



Sabesp – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Relatório Parcial 01: Atualização dos Estudos de Cheias Para Avaliação dos Volumes de Espera dos Aproveitamentos do Sistema Cantareira

São Paulo, SP.

Julho/2019

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 2/25

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	3
2. PRINCIPAIS PREMISSAS ADOTADAS	3
3. ATUALIZAÇÃO DE DADOS	5
4. ATIVIDADES FUTURAS.....	23
6. CRONOGRAMA PROPOSTO	23
7. EQUIPE TÉCNICA	23
LISTA DE DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	24
ANEXO 1.....	25

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 3/25

1. OBJETIVO

Em resposta ao Ofício Conjunto nº 2/2019/SRE-ANA/DAEE e considerando a Nota Técnica ANA/DAEE nº 08/2019/SRE/DAEE, o objetivo deste relatório é apresentar o panorama inicial da atualização dos estudos hidrológicos para avaliação dos volumes de espera dos aproveitamentos do Sistema Cantareira considerando os aspectos de segurança hidrológica das barragens e as vazões de restrição a jusante.

2. PRINCIPAIS PREMISSAS ADOTADAS


No âmbito da atualização do estudo de cheias, elaborado em 2009, cabem algumas considerações em relação aos critérios e premissas adotados.

Os dados geológicos foram obtidos do estudo anterior, assim como as características fisiográficas das bacias, tais como delimitação das sub-bacias, áreas de drenagem e tempos de concentração, conforme Tabela 1.

Por outro lado, foi necessária uma atualização nas informações de uso e ocupação do solo e também dos dados de precipitação.

Tabela 1: Características fisiográficas das sub bacias.

Sub-Bacias	Áreas de drenagem (km ²)	Cota de montante (m)	Cota de jusante (m)	Comprimento do talvegue (km)	Tempo de concentração (h)	Tempo de retardo (min)	Velocidade Média (m/s)	PERCENTAGENS DOS GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SOLOS POR SUB - BACIA HIDROGRÁFICA				Uso e Ocupação Predominante
								A	B	C	D	
JAG 1	12,15	1830,0	1487,5	8,3	1,7	62,9	1,3	15,0	45,0	15,0	25,0	Rural
JAG 2	9,57	1860,0	1487,5	4,8	1,0	37	1,3	15,0	45,0	15,0	25,0	Rural
JAG 3	57,49	1915,0	1417,4	18,5	3,5	125	1,5	15,0	45,0	15,0	25,0	Rural
JAG 4	32,25	1785,0	1417,4	12,7	2,6	93	1,4	15,0	45,0	15,0	25,0	Rural
JAG 5	57,99	1670,0	1272,0	21,7	4,2	152	1,4	15,0	40,8	19,2	25,0	Rural
JAG 6	99,45	1780,0	1272,0	20,9	3,9	140	1,5	15,0	43,0	17,0	25,0	Rural
JAG 7	136,02	1620,0	906,0	47,1	7,9	285	1,7	15,0	40,9	19,1	25,0	Rural
JAG 8	5,71	1900,0	1513,0	5,3	1,1	40	1,3	15,0	45,0	15,0	25,0	Rural
JAG 9	15,24	1875,0	1513,0	9,1	1,9	68	1,3	15,0	45,0	15,0	25,0	Rural
JAG 10	218,94	1750,0	926,0	48,5	7,9	285	1,7	15,0	36,9	23,1	25,0	Rural
JAG 11	157,13	1490,0	920,0	40,0	7,1	254	1,6	15,0	35,8	24,2	25,0	Rural
JAG 12	111,13	1480,0	906,0	31,2	5,6	201	1,6	15,0	39,1	20,8	25,0	Rural
JAG 13	114,17	1355,0	798,0	37,7	6,7	241	1,6	15,0	40,3	19,7	25,0	Rural
JAGUARI	1027,24	1830,0	798,0	121,8	18,2	655	1,9					Rural
JAC1 (JACARÉ)	202,76	1340,0	795,0	36,1	6,5	233	1,6	15,0	41,9	18,1	25,0	Rural
CACH 1	25,74	1830,0	1178,5	12,2	2,2	80	1,5	15,0	43,1	16,9	25,0	Rural
CACH 2	28,12	1770,0	1178,5	11,5	2,1	77	1,5	15,0	41,0	18,9	24,9	Rural
CACH 3	76,98	1485,0	875,0	22,2	4,0	144	1,5	15,0	39,5	20,4	25,0	Rural
CACH 4	147,63	1558,0	875,0	31,6	5,5	196	1,6	15,0	38,4	21,5	25,0	Rural
CACH 5	113,54	870,0	820,0	23,2	6,7	241	1,0	15,0	36,0	24,0	25,0	Rural
CACHOERA	392,00	1830,0	820,0	55,0	8,6	309	1,8					Rural
ATIB 1	138,76	1335,0	795,0	30,8	5,6	201	1,5	9,2	23,4	29,0	38,3	Rural
ATIB 2	173,24	1000,0	778,0	17,5	3,9	139	1,3	10,2	27,1	26,8	35,9	Rural
ATIBAINHA	312,00	1335,0	778,0	48,3	8,5	306	1,6					Rural
JUQ 1	108,68	1390,0	747,0	28,0	4,9	177	1,6	8,2	21,1	33,4	37,3	Rural
JUQ 2	104,19	1055,0	747,0	23,2	4,7	170	1,4	5,9	14,4	34,0	45,6	Rural
JUQ 3	156,13	1050,0	741,0	19,6	4,0	145	1,4	10,7	31,1	24,3	33,9	Rural
JUQUERI	369,00	1390,0	741,0	40,6	7,0	252	1,6					Rural


 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 5/25

3. ATUALIZAÇÃO DE DADOS

3.1. Precipitação

Para a atualização da Análise de Frequência de Chuvas Máximas do Sistema Cantareira, foi utilizada basicamente a mesma metodologia empregada no estudo original “Estudos de Cheias para Avaliação dos Volumes de Espera dos Aproveitamentos do Sistema Cantareira (Relatório Final - Outubro de 2009 – V 2.0)” de autoria da Sabesp e da HIDRO Engenheiros Consultores Ltda. Os principais passos desta metodologia são descritos a seguir:

1. Levantamento dos dados pluviométricos dos mesmos postos utilizados no estudo original, considerando o incremento das séries originais com os dados observados de 2009 a 2018;
2. Análise de consistência das séries de dados (verificação de falhas no período chuvoso e presença de outliers);
3. Normalização das séries de precipitações (divisão de cada valor pelas médias de cada série);
4. Cálculo dos Momentos-L e parâmetros correlatos para as séries normalizadas;
5. Cálculo das precipitações máximas (normalizadas) de cada série a partir da distribuição de Gumbel;
6. Definição do "fator multiplicador" para cada tempo de retorno (ponderação das precipitações máximas normalizadas para um dado período de retorno, de acordo com a extensão das séries);
7. Obtenção das precipitações máximas (valores absolutos) a partir do produto do "fator multiplicador" pelas médias amostrais de cada série;
8. Determinação das precipitações máximas a partir da atualização das séries de dados pluviométricos, considerando o período de observações de 2009 a 2018;
9. Aplicação dos coeficientes de distribuição espacial da precipitação;
10. Aplicação dos coeficientes de correlação entre diferentes durações para obtenção das chuvas para as durações de projeto das bacias.

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 6/25

3.1.1. Levantamento de Dados Pluviométricos

Os postos pluviométricos a partir dos quais foram obtidas as séries de dados para a atualização da Análise de Frequência de Chuvas Máximas foram os mesmos utilizados no Estudo de Cheias para Avaliação dos Volumes de Espera dos Aproveitamentos do Sistema Cantareira. Originalmente, a pré-seleção dos postos pluviométricos foi feita considerando-se uma distância de 10 km no entorno das bacias hidrográficas componentes do Sistema Cantareira.

Até o ano de 2008, os dados pluviométricos utilizados foram exatamente os mesmos apresentados no Anexo 1 do Estudo de Cheias para Avaliação dos Volumes de Espera dos Aproveitamentos do Sistema Cantareira. Já os dados atualizados, referentes ao período de 2009 a 2018, foram obtidos a partir de dois bancos de dados:

- HidroWeb – Agência Nacional de Águas (ANA), e;
- SSD SABESB 3 – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

As Tabelas 2 e 3 apresentam as listas dos postos pluviométricos disponíveis nas bacias dos rios Jaguari, Cachoeira, Atibainha e Juqueri nos aproveitamentos do Sistema Cantareira.


 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 7/25

Tabela 2: Postos Pluviométricos utilizados no estudo.

Bacia	Código	Base de Dados	Nome da Estação	Município	UF	Entidade
RIO JUQUERI	2346155	HidroWeb	MAIRIPORA P12-097	Mairiporã	SP	EMAE
	2346017	HidroWeb	MORRO GRANDE	Nazaré Paulista	SP	DAEE
	2346020	HidroWeb	MAIRIPORA	Mairiporã	SP	DAEE
	2346021	HidroWeb	FRANCO DA ROCHA (HOSP. JUQUERI)	Franco da Rocha	SP	DAEE
	2346026	HidroWeb	CABUCU (SABESP)	Jundiaí	SP	DAEE
	2346027	HidroWeb	PERUS	São Paulo	SP	DAEE
	2346034	HidroWeb	BARROCADA	São Paulo	SP	DAEE
	2346035	HidroWeb	ENGORDADOR	São Paulo	SP	DAEE
	2346418	HidroWeb	GUARAU	São Paulo	SP	DAEE
	BRJ	SSD3	BARRAGEM PAIVA CASTRO	Mairiporã	SP	SABESP
	P-1	SSD3	ÁGUAS CLARAS	Caieiras	SP	SABESP
	P-1A	SSD3	A. CLARAS	São Paulo	SP	SABESP
	P-2	SSD3	MAIRIPORÃ	Mairiporã	SP	SABESP
	P-24	SSD3	B. ITAIM	Mairiporã	SP	SABESP
	P-3	SSD3	TAPERA GRANDE	Mairiporã	SP	SABESP
RIO ATIBAINHA	2246086	HidroWeb	GUIRRA	São José dos Campos	SP	DAEE
	2346221	HidroWeb	SILVAS P8-191	-	SP	EMAE
	2346248	HidroWeb	JUNDIAPEBA P12-081	Mogi das Cruzes	SP	EMAE
	2346010	HidroWeb	NAZARE PAULISTA	Nazaré Paulista	SP	DAEE
	2346096	HidroWeb	NAZARE PAULISTA	Nazaré Paulista	SP	ANA
	2346352	HidroWeb	RIBEIRAO ACIMA	Nazaré Paulista	SP	DAEE
	BRA	SSD3	BARRAGEM ATIBAINHA	Nazaré Paulista	SP	SABESP
	P-5	SSD3	AGUA DO POCO	Nazaré Paulista	SP	SABESP
	P-6	SSD3	BAIRRO CUIABA	Nazaré Paulista	SP	SABESP



 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 8/25

Tabela 3: Postos Pluviométricos utilizados no estudo (continuação).

Bacia	Código	Base de Dados	Nome da Estação	Município	UF	Entidade
RIO CACHOEIRA	2245050	HidroWeb	SAO FRANCISCO XAVIER	São José dos Campos	SP	DAEE
	2246099	HidroWeb	FAZENDA BONFIM	Joanópolis	SP	DAEE
	2346004	HidroWeb	PIRACAIA	Piracaia	SP	DAEE
	2346094	HidroWeb	PIRACAIA	Piracaia	SP	ANA
	2346334	HidroWeb	CRIoulos	Piracaia	SP	DAEE
	BRC	SSD3	BARRAGEM CACHOEIRA	Piracaia	SP	SABESP
	P-15	SSD3	B. CAN-CAN	Camanducaia	SP	SABESP
	P-4	SSD3	FAZ. RETIRO	Joanópolis	SP	SABESP
	P-7	SSD3	B. CUNHAS (MATO MOLE)	Joanópolis	SP	SABESP
RIO JAGUARI	2246035	HidroWeb	VARGEM (US. FLORES-CPFL)	Vargem Grande Paulista	SP	DAEE
	2246050	HidroWeb	CAMBUI (CSME)	Cambuí	MG	ANA
	2246057	HidroWeb	CAMANDUCAIA	Camanducaia	MG	ANA
	2246090	HidroWeb	JOANOPOLIS	Joanópolis	SP	DAEE
	2246095	HidroWeb	PEDRA BELA	Pedra Bela	SP	DAEE
	P-10	SSD3	BARRAGEM JAGUARI	Bragança Paulista	SP	SABESP
	P-11	SSD3	SERTAO GRANDE	Camanducaia	MG	SABESP
	P-12	SSD3	MONTE VERDE	Camanducaia	MG	SABESP
	P-13	SSD3	PONTE NOVA	Camanducaia	MG	SABESP
	P-8	SSD3	B. PERICOS (FAZ. RABELO)	Camanducaia	MG	SABESP
	P-8A	SSD3	SALTO DO MEIO	Extrema	MG	SABESP
	P-9	SSD3	EXTREMA	Extrema	MG	SABESP

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 9/25

3.1.2. Validação do Método de Cálculo

3.1.2.1. Séries de Chuvas Máximas de 1 dia

As séries de precipitações máximas de 1 dia dos postos pluviométricos pré-selecionados foram determinadas através da identificação da máxima altura pluviométrica das séries de totais precipitados diários em cada ano hidrológico, com início em outubro de um ano e fim em setembro do ano subsequente.


No Estudo de Cheias para Avaliação dos Volumes de Espera dos Aproveitamentos do Sistema Cantareira, foram considerados os seguintes critérios para análise da consistência dos dados pluviométricos:

- As precipitações máximas de 1 dia foram desconsideradas nos anos hidrológicos com falhas de observação no semestre chuvoso que cobre o período de outubro a março;
- As séries de precipitações máximas de 1 dia com extensão inferior a 15 anos foram descartadas devido à pouca representatividade estatística para os objetivos do estudo;

Complementarmente, foi feita uma análise da representatividade do regime pluvial dos postos pluviométricos pré-selecionados. Esta análise considerou a posição geográfica em relação às sub-bacias dos rios Jaguari/Jacaré, Cachoeira, Atibainha e Juqueri. Para isso foram utilizados os mapas das sub-bacias com a localização dos postos pluviométricos considerando uma faixa de 10 km no entorno.

Aplicados os critérios apontados acima, foram selecionados os 45 postos pluviométricos que se encontram apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Além da avaliação de consistência das séries atualizadas, a partir da verificação da existência (ou não) de falhas de observação nos semestres chuvosos, de outubro a março, assim como no estudo original, as séries de precipitações máximas de 1 dia foram verificadas quanto à presença de outliers ou valores extraordinários através da metodologia Grubbs & Beck (1972), recomendada pelo United States Water

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 10/25

Resources Council. Foram identificados alguns outliers que, conforme recomendado, foram retirados das séries.

O Anexo 1 apresenta as séries de precipitações máximas anuais de 1 dia nos 45 postos pluviométricos selecionados incluindo os principais parâmetros estatísticos como o número de elementos, a média, o mínimo, o máximo, o desvio-padrão e os coeficientes de assimetria e curtose.

3.1.2.2. Análise de Frequência das Chuvas Máximas de 1 dia

Seguindo a escolha feita no estudo original, para a Análise de Frequência das Chuvas Máximas dos aproveitamentos do Sistema Cantareira, foi utilizada a distribuição probabilística de Gumbel.

Para o ajuste da distribuição de Gumbel às precipitações máximas anuais dos postos selecionados, foi utilizado o método dos momentos-L introduzido por Hosking (1990). De acordo com o estudo original, esta opção seguiu a recomendação da nova edição do Handbook of Hydrology (Stedinger, 1992) que indica a utilização dos momentos-L para a estimativa dos parâmetros das distribuições probabilísticas na análise de frequência de eventos extremos.

No presente estudo, o cálculo dos momentos-L, bem como a determinação das chuvas máximas a partir da distribuição de Gumbel, seguiu as orientações apresentadas no livro Hidrologia Estatística (Naghettini e Pinto, 2007).

A aplicação desta metodologia foi aplicada para cada bacia, utilizando-se os postos pluviométricos na sua área ou na imediata circunvizinhança.

3.1.2.3. Atualização da Análise de Frequência de Chuvas Máximas

A atualização da Análise de Frequência das Chuvas Máximas foi realizada considerando o incremento dos dados observados no período de 2009 a 2018. Os resultados são apresentados na sequência.

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 11/25

Ressalta-se que nesta etapa, a precipitações máximas para os aproveitamentos do Sistema Cantareira foram determinadas seguindo a metodologia de cálculo descrita por Naghettini e Pinto (2007).

As Tabelas 4 a 7 apresentam os momentos-L e os coeficientes-L de variação e assimetria, determinados para as séries de precipitações máximas de 1 dia normalizadas pelas respectivas médias.

Dos 45 postos pluviométricos inicialmente analisados, 25 tiveram as séries de dados atualizadas posteriormente ao ano de 2009. Tais postos encontram-se destacados (em vermelho) nas tabelas abaixo.


 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo								Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR			
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA								Nº ---			
	REVISÃO 0		DATA 07/2019			PÁGINA 12/25						

Tabela 4: Momentos-L e Coeficientes-L das séries de precipitações máximas da Bacia do Rio Juqueri.

Parâmetros	2346155	2346017	2346020	2346021	2346026	2346027	2346034	2346035	2346418	BRJ	P-1	P-1A	P-2	P-24	P-3
b0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b1	0,56	0,54	0,56	0,57	0,57	0,59	0,57	0,56	0,58	0,57	0,58	0,57	0,59	0,55	0,57
b2	0,40	0,37	0,40	0,40	0,40	0,43	0,41	0,40	0,42	0,41	0,42	0,41	0,43	0,39	0,41
λ₁:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
λ₂:	0,12	0,08	0,12	0,13	0,13	0,18	0,14	0,12	0,15	0,14	0,17	0,14	0,18	0,11	0,14
λ₃:	0,03	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,00	0,03	0,02	0,04	0,02	0,03	0,00	0,02
τ:	0,12	0,08	0,12	0,13	0,13	0,18	0,14	0,12	0,15	0,14	0,17	0,14	0,18	0,11	0,14
τ₃:	0,21	0,00	0,17	0,13	0,11	0,18	0,13	0,04	0,20	0,11	0,21	0,13	0,19	0,03	0,11

Tabela 5: Momentos-L e Coeficientes-L das séries de precipitações máximas da Bacia do Rio Atibainha.

Parâmetros	2246086	2346221	2346248	2346010	2346096	2346352	BRA	P-5	P-6
b0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b1	0,56	0,60	0,56	0,57	0,53	0,56	0,56	0,56	0,57
b2	0,40	0,44	0,40	0,40	0,37	0,40	0,40	0,40	0,40
λ₁:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
λ₂:	0,12	0,20	0,13	0,14	0,07	0,12	0,13	0,13	0,14
λ₃:	0,01	0,03	0,00	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,03	0,02
τ:	0,12	0,20	0,13	0,14	0,07	0,12	0,13	0,13	0,14
τ₃:	0,11	0,17	0,02	0,07	-0,08	0,04	0,05	0,25	0,14


 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 13/25

Tabela 6: Momentos-L e Coeficientes-L das séries de precipitações máximas da Bacia do Rio Cachoeira.

Parâmetros	2245050	2246099	2346004	2346094	2346334	BRC	P-15	P-4	P-7
b0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b1	0,56	0,58	0,56	0,56	0,59	0,58	0,57	0,56	0,56
b2	0,40	0,42	0,40	0,40	0,43	0,42	0,40	0,40	0,40
λ₁:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
λ₂:	0,12	0,16	0,13	0,12	0,18	0,16	0,14	0,12	0,13
λ₃:	0,01	0,01	0,03	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00
τ:	0,12	0,16	0,13	0,12	0,18	0,16	0,14	0,12	0,13
τ₃:	0,12	0,09	0,23	0,10	0,20	0,16	0,10	0,09	0,01

Tabela 7: Momentos-L e Coeficientes-L das séries de precipitações máximas da Bacia do Rio Jaguari.

Parâmetros	2246035	2246050	2246057	2246090	2246095	P-10	P-11	P-12	P-13	P-8	P-8A	P-9
b0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b1	0,58	0,59	0,64	0,58	0,59	0,57	0,56	0,57	0,57	0,56	0,57	0,57
b2	0,42	0,43	0,50	0,42	0,42	0,41	0,39	0,41	0,41	0,39	0,41	0,41
λ₁:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
λ₂:	0,17	0,18	0,27	0,17	0,17	0,14	0,12	0,15	0,15	0,11	0,14	0,14
λ₃:	0,03	0,02	0,19	0,03	0,02	0,02	0,00	0,03	0,00	0,02	0,03	0,03
τ:	0,17	0,18	0,27	0,17	0,17	0,14	0,12	0,15	0,15	0,11	0,14	0,14
τ₃:	0,17	0,13	0,70	0,19	0,10	0,15	-0,03	0,17	-0,01	0,18	0,20	0,22

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 14/25

As Tabelas 08 a 11 apresentam as precipitações máximas de 1 dia para as bacias dos rios Juqueri, Atibainha, Cachoeira e Jaguari/Jacareí para os períodos de retorno de 2; 3,33; 5; 10; 20; 25; 50; 100; 200; 1000; 2000 e 10000 anos. Estes valores foram obtidos pelo produto da ponderação das precipitações máximas normalizadas para cada período de retorno (“Fator Multiplicador”) pelas médias das séries amostrais para cada posto pluviométrico. Este processo resulta na distribuição regional de Gumbel para cada bacia, considerando a influência dos diversos postos pluviométricos existentes.


 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 15/25

Tabela 8: Precipitações máximas da Bacia do Rio Juqueri.

Tr	Postos	2346155	2346017	2346020	2346021	2346026	2346027	2346034	2346035	2346418	BRJ	P-1	P-1A	P-2	P-24	P-3
	Média	72,0	71,2	72,5	75,9	78,5	80,0	77,1	73,5	98,1	81,0	83,5	76,0	79,4	79,8	80,0
10000	2,70	194	192	196	205	212	216	208	199	265	219	225	205	214	215	216
2000	2,38	172	170	173	181	187	191	184	175	234	193	199	181	189	190	191
1000	2,25	162	160	163	170	176	180	173	165	220	182	188	171	178	179	180
200	1,93	139	137	140	146	151	154	149	142	189	156	161	147	153	154	154
100	1,79	129	128	130	136	141	143	138	132	176	145	150	136	142	143	143
50	1,65	119	118	120	126	130	132	128	122	162	134	138	126	131	132	132
25	1,52	109	108	110	115	119	121	117	111	149	123	127	115	120	121	121
20	1,47	106	105	107	112	115	118	113	108	144	119	123	112	117	117	118
10	1,33	96	95	96	101	104	106	102	98	130	108	111	101	106	106	106
5	1,18	85	84	86	90	93	94	91	87	116	96	99	90	94	94	95
3,33	1,09	78	78	79	83	85	87	84	80	107	88	91	83	86	87	87
2	0,96	69	68	69	73	75	77	74	70	94	78	80	73	76	77	77

Tabela 9: Precipitações máximas da Bacia do Rio Atibainha.

Tr	Postos	2246086	2346221	2346248	2346010	2346096	2346352	BRA	P-5	P-6
	Média	79,6	96,6	73,8	71,4	68,5	74,3	69,9	87,7	80,0
10000	2,64	210	255	195	188	181	196	184	231	211
2000	2,33	185	225	172	166	160	173	163	204	186
1000	2,20	175	213	162	157	151	163	154	193	176
200	1,89	151	183	140	135	130	141	132	166	152
100	1,76	140	170	130	126	121	131	123	154	141
50	1,63	130	158	120	116	112	121	114	143	130
25	1,50	119	145	110	107	103	111	105	131	120
20	1,45	116	140	107	104	100	108	102	127	116
10	1,32	105	127	97	94	90	98	92	115	105
5	1,17	93	114	87	84	80	87	82	103	94
3,33	1,09	86	105	80	78	74	81	76	95	87
2	0,96	76	93	71	69	66	71	67	84	77



 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 16/25

Tabela 10: Precipitações máximas da Bacia do Rio Cachoeira.

Tr	Postos	2245050	2246099	2346004	2346094	2346334	BRC	P-15	P-4	P-7
	Média	81,0	72,9	71,0	68,1	78,5	82,6	75,9	81,2	76,6
10000	2,72	220	198	193	185	213	224	206	221	208
2000	2,40	194	175	170	163	188	198	182	195	184
1000	2,26	183	165	160	154	177	187	172	183	173
200	1,94	157	141	138	132	152	160	147	157	149
100	1,80	146	131	128	123	141	149	137	146	138
50	1,66	135	121	118	113	130	137	126	135	127
25	1,52	123	111	108	104	119	126	116	124	117
20	1,48	120	108	105	101	116	122	112	120	113
10	1,33	108	97	95	91	105	110	101	108	102
5	1,18	96	86	84	81	93	98	90	96	91
3,33	1,09	88	79	77	74	86	90	83	89	84
2	0,96	78	70	68	65	75	79	73	78	73

Tabela 11: Precipitações máximas da Bacia do Rio Jaguari.

Tr	Postos	2246035	2246050	2246057	2246090	2246095	P-10	P-11	P-12	P-13	P-8	P-8A	P-9
	Média	67,6	71,9	86,3	70,4	64,7	69,7	66,9	82,4	74,1	70,3	71,1	73,8
10000	3,04	205	218	262	214	196	212	203	250	225	214	216	224
2000	2,66	179	191	229	187	172	185	178	219	197	187	189	196
1000	2,49	168	179	215	175	161	174	167	206	185	175	177	184
200	2,11	143	152	182	149	137	147	141	174	157	149	150	156
100	1,95	132	140	168	137	126	136	130	161	144	137	139	144
50	1,78	121	128	154	126	115	124	119	147	132	125	127	132
25	1,62	109	116	140	114	105	113	108	133	120	114	115	119
20	1,56	106	113	135	110	101	109	105	129	116	110	111	115
10	1,39	94	100	120	98	90	97	93	115	103	98	99	103
5	1,22	82	88	105	86	79	85	81	100	90	86	87	90
3,33	1,11	75	80	96	78	72	77	74	91	82	78	79	82
2	0,95	64	68	82	67	61	66	64	78	70	67	68	70

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 17/25

3.1.2.4. Atualização da Precipitação Máxima de Projeto

3.1.2.4.1. Duração

Conforme o estudo prévio, as durações da precipitação de projeto consideradas foram de 24 horas para a bacia do rio Jaguari e de 12 horas para as bacias dos rios Cachoeira, Atibainha e Juqueri (Paiva Castro).

As relações entre as diferentes durações de chuva utilizadas neste estudo seguiram aquelas definidas no estudo anterior, quais sejam:

- A chuva de 1 dia tem duração efetiva média de 12 horas;
- A transformação da chuva de 1 dia para a chuva de 24 horas obedece ao fator 0,88, sendo a de 24 horas maior.

3.1.2.4.2. Distribuições Espacial

Para a transformação da chuva no ponto para a chuva na área foram utilizadas as relações obtidas pelo *National Environmental Research Council* (1975). Os fatores de redução resultantes foram de 0,88 para a precipitação de projeto de duração 12 horas nas bacias Juqueri e Cachoeira, 0,89 para a precipitação de projeto de duração 12 horas na bacia do Atibainha e 0,85 para a precipitação de projeto de duração 24 horas na bacia do Jaguari.

3.1.2.4.3. Resultados

A Tabela 12 apresenta a precipitação máxima de projeto resultante, destacando com fundo azul os valores que serão utilizados no estudo.



 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo										Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR									
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA										Nº ---									
	REVISÃO 0					DATA 07/2019					PÁGINA 18/25									

Tabela 12: Precipitações máximas de Projeto nas sub-bacias.

Sub-bacias	Chuva no Ponto de 1 dia ou 12 horas (mm)					Chuva no Ponto de 1 dia ou 24 horas (mm)					Chuva na Área de 1 dia ou 12 horas (mm)					Chuva na Área de 1 dia ou 24 horas (mm)				
	2	50	100	1000	10000	2	50	100	1000	10000	2	50	100	1000	10000	2	50	100	1000	10000
JUQ 1	68,2	117,8	127,6	159,9	192,2	77,5	133,8	145,0	181,7	218,4	60,2	104,0	112,6	141,2	169,7	71,1	122,7	132,9	166,6	200,3
JUQ 2	76,7	132,4	143,4	179,7	216,0	87,1	150,4	162,9	204,2	245,5	67,7	116,9	126,6	158,7	190,7	79,9	138,0	149,4	187,3	225,1
JUQ 3	74,4	128,4	139,1	174,3	209,5	84,5	145,9	158,0	198,1	238,1	65,7	113,4	122,8	153,9	185,0	77,5	133,8	144,9	181,7	218,3
ATIB 1	80,6	136,8	147,9	184,6	221,2	91,6	155,4	168,1	209,7	251,4	71,4	121,2	131,0	163,5	196,0	84,2	142,9	154,5	192,9	231,1
ATIB 2	72,1	122,4	132,3	165,1	197,9	81,9	139,1	150,4	187,7	224,9	63,9	108,4	117,2	146,3	175,4	75,3	127,9	138,3	172,6	206,8
CACH 1	74,6	129,3	140,1	175,9	211,5	84,8	147,0	159,3	199,8	240,4	65,8	114,1	123,6	155,1	186,5	77,7	134,6	145,9	183,1	220,2
CACH 2	77,7	134,7	146,0	183,2	220,3	88,3	153,1	165,9	208,1	250,3	68,5	118,8	128,7	161,5	194,3	80,9	140,2	152,0	190,7	229,3
CACH 3	76,0	131,7	142,7	179,0	215,3	86,3	149,6	162,1	203,5	244,7	67,0	116,1	125,8	157,9	189,9	79,1	137,1	148,5	186,4	224,2
CACH 4	72,8	126,1	136,7	171,5	206,3	82,7	143,3	155,3	194,9	234,4	64,2	111,2	120,5	151,2	181,9	75,7	131,3	142,3	178,5	214,7
CACH 5	76,2	132,2	143,2	179,7	216,2	86,6	150,2	162,8	204,2	245,7	67,2	116,6	126,3	158,5	190,6	79,4	137,6	149,1	187,1	225,0
JAG 1	70,4	132,2	144,4	184,8	225,0	80,0	150,3	164,1	210,0	255,7	59,6	111,8	122,2	156,3	190,3	70,9	133,2	145,5	186,1	226,7
JAG 2	70,4	132,2	144,4	184,8	225,0	80,0	150,3	164,1	210,0	255,7	59,6	111,8	122,2	156,3	190,3	70,9	133,2	145,5	186,1	226,7
JAG 3	70,4	132,2	144,4	184,8	225,0	80,0	150,3	164,1	210,0	255,7	59,6	111,8	122,2	156,3	190,3	70,9	133,2	145,5	186,1	226,7
JAG 4	70,4	132,2	144,4	184,8	225,0	80,0	150,3	164,1	210,0	255,7	59,6	111,8	122,2	156,3	190,3	70,9	133,2	145,5	186,1	226,7
JAG 5	70,4	132,2	144,4	184,8	225,0	80,0	150,3	164,1	210,0	255,7	59,6	111,8	122,2	156,3	190,3	70,9	133,2	145,5	186,1	226,7
JAG 6	74,4	139,7	152,5	195,1	237,7	84,5	158,7	173,3	221,8	270,1	62,9	118,1	129,0	165,0	201,0	74,9	140,7	153,7	196,6	239,4
JAG 7	67,6	126,9	138,6	177,3	215,9	76,8	144,2	157,5	201,5	245,4	57,2	107,3	117,2	150,0	182,6	68,1	127,8	139,6	178,6	217,5
JAG 8	70,4	132,2	144,4	184,8	225,0	80,0	150,3	164,1	210,0	255,7	59,6	111,8	122,2	156,3	190,3	70,9	133,2	145,5	186,1	226,7
JAG 9	70,4	132,2	144,4	184,8	225,0	80,0	150,3	164,1	210,0	255,7	59,6	111,8	122,2	156,3	190,3	70,9	133,2	145,5	186,1	226,7
JAG 10	75,5	141,7	154,8	198,0	241,2	85,8	161,0	175,9	225,0	274,0	63,8	119,9	130,9	167,5	204,0	76,0	142,8	155,9	199,5	242,9
JAG 11	63,6	119,4	130,4	166,8	203,2	72,3	135,7	148,2	189,6	230,9	53,8	101,0	110,3	141,1	171,9	64,1	120,3	131,4	168,1	204,7
JAG 12	70,2	131,7	143,9	184,1	224,2	79,7	149,7	163,5	209,2	254,7	59,3	111,4	121,7	155,7	189,6	70,7	132,7	145,0	185,4	225,8
JAG 13	66,3	124,5	136,0	174,0	211,9	75,4	141,5	154,5	197,7	240,8	56,1	105,3	115,0	147,1	179,2	66,8	125,4	137,0	175,3	213,5
JAC 1	66,9	125,5	137,1	175,4	213,6	76,0	142,6	155,8	199,3	242,8	56,5	106,2	116,0	148,4	180,7	67,4	126,5	138,1	176,7	215,2

 sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 19/25

3.2. Dados de Uso e Ocupação do Solo

Os dados atualizados de uso e ocupação do foram obtidos utilizando o Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra realizado pelo IBGE com base em imagens OLI/Landsat-8 do ano de 2016. A Figura 1 e a Tabela 13 apresentam os resultados do uso e ocupação do solo por sub-bacia em análise, determinados com o uso da ferramenta de geoprocessamento ArcGis.

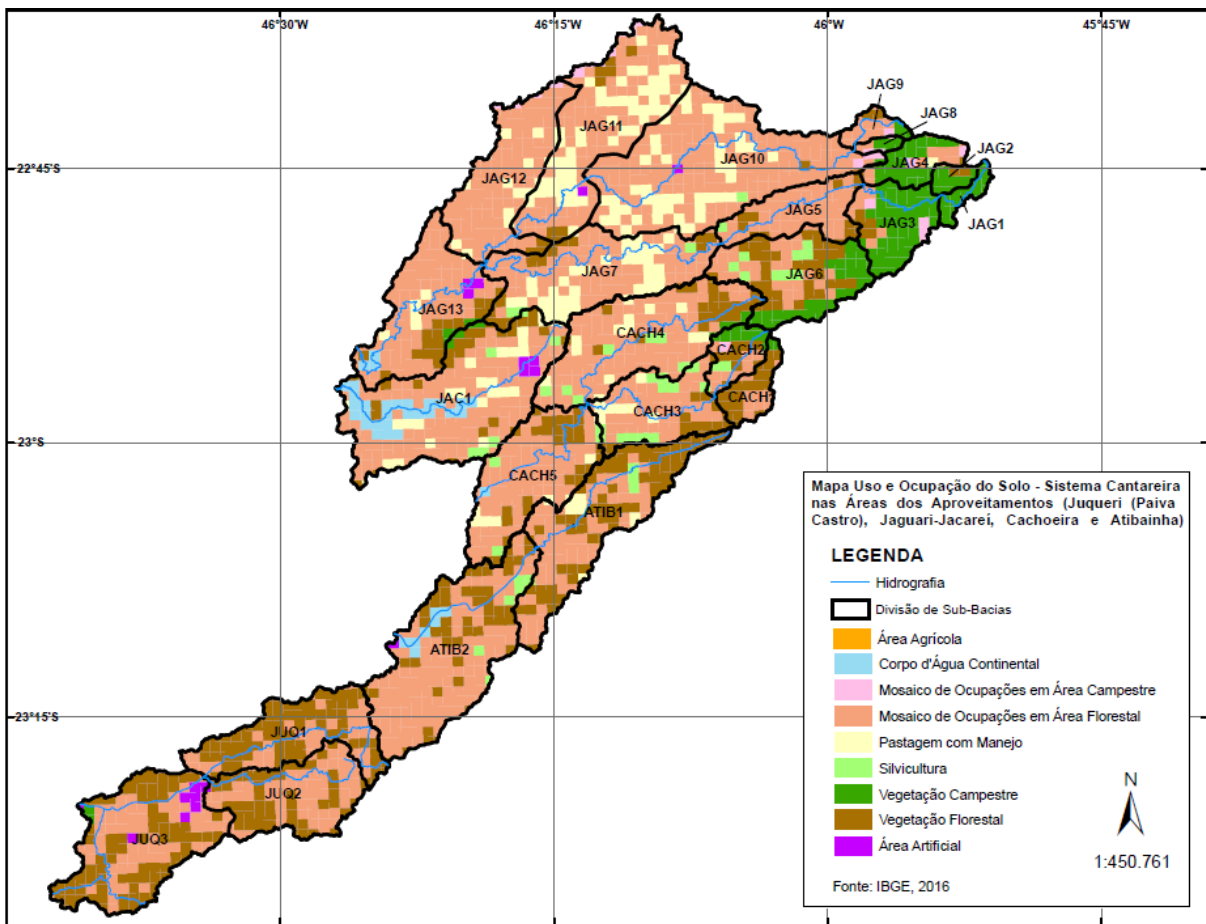



Figura 1: Mapa de uso e ocupação do solo na área de abrangência do Sistema Cantareira.

Tabela 13: Distribuição percentual dos usos e ocupação de solos por sub-bacia.

Síntese dos Principais Usos											
Bacia	Sub-Bacias	Áreas de Drenagem (km²)	Usos e ocupação (%)								
			Mosaico de Ocupações em Área Campestre	Mosaico de Ocupações em Área Florestal	Pastagem com Manejo	Silvicultura	Vegetação Campestre	Vegetação Florestal	Área Agrícola	Área Artificial	Corpo d'Água Continental
Jaguari	JAG 1	12,15		0,38				99,62			
	JAG 2	9,57		3,41	0,70			75,83	20,06		
	JAG 3	57,49	6,00	11,40				74,23	8,37		
	JAG 4	32,25	5,69	25,49	2,90			63,46	2,46		
	JAG 5	57,99		82,32		1,64	0,16	15,88			
	JAG 6	99,45		29,48		9,01	27,16	34,35			
	JAG 7	136,02		61,53	26,83	1,85	0,04	9,75			
	JAG 8	5,71	16,73	28,72				54,55			
	JAG 9	15,24	5,28	66,26	0,29		15,64	12,53			
	JAG 10	218,94	1,00	75,27	21,88	0,47	0,31	0,62		0,45	
	JAG 11	157,13	2,40	59,52	32,47			4,97	0,01	0,63	
	JAG 12	111,13	2,29	84,94	10,45			2,32			
	JAG 13	114,17		73,78	4,47		2,01	14,62		2,56	2,56
	JAGUARI	1027,24	1,51	60,83	14,94	1,31	11,43	9,21	0,00	0,48	0,29
Jacarei	JAC1 (JACAREÍ)	202,76		58,90	11,30	2,77	1,28	11,02		1,97	12,76
Cachoeira	CACH 1	25,74		30,40				5,60	64,00		
	CACH 2	28,12	3,60	30,95		7,93	26,98	30,54			
	CACH 3	76,98		60,97	9,33	13,15		16,55			
	CACH 4	147,63		70,94	8,41	4,98	1,89	13,78			
	CACH 5	113,54		68,56	5,04	2,82		22,69			0,88
	CACHOEIRA	392,00	0,25	62,80	6,47	5,85	2,99	21,39			0,25
Atibainha	ATIB 1	138,76		45,63	4,42	2,52		47,43			
	ATIB 2	173,24		66,97		2,92		25,82		0,37	3,92
	ATIBAINHA	312,00		57,72	1,91	2,75		35,19		0,21	2,22
Juqueri	JUQ 1	108,68		34,86				65,14			
	JUQ 2	104,19		55,20				44,45		0,35	
	JUQ 3	156,13		41,49			1,12	52,53		4,86	
	JUQUERI	369,00		43,45			0,48	53,91		2,17	

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 21/25

3.3. CN (Curve Number)

Com a atualização do uso e ocupação do solo e com a caracterização hidrogeológica do solo obtida do estudo prévio, foram definidos os novos CN das bacias hidrográficas.

Para a obtenção do CN de cada sub-bacia, foi utilizada a classificação do CN para cada classe de uso da terra e ocupação do solo estabelecida na nota técnica nº 46/2018/SPR da ANA.

O critério utilizado na análise dos usos por sub-bacias é descrito a seguir:

- Foram consideradas apenas as áreas de solo, ou seja, as áreas dos reservatórios, lagos e lagoas não foram consideradas para a determinação do CN;
- Considerou-se que as áreas cobertas por nuvens e sombras correspondem ao uso predominante ao das áreas no entorno.

Tabela 14: Ponderação do CN por categoria de uso e ocupação do solo.

Classe de Uso da Terra e Ocupação do Solo	Classe Hidrológica do Solo			
	A	B	C	D
Área Artificial	93	93	93	93
Área Agrícola	64	76	84	88
Pastagem com Manejo	6	35	70	79
Mosaico de Área Agrícola com Remanescentes Florestais	60	76	85	90
Silvicultura	26	52	62	69
Vegetação Florestal	36	60	70	76
Mosaico de Vegetação Florestal com Atividade Agrícola	55	72	81	86
Vegetação Campestre	30	58	71	78
Área Úmida	95	95	95	95
Pastagem Natural	36	60	73	79
Mosaico de Área Agrícola com Remanescentes Campestres	47	67	78	83
Corpo d'Água Continental	100	100	100	100
Corpo d'Água Costeiro	100	100	100	100
Área Descoberta	74	84	90	92

FONTE: NT 46/2018/SPR da ANA.



	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 22/25

Tabela 15: Distribuição percentual dos usos e ocupação de solos por sub-bacia e CN resultante.

Sub-Bacias	Sub-Bacias	CN*
JAGUARI	JAG 1	61
	JAG 2	61
	JAG 3	63
	JAG 4	65
	JAG 5	76
	JAG 6	66
	JAG 7	69
	JAG 8	67
	JAG 9	73
	JAG 10	72
	JAG 11	69
	JAG 12	75
	JAG 13	73
	JAGUARI	70
JACAREÍ	JAC1 (JACAREÍ)	63
CACHOEIRA	CACH 1	67
	CACH 2	67
	CACH 3	70
	CACH 4	73
	CACH 5	76
	CACHOEIRA	73
ATIBAINHA	ATIB 1	73
	ATIB 2	74
	ATIBAINHA	74
JUQUERI (PAIVA CASTRO)	JUQ 1	73
	JUQ 2	78
	JUQ 3	73
	JUQUERI	74

*para a determinação do CN não foram consideradas as áreas de lagos, lagoas e reservatórios (corpos d'água continentais);

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 23/25

4. ATIVIDADES FUTURAS

1. Desenvolvimento da modelagem hidrológica utilizando o software HEC HMS;
2. Obtenção dos hidrogramas afluentes de cheia aos reservatórios;
3. Discussão das vazões de restrição;
4. Discussão dos volumes de espera;
5. Definição de condições atualizadas de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira, no período de cheias.

6. CRONOGRAMA PROPOSTO

A previsão de entrega das atividades relacionadas no item anterior é no dia 29/11/2019.

7. EQUIPE TÉCNICA

Mara Ramos – Coordenação (Sabesp);

Joaquin Garcia – Coordenação;

João Félix de Luca Lino – Equipe técnica (Sabesp);

Giovana Bevilacqua Frota – Equipe técnica (LabSid);

Guilherme Todt Cardoso de Faro – Equipe técnica (LabSid);

Maria Fernanda Garrubo Bentubo – Equipe técnica (LabSid).

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº ---		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 24/25

LISTA DE DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- [1] HIDRO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. Estudos de Cheias para Avaliação dos Volumes de Espera dos Aproveitamentos do Sistema Cantareira. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 141. 2009.
- [2] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2014-2016. Produzido por – Rio de Janeiro, 2018.
- [3] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Nota Técnica 08/2019/SRE/DAEE: Relatório Técnico da SABESP – condicionante da outorga do Sistema Cantareira – artigo 11 da Resolução Conjunta ANA/DAEE 926/2017. Brasília. 2019.
- [4] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Nota Técnica 46/2018/SPR: Produção de base vetorial com o Curve Number (CN) para BHO 2014 (CHO_CN). Brasília. 2018.
- [5] HOSKING, J.R.M. (1990) L-moments: *Analysis and estimation of distribution using linear combination of order statistics*, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 52, 105-124.
- [6] NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José de Andrade. Hidrologia estatística. CPRM, 2007.
- [7] STENDIGER, J.R., VOGEL, R.M., and FOUFOULA-GEORGIU, E. (1992) *Frequency analysis of extreme events*. In *Handbook of Hydrology*, edited by D.R. Maidment, Chapter 18, MacGraw-Hill, New York.

	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR		
	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CHEIAS PARA AVALIAÇÃO DOS VOLUMES DE ESPERA DOS APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA	Nº <p style="text-align: center;">---</p>		
		REVISÃO 0	DATA 07/2019	PÁGINA 25/25

ANEXO 1

