers, A.L., Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 31, p365–394, 2006.

ENGLE, N.; LEMOS, M. C. *Capacidade de adaptação às mudanças climáticas e gerenciamento de recursos hídricos no nordeste brasileiro: estudo preliminar.* São Paulo: SBRH, 2007.

Engle, N. L., Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change*, v.21 p.647–656, 2011.

EPA. *Definição de Risco*. Disponível em <<https://www.epa.gov/risk/about-risk-assessment>> Acessado em 13 de janeiro de 2016.

FERNANDES, R. J. A., R. *Instrumentos para a Avaliação da Sustentabilidade Hídrica em Regiões Semi-Áridas*. 2002. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo.

FILHO, G. R. de. *Análise dos Impactos Sócio-Ambientais da Organização do Espaço Industrial de Cataguases*. Dissertação (Mestrado em Geografia – Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói: UFF, 2006.

FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; MELO, M. C DE; RABELO, P.; e DIAS, M.A.F. *Esquema conceitual e metodológico para avaliação de segurança hídrica de sistemas de abastecimento público*. Rio de Janeiro: UERJ, 2016.

FORMIGA-JOHNSSON, R.M.; MELO, M. C.; BERNARDELI, M.A.F.; e SILVA, P. R. DA. *Modelo conceitual e metodológico para análise qualitativa da segurança hídrica no abastecimento público de áreas urbanas*. Relatório final do Grupo de Pesquisa “Água, Gestão e Segurança Hídrica em tempos de Mudanças Ambientais Globais” Rio de Janeiro, 2017.

G1 (site de notícias do Grupo Globo). Fotos da Barragem rompida em Cataguases. Disponível em <<http://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2015/11/em-cataguases-barragem-rompida-foi-desativada-apos-acidente-em-2003.html>>. Acessado em 10 de janeiro de 2016.

Gallopin, G.C., 2003. Box 1. *A systemic synthesis of the relations between vulnerability, hazard, exposure and impact, aimed at policy identification In: Economic Commission for Latin American and the Caribbean (ECLAC). Handbook for Estimating the Socio-Economic and Environmental Effects of Disasters*. ECLAC, LC/MEX/G.S., Mexico, D.F., p. 2–5

Gallopin, G.C., 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, n.16, p. 293–303.

GLEICK, P.H. Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs. *Water International*, v. 21, n. 2, p. 83-92, 1996.

GWP (Global Water Partnership). *Increasing Water Security A Development Imperative*. 2012.

IBGE. IDHM. Disponível em <[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o\\_atlas/idhm/](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/)> Acessado em 10 de abril de 2015.

IBGE. *Shapefiles de divisões territoriais e dados populacionais do Brasil*. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/> >. Acessado em 16 de maio de 2015.

IGAM, Dados de Qualidade da água. Disponível em <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/>>. Acessado em 10 de abril de 2017.

INEA (INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE-RJ) *Lista de indicadores de qualidade de água: IQANSF*. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde0/~edisp/inea0014751.pdf>>. Acesso em: 04 de agosto de 2016.

Jonhson; R.M.F. *Crise e Segurança Hídrica no Estado do Rio de Janeiro*. 2015.

KOLLURU, R. *Risk Assessment and Management: a Unified Approach*. In: Kolluru, R.; Bartell, S.; Pitblado, R.; Stricoff, S. *Risk Assessment and Management Handbook: for Environmental, Health and Safety Professionals*. Boston, Massachusetts: McGraw Hill. cap. 1, p. 1.3 - 1.41. 1996.

LIMA, Gilson B.A. *Uma Abordagem Multicritério para a Avaliação do Grau de Risco dos Ramos de Atividade Econômica*. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2001.

MCNULTY, S. N., *et al.* Impacts of impervious cover, water withdrawals, and climate change on river flows in the conterminous US. *Hydrology and Earth System Science, Munich*, v.16, n.8, p. 2839-2857, 2010.

MELO *et al*, Joelma. R. de. *Estudo das Características do Licor Negro*. 5° Encontro de Engenharia & Tecnologia de Campos Gerais. 2010.

MELO, M. C. de. *SEGURANÇA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO DE ÁREAS URBANAS: Proposta de um modelo analítico e sua aplicação na Bacia do rio das Velhas, MG*. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia apresentado ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2016.

MELO, M. C. de. *Segurança Hídrica. Encontro Nacional de Comitês de Bacia Hidrográfica*. Caldas Novas. 2015.

NOGUEIRA, M. A. R. B. *Variabilidade Climática, Disponibilidade Hídrica e ETA Ghandu: Uma análise Qualitativa de Vulnerabilidade*. Dissertação Mestrado em Engenharia Ambiental – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011.

OCDE. *Studies on Water. Water Security for better lives*. 2013 Disponível em: <[dx.doi.org](http://dx.doi.org/)>. Acesso em 30 de maio de 2016.

OECD. *OECD Environmental Outlook to 2050: the Consequences of Inaction.* , 2012. Disponível em <<http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/oecdenvironmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.htm>> . Acessado em 17 de março de 2015.

OECD. *Moving toward a working definition of adaptive capacity. Global Environmental. OECD DEVELOPMENT CENTRE Working Paper No. 237 NATURAL DISASTERS AND ADAPTIVE CAPACITY* by Jeff Dayton-Johnson Research programme on: Market Access, Capacity Building and Competitiveness. 2004.

PEREIRA, D. dos R. *Simulação Hidrográfica na Bacia do Rio Pomba utilizando o Modelo SWAT*, 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Rio de Janeiro) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Minas Gerais: UFV, 2013.

RABER, W.; JOHNS, O; NOGUEIRA, M. A. R. B. *Assessing vulnerability of domestic water supply towards climate variability in major river basins of the state Rio de Janeiro, Brazil. Relatório de pesquisa. Projeto Variabilidades e mudanças climáticas & abastecimento urbano de água no Estado do Rio de Janeiro: impactos, vulnerabilidade e capacidade de adaptação.* Rio de Janeiro, 2010.

RASKIN, P. H. *et. al. Water Futures: Assessment of Long-range Patterns and Prospects* - Estocolmo: Stockholm Environment Institute, 1997.

RIBEIRO, R. da S.. *BACIA DO RIO POMBA (MG): USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E IMPACTOS AMBIENTAIS NOS RECURSOS HÍDRICOS*, 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Goiás) – Universidade Federal de Goiás: UFG, 2014.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. de. *Tratamento de água: tecnologia atualizada.* São Paulo, Edgard Blücher, 1991.

Rijsberman, F.R., *Water scarcity: fact or fiction?. Agricultural Water Management.* v. 80, p.5–22, 2006.

SANDERS, M.S.; McCORMICK, E. J. *Human Error, Accidents, and Safety.* In: SANDERS, M.S.; McCORMICK, E. J. *Human Factors in Engineering and Design.* 7<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1993. chap. 20, p. 655 - 695.

SHINAR, D., GURION, B.; FLASCHER, O. M. *The Perceptual Determinants of Workplace Hazards. Proceedings of the Human Factors Society: 35<sup>th</sup> Annual Meeting,* São Francisco, California: v.2, p. 1095 - 1099, 1991.

SIGA-CEIVAP. *Shapefiles da bacia do Rio Paraíba do Sul.* Disponível em <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/map#>> . Acessado em 15 de maio de 2015.

SIGEL. *Shapefiles de localização dos Empreendimentos Elétricos no Brasil.* Disponível em <<https://sigel.aneel.gov.br/Down/>> . Acessado em 16 de maio de

2015.

SPERLING, M. V. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. v.1. 3ª ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.

TUCCI, C.E.M. *Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica*. Ministério do Meio Ambiente. 2006. Brasília.

UN, 2012. *World Urbanisation Prospects e the 2011 Revision*. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>>. Acessado em 10 de agosto de 2015.

UNESCO-IHE, 2009. *Research Themes. Water Security*. Disponível em: <<http://www.unesco-ihe.org/Research/Research-Themes/Water-security> > Acessado em 10 de agosto de 2015.

United Nations University. *Water Security & the Global Water Agency: A UN-Water Analytical Brief*. Nova Iorque.2013.

Veiga, M.W. A *et al.* Gestão qualitativa dos recursos hídricos. Proposta metodológica para o planejamento de uma rede de estações para monitoramento da qualidade de águas superficiais. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Muriaé. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2016.

Vorosmarty, C. *et al.* Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science* v.289, p. 284–288, 2000.

YOHE, G. E. TOL, R. S. Indicators for social and economic coping capacity—moving toward a working definition of adaptive capacity. *Global Environmental Change*, v. 12, n. 1, p. 25–40, 2002.



## ANEXO I – QUESTIONÁRIO ENCAMINHADO A CEDAE E DEMAIS CONCESSIONÁRIAS DE SERVIÇOS DE ÁGUA<sup>4</sup>

### QUESTIONÁRIO

Objetivo: Coletar informações que permitam analisar a segurança hídrica do abastecimento municipal face a estressores relacionados a quantidade e qualidade de água bruta.

#### I. IDENTIFICAÇÃO

Declarante:

Instituição:

Função:

E-mail:

Tel / Fax:

#### I. MANANCIAL DE ABASTECIMENTO E VAZÃO DE CAPTAÇÃO

Quantas são as captações?

---

Qual o(s) corpo(s) d'água onde são realizadas as captações?

---

Qual a vazão de captação em cada ponto? (em l/s)

---

#### II. ASPECTOS OPERACIONAIS/ CARACTERÍSTICAS DA ETA

Como é o sistema de captação da água?

( ) Extração de água subterrânea

( ) Fio d'água (diretamente nos rios sem barramento)

( ) Com barramento

( ) Outros \_\_\_\_\_

Qual é a tecnologia de tratamento utilizada pela Estação de Tratamento de Água?

---

<sup>4</sup> Adaptado de Nogueira (2011).

- ( ) Tratamento com simples desinfecção (cloração)  
( ) Tratamento simplificado (fluoretação)  
( ) Tratamento convencional (floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação)  
( ) Tratamento avançado: clarificador de contato, pré-oxidação, flotação, centrifugação, membranas filtrantes.  
( ) Outros \_\_\_\_\_

Qual é a capacidade total de tratamento de água da ETA?

\_\_\_\_\_

### III. QUALIDADE DE ÁGUA

Existe monitoramento de qualidade da água pelo serviço de abastecimento público?

- ( ) Sim  
( ) Não

Qual a frequência do monitoramento?

\_\_\_\_\_

Principais parâmetros avaliados:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

IV. Preencha o quadro abaixo, para os últimos 10 anos, com as seguintes informações referentes à captação de água e operação da Estação de Tratamento de Água:

- Mês de cada paralisação.
- Tempo de duração de cada paralisação.
- Intensidade de cada paralisação (Total ou Parcial)
- O motivo de cada paralisação

1. Problemas técnicos
- 2- Estiagem / Seca

- 3- Chuvas Intensas
- 4- Inundações / Cheias
- 5- Poluição por esgoto doméstico
- 6- Poluição oriunda do lançamento de efluentes industriais
- 7- Poluição acidental de fontes móveis
- 8- Poluição acidental de fontes fixas
- 9- Contaminação por agrotóxicos
- 10- Sólidos em suspensão
- 11- Sedimentos / Assoreamentos
- 12- Outros.

Exemplo:

**ANO 2014**

Paralisação	Mês	Tempo	Intensidade	Motivos
1	Março	10 dias	Parcial	3

\*Caso tenha algum evento extremo com impacto sobre a captação e operação da ETA fora do intervalo, agradecemos pela indicação.

V. Sobre a estiagem severa de 2014, 2015 e 2016:

Durante o período de 2014, 2015 e 2016, a vazão de captação da ETA foi atendida integralmente?

( ) Sim

( ) Não

Caso a resposta seja negativa, qual foi o déficit de captação?

---

Durante esse período, a captação teve que ser interrompida em função da estiagem?

---



---

Qual foram os meses mais críticos, em relação à quantidade e qualidade de água, nos anos de 2014, 2015 e 2016?

---



---

Ocorreram conflitos com usuários de montante ou jusante que captam no mesmo manancial?

---



---

## VII. ESTUDOS EXISTENTES

Se possível, indicar estudos existentes sobre os impactos dos diversos fatores citados como possível causa da paralisação na ETA.