

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)
RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)**

***ESTUDOS COMPLEMENTARES
DE INFRAESTRUTURA***

**SETORES HABITACIONAIS
Grande Colorado, Boa Vista, RK, Contagem e Mansões
Sansão**



Brasília
Novembro, 2009

Apresentação

Na análise do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos setores habitacionais Grande Colorado, Boa Vista, Contagem e Mansões Sansão, pertencentes às Regiões Administrativas de Sobradinho (RA V) e Sobradinho II (RA XXVI), foram solicitadas complementações no estudo populacional.

Tal complementação se deve ao fato das questões levantadas sobre o atendimento da população futura quanto, principalmente, ao abastecimento de água potável e coleta e tratamento de esgotos pela CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.

Dessa forma, o presente estudo complementar ressalta a distribuição da população existente na área e o aumento dessa população no período estimado de 2010 a 2040.

O foco principal é estabelecer parâmetros para que os projetos de infraestrutura possam ser planejados e crescerem de acordo com esse incremento populacional, oferecendo riscos controlados ao ambiente em que serão implantados.

A base do texto apresentado continua sendo a do EIA /RIMA, porém com complementos necessários ao estabelecimento de etapas de implantação conforme conclusão final do estudo.

1 POPULAÇÃO DE SOBRADINHO DESCRITA NO EIA

Em 2004, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH), apresentou um estudo¹, abordando aspectos populacionais específicos para cada Região Administrativa do DF. Destaca-se, a seguir, o documento referente à região de Sobradinho.

“A população observada em agosto de 2000, pelo Censo Demográfico do IBGE, na Região Administrativa de Sobradinho (RA V) era de 128.789 habitantes, o correspondente a uma participação relativa de 6,28% em relação à população total do Distrito Federal (Tabela 1).

(...)

Nos períodos censitários estudados, constata-se um acentuado ritmo de crescimento da população, em Sobradinho, fato evidenciado pelas taxas médias geométricas anual observadas em 1991/1996 que foi de 4,41% (contra 2,62% para o total da população do DF) subindo para 6,23% entre 1996 e 2000, enquanto no DF embora elevada, a mesma taxa era de 3,01%. Conforme projeção de população, este comportamento, sinaliza descenso nas taxas de crescimento populacional para o período 2000-05 (Tabela 2).

Este fenômeno se explica, em grande parte, pela influência do processo migratório originado no próprio Distrito Federal, constituído em grande parte, por contingentes da classe média em busca de outras alternativas de moradia mais compatíveis com o seu poder aquisitivo, como por exemplo os condomínios, ou por segmento da população de baixa renda em busca de moradia em Sobradinho II, também originárias de outras localidades.

Tabela 1

População residente por situação do domicílio segundo o sexo - Distrito Federal e RA V - Sobradinho -

Situação do Domicílio	Distrito Federal						Sobradinho					
	Urbano		Rural		Total		Urbano		Rural		Total	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Homens	933.839	47,61	47.517	53,00	981.356	47,84	53.968	47,64	8.033	51,80	62.001	48,14
Mulheres	1.027.660	52,39	42.130	47,00	1.069.790	52,16	59.312	52,36	7.476	48,20	66.788	51,86
Total	1.961.499	100,00	89.647	100,00	2.051.146	100,00	113.280	100,00	15.509	100,00	128.789	100,00

Fonte: IBGE - Censo Demográfico - 2000

Tabela 2

População residente por sexo - RA V - Sobradinho - 1991 - 1996 - 2000 - 2005

	1991			1996			2000			2005		
	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres
TOTAL	81.521	39.192	42.329	101.136	48.401	52.735	128.789	62.001	66.788	165.007	80.285	84.722

Fontes: IBGE - Censos Demográficos 1991 e 2000

Contagem da População - 1996

SEDUH - Projeção da População das Regiões Administrativas do Distrito Federal - 2001-2005

¹ Aspectos da População e Situação dos Domicílios no Distrito Federal – Informe Demográfico 5 – PDAD - SEDUH/GDF - 2004

Ainda de acordo com o estudo da SEDUH, a população estimada para o ano de 2005 era de 165.007 habitantes. Na Tabela 3, apresenta-se a taxa de crescimento populacional do DF, destacando-se a mesma taxa para Sobradinho..

Tabela 3
Indicadores demográficos - Distrito Federal e RA V - Sobradinho - 1991 - 2005

Indicadores Demográficos	Distrito Federal				RA V - Sobradinho			
	1991	1996	2000	2005	1991	1996	2000	2005
Taxa de Crescimento da População Total (%)	-	2,62	3,01	2,11	-	4,41	6,23	5,08

Fontes: IBGE - Censos Demográficos 1991 e 2000

Contagem da População - 1996

SEDUH - Projeção da População das Regiões Administrativas do Distrito Federal - 2001-2005

Nos estudos realizados pela CAESB, para complementações do Plano Diretor de Água do Distrito Federal (2005/2006), é possível notar que a tendência da população do Distrito Federal é aumentar gradativamente, porém com índices menores a cada ano, conforme o quadro abaixo:

Tabela 4
Estimativas para as áreas urbanas. Regiões Administrativas. Distrito Federal. 2000-2040

Áreas Urbanas	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Brazlândia	43.918	51.421	59.729	65.678	70.999	73.307	74.962	76.145	77.337
Ceilândia	339.198	337.614	339.167	345.648	345.049	348.789	348.708	348.660	348.569
Taguatinga	221.588	229.099	237.589	246.870	251.802	261.833	269.706	278.750	285.892
Samambaia	161.668	166.440	171.470	177.685	180.700	185.649	188.856	191.140	193.427
Recanto das Emas	89.811	106.298	121.736	124.872	125.572	126.309	125.603	126.235	126.854
Riacho Fundo II	20.266	23.084	26.191	40.058	55.102	68.690	82.790	94.421	103.546
Riacho Fundo I	21.138	28.166	32.787	34.450	35.563	36.038	36.128	36.191	36.231
Gama	126.591	130.135	133.900	141.130	146.167	154.642	162.094	167.534	171.434
Santa Maria	96.724	106.960	117.271	130.880	143.505	154.324	164.354	171.779	177.162
Aguas Claras	26.373	57.941	117.134	136.201	154.991	171.189	186.925	195.370	197.090
Núcleo Bandeirante	21.383	22.695	24.181	25.253	25.899	26.433	26.702	26.893	26.928
Park Way	10.703	16.084	18.976	20.090	20.905	21.289	21.454	21.572	21.652
Guará	100.544	109.515	119.451	127.767	134.367	138.678	141.749	143.314	144.088
Candangolândia	15.634	15.931	16.345	16.910	17.167	17.575	17.811	17.979	18.096
Plano Piloto	198.409	204.621	217.392	232.816	245.155	252.260	257.036	260.441	262.821
Cruzeiro	32.200	40.965	42.703	43.469	43.338	43.603	43.371	43.349	43.321
Lago Sul	28.150	28.461	30.249	31.938	33.139	33.813	34.147	34.216	34.226
Lago Norte	23.747	27.302	30.948	36.589	42.234	47.220	52.130	55.880	57.856
Varjão	5.758	6.406	6.756	7.203	7.551	7.934	8.260	8.599	8.950
Itapuã	4.519	49.910	56.447	62.370	67.739	70.424	72.527	74.695	76.918
Paranoá	44.570	44.663	46.155	48.351	49.753	51.628	53.067	54.100	54.830
Jardim Botânico	12.052	23.114	45.312	48.792	51.663	54.951	57.903	60.068	61.626
São Sebastião	52.937	63.465	70.813	77.925	84.301	90.201	95.598	101.321	105.524
Sobradinho II	60.343	74.398	83.413	92.912	101.690	109.786	117.361	122.986	127.074
SCIA/Estrutural	14.841	17.374	22.034	26.584	31.206	35.877	40.576	42.117	42.905
Sobradinho I	57.116	59.961	62.751	66.702	69.698	73.841	77.506	80.963	84.564
Planaltina	134.619	159.304	179.186	202.012	223.597	237.553	250.030	260.500	271.373
Sudoeste/Octogonal	31.683	47.079	53.849	58.086	61.613	63.574	64.964	66.386	66.668
TOTAL	1.996.483	2.248.403	2.483.935	2.669.242	2.820.465	2.957.410	3.072.319	3.161.605	3.226.963

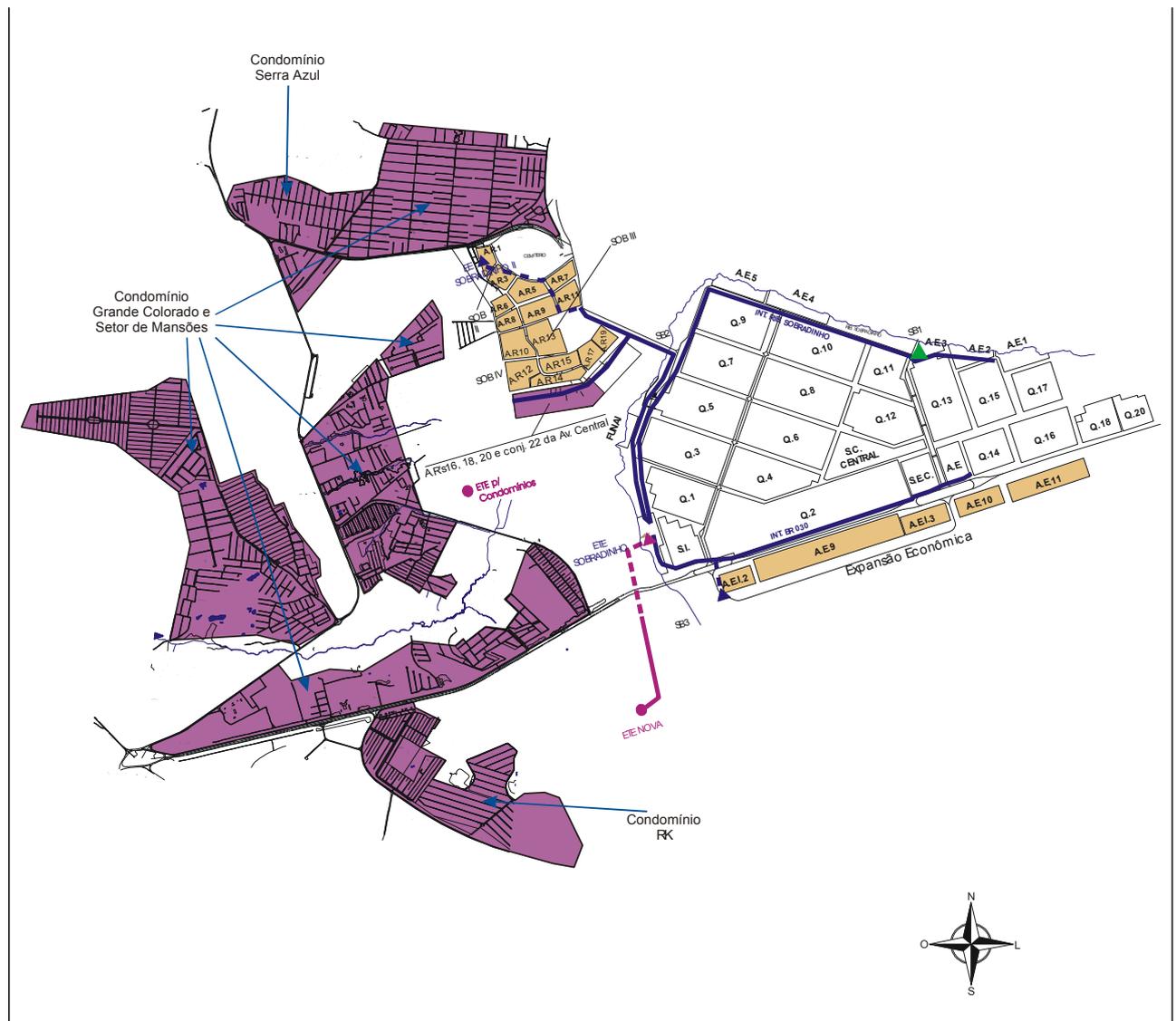
Fonte: PLANO DIRETOR DE ÁGUA E ESGOTO DO DISTRITO FEDERAL – CAESB/Consórcio TheMagna - 2005

Esse quadro mostra que a população para a RA de Sobradinho e Sobradinho II prevista para 2010 é de 146 mil habitantes e uma população para 2030 de 195 mil e para 2040 212 mil habitantes.

Nota-se que o crescimento anual médio previsto, ao longo de 30 anos é de 1,5%. Índice acima da média anual do DF que é em torno de 1% ao ano.

A Figura 1 apresenta a área considerada pela CAESB no estudo populacional de 2005,

FIGURA 1 – Área de Sobradinho e Sobradinho II



O aumento do adensamento do setor deverá ser realizado de forma gradativa, acompanhando o crescimento da cidade e não uma ocupação rápida como pode aparentar os cenários de ocupação.

2 DEFINIÇÃO COMPLEMENTAR DA POPULAÇÃO DA RA V E RA XXVI

Com objetivo de se estabelecer as etapas de implantação dos novos setores habitacionais da área, definiu-se por uma revisão do estudo populacional apresentado anteriormente, e, mesmo uma “revisitação” aos parcelamentos existentes.

A Tabela 5 e a Figura 2 apresentam as áreas e setores revisitados, definindo-se assim, uma população mais adequada e compatibilizada com os estudos anteriores.

Na Figura e na Tabela dividiu-se a região de Sobradinho em 3 grandes áreas e essas em setores, a saber:

1. Área consolidada
 - a) Sobradinho;
 - b) Sobradinho II.
2. Áreas em fase de regularização
 - a) Setor Grande Colorado;
 - b) Setor Boa Vista;
 - c) Setor Contagem;
 - d) Setor RK;
 - e) Setor Minichácaras;
 - f) Setor Nova Colina;
 - g) Setor Alto da Boa Vista.
3. Novas Expansões (novos empreendedores)
 - a) Setor da Fazenda Paranoazinho (UPSA);
 - b) Outros empreendedores.

O cálculo da população foi realizado da seguinte forma:

- ⇒ Análise das informações do IBGE e da CODEPLAN (GDF) sobre as Regiões Administrativas de Sobradinho e Sobradinho II;
- ⇒ Estimativa de população para 2010 de Sobradinho;
- ⇒ Contagem dos lotes residenciais de Sobradinho II, considerando que nos estudos oficiais (IBGE e CODEPLAN) a RA XXVI está considerando todos os parcelamentos irregulares implantados;
- ⇒ Contagem de todos os lotes dos parcelamentos implantados dos setores das áreas em fase de regularização, a partir das plantas fornecidas pelos condomínios e pelas informações recebidas nas visitas;
- ⇒ Estimativa da população dos parcelamentos irregulares e implantados, utilizando-se o índice de 3,78 hab/lote²;
- ⇒ Definição das áreas ainda não ocupadas dentro da poligonal da Fazenda Paranoazinho;
- ⇒ Estimativa da população prevista nas novas expansões, a partir da densidade definida no estudo urbanístico.

² O índice médio da população do DF é de 3,78 hab/lote, conforme o último levantamento oficial da SEDUMA/CODEPLAN – 2004/2007.

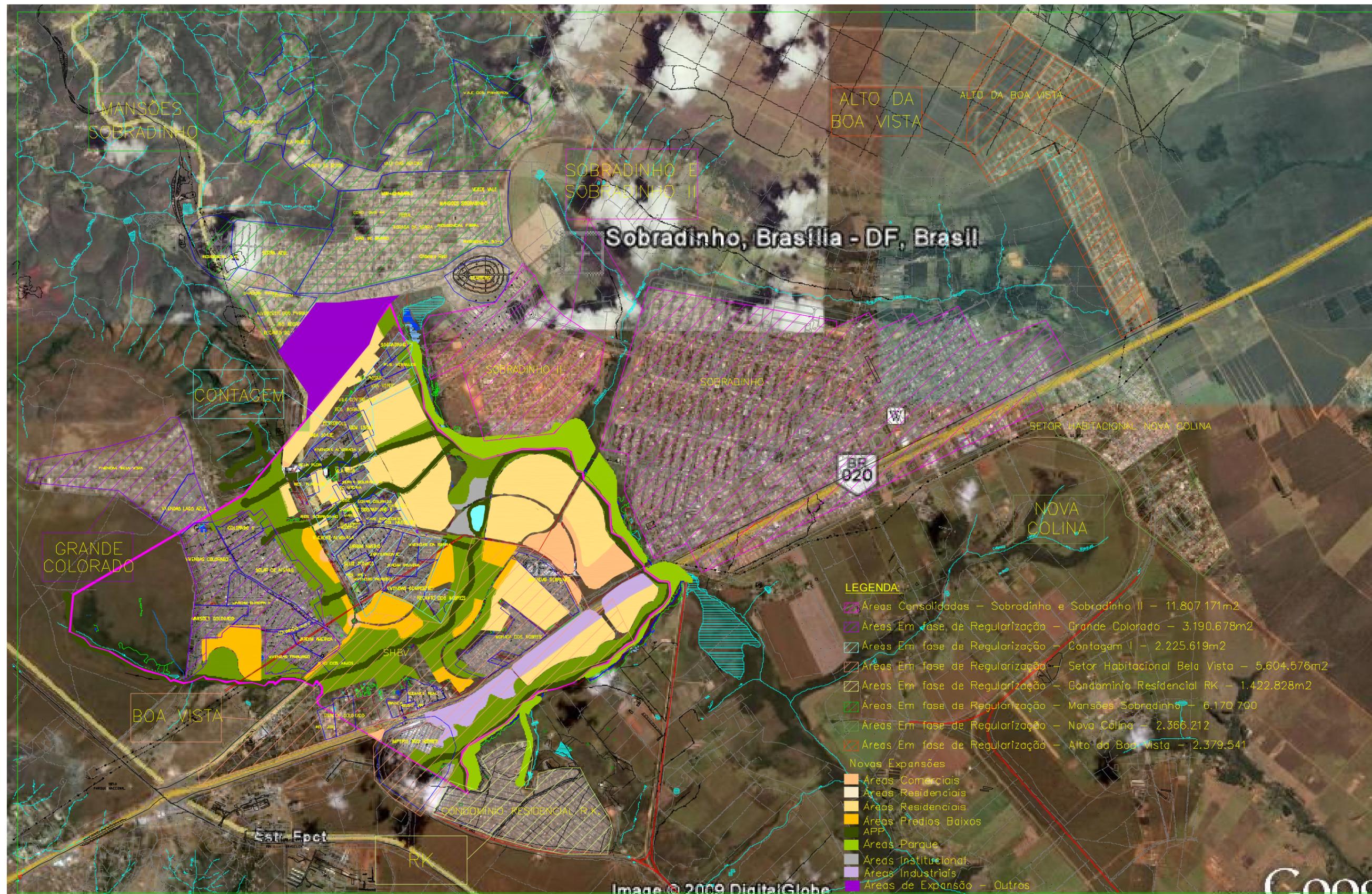


TABELA 5 – Divisão da Região de Sobradinho em Setores

ÁREAS	Setor Habitacional	Condomínios/Chácaras	Nº DE LOTES	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab)	Área Total Líquida (ha)
Área Consolidada	RA V	Sobradinho	Estimativa CODEPLAN	62,000	956.17
	RA XXVI	Sobradinho II	4,553	17,210	224.56
		SUB-TOTAL		79,210	1180.73
Áreas em fase de regularização	Grande Colorado	Colorado Ville	49	185	319.07
		Jardim Europa I	188	711	
		Jardim Europa II	627	2,370	
		Rural Mansões Colorado	280	1,058	
		Vivendas Colorado I	210	794	
		Vivendas Colorado II	93	352	
		Solar Athenas	386	1,459	
		Vivendas Bela Vista	658	2,487	
		Vivendas Friburgo I, II e III	229	866	
		Vivendas Lago Azul	174	658	
		Sítio dos Anjos	24	91	
	SUB-TOTAL	2,918	11,031		
	Contagem	Alvorecer dos Pássaros	39	147	222.56
		Boa Sorte	26	98	
		Caravelo	72	272	
		Beija Flor	50	189	
		Contagem	45	170	
		Residencial Fraternidade	185	699	
		Imóvel Sobradinho II (Chácara Buritizinho)	800	3,024	
		IRFASA	0	0	
Jardim América		200	756		
Jardim Ipanema		75	284		
Residencial Novo Horizonte		41	155		
Recanto do Mené		50	189		
Recanto dos Nobres		62	234		
Residencial Bem Estar		95	359		
Residencial Halley		127	480		
Residencial Jardim Vitória		140	529		
Residencial Mansões Sobradinho II		52	197		
Residencial Mansões Sobradinho III		89	336		
Residencial Marina		11	42		

(*)Fonte: SEPLAN/CODEPLAN – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - PDAD 2004 – A população estimada para Sobradinho na PDAD 2004 era de 61.290. Considerando que não houve incremento populacional significativo na cidade no período 2004/2009, conforme informações da Administração da cidade, adotou-se um arredondamento da população para 62.000 habitantes.

TABELA 5 – Divisão da Região de Sobradinho em Setores

ÁREAS	Setor Habitacional	Condomínios/Chácaras	Nº DE LOTES	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab)	Área Total (ha)
		Residencial Meus Sonhos	32	121	
		Residencial Morada	75	284	
		Residencial Planalto	42	159	
		Residencial Sobradinho	56	212	
		Residencial Sol Nascente	84	318	
		Residencial Versalhes	120	454	
		Residencial Vila Verde	50	189	
		Residencial Vila Rica	28	106	
		Rio Negro	101	382	
		Rural Residencial Petrópolis	26	98	
		Rural Residencial Vivendas Alvorada	188	711	
		Serra Dourada – Etapa 1	56	212	
		Serra Dourada – Etapa 2	60	227	
		Vila Centro Sul	23	87	
		Vila Rosada	115	435	
		Vivendas Alvorada II	50	189	
		Vivendas Campestre	130	491	
		Vivendas da Serra	66	249	
		Vivendas Paraíso	72	272	
		Sobradinho III	96	363	
		SUB-TOTAL	3,618	13,719	
	Mansões Sobradinho	Centro Comercial Residencial Setor de Mansões Sobradinho	204	771	617.07
		Chácara Catavento	23	87	
		Comercial Residencial Setor de Mansões Sobradinho QD 51ª	80	302	
		Fibral	80	302	
		Mansões Liberais II	50	189	
		Mansões Sobradinho ou Mini-chácaras Sobradinho	1,910	7,220	
		Serra Azul	563	2,128	
		Setor de Mansões Sobradinho QMS 44	65	246	
		Sobradinho Novo ou Setor de Mansões	568	2,147	
		Vale Verde	193	730	
		Chacara Real	21	79	
		João de Barro	22	83	
		Mirante da Serra	157	593	
		Vale das Acácias	433	1,637	

TABELA 5 – Divisão da Região de Sobradinho em Setores

ÁREAS	Setor Habitacional	Condomínios/Chácaras	Nº DE LOTES	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab)	Área Total (ha)
Mansões Sobradinho	Mansões Sobradinho	Vale do Sol	22	83	560.45
		Vale dos Pinheiros	145	548	
		Vila Rabelo	421	1,591	
		SUB-TOTAL	4,957	18,736	
	Boa Vista	Café Planalto	79	299	
		Residencial Bianca	28	106	
		Granjas Sofia	15	57	
		Império dos Nobres	780	2,948	
		Mansões Petrópolis	12	45	
		Morada dos Nobres	351	1,327	
		Morada Imperial	73	276	
		Parque Colorado	24	91	
		Parque das Araras	0	0	
		Privê Alphaville	0	0	
		Recanto Real	47	178	
		Residencial 2001	150	567	
		Residencial Vitória	45	170	
		Vivendas Serranas	158	597	
	SUB-TOTAL	1,762	6,661		
RK	Residencial Karina (RK)	2,078	7,855	142.28	
	SUB-TOTAL	2,078	7,855		
Alto da Boa Vista	Condomínio Alto da Boa Vista (CABV)	2,527	9,552	237.95	
	SUB-TOTAL	2,527	9,552		
Nova Colina	Nova Colina, Colina, Asa Branca, Petrópolis, Nova Digenéia, Recanto da Serra, Novo Setor de Mansões, Lara, Morada Colonial, Uberaba	2,943	11,125	236.62	
	SUB-TOTAL	2,943	11,125		
TOTAL1		Condomínios Existentes	15,333	78,679	1861.43
Área de novas Expansões	Boa Vista	Fazenda Paranoazinho		32,405	93
	Contagem	Fazenda Paranoazinho		17,666	45
	Grande Colorado	Fazenda Paranoazinho		9,654	22
	Novo Setor	Fazenda Paranoazinho		85,652	343
	Contagem	Antares		30,133	151
	TOTAL 2	Novas Áreas		175,510	
TOTAL ÁREA DE ESTUDO (SOBRADINHO)				333,399	

Resumindo-se os setores, tem-se o que se apresenta na Tabela 6.

TABELA 6 – Resumo das áreas ocupadas na RA Sobradinho

ÁREAS	Setor Habitacional		POPULAÇÃO ESTIMADA (hab)	Área Total (ha) (*)	Densidade
Área Consolidada	RA V*	Sobradinho	62.000	956,17	64,84
	RA XXVI*	Sobradinho II	17.210	224,56	76,64
TOTAL POPULAÇÃO ÁREA CONSOLIDADA			79.210	1.181	67,07
Área em fase de regularização e expansão	Grande Colorado	Diversos	20.685	588,93	35,12
	Contagem	Diversos	61.518	499,04	123,27
	Mansões Sobradinho	Diversos	18.736	427,34	43,84
	Boa Vista (incluindo área adjacentes)	Diversos	124.718	1238,56	100,70
	Área de Contenção Urbana	Diversos		316,53	
	Rebio	-	-	128,28	
	RK	RK	7.855	142,28	55,21
	Alto da Boa Vista	CABV	9.552	237,95	40,14
	Nova Colina	Diversos	11.125	236,62	47,02
TOTAL POPULAÇÃO ÁREA EM FASE DE REGULARIZAÇÃO E EXPANSÃO			333.399	4.996,53	66,73
POPULAÇÃO TOTAL ESTIMADA PARA A ÁREA DE SOBRADINHO PARA 2040 = 333.399 habitantes					

Observa-se a partir do Quadro 6 que a população final revista para a área de Sobradinho, objeto de estudo e futuro atendimento por parte da CAESB é de 333.399 habitantes, para o ano de 2040.

Nos estudos apresentados no EIA/RIMA, a população estimada para a mesma região foi de 395.151 habitantes, onde se considera que toda a área será ocupada, obedecendo-se as densidades estabelecidas e lembrando que essa população está abaixo do previsto pelo PDOT / DF de 2009 que é de 553.374 habitantes.

3 RESPOSTA DAS CONCESSIONÁRIAS

Diante dos levantamentos realizados e das informações das concessionárias que irão atender à população da área em estudo, apenas a CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal oferece restrições quanto ao atendimento, ressaltando-se o que se segue.

Novacap

As orientações dizem respeito ao Termo de Referência específico da empresa para elaboração dos projetos, indicando as interferências existentes que deverão ser observadas e de localização dos lançamentos. Não existindo nenhum impedimento na implantação do setor.

São recomendações do EIA/RIMA a manutenção da vazão do ribeirão Sobradinho dentro dos limites atuais. Dessa forma, sugere-se que sejam implantadas bacias de retenção em diversas áreas visando o amortecimento do aumento da vazão quando da total ocupação permitida na região.

Uma descrição mais detalhada do item águas pluviais está apresentada no item 5 desse documento.

SLU

O SLU foi consultado sobre a possibilidade de atendimento ao novo Setor, com relação à coleta de lixo. Em sua resposta, o SLU informou que os serviços de coleta de resíduos, na região, já estão inclusos na rotina regular de coleta, transporte e destinação final de sua competência e não há restrições, ou recomendações para tal atendimento.

CEB

A resposta da Carta-Consulta da CEB contempla apenas a interferência da rede de energia elétrica superposta a poligonal da fazenda Paranoazinho. De acordo com o diagrama geoeletrico fornecido pela CEB, existe na região em estudo as seguintes unidades principais do sistema:

- ⇒ Linha de transmissão, em circuito simples, na tensão de 138 kV, que fornece energia elétrica para a subestação Contagem e para as fábricas de cimento Tocantins e Ciplan.
- ⇒ Linha de transmissão, em circuito duplo e outro simples, na tensão de 34,5 kV, que fornece energia elétrica para a subestação Sobradinho.
- ⇒ Linha de distribuição aérea, em baixa tensão, para o fornecimento de energia elétrica para todos os parcelamentos de solo e chácaras da região.

Brasil Telecom

Atualmente, uma grande parcela dos parcelamentos é atendida por sistema de telefonia fixa desta empresa. As informações e recomendações da resposta dizem respeito à necessidade de serem observadas as várias interferências existentes na área. No entanto, existe a possibilidade de expansão do sistema.

CAESB

Conforme carta da CAESB (218/2008 – CAESB/DE – 12/09/2008), destaca-se:

*“Informamos ainda que, nos estudos do Plano Diretor de Água e Esgotos do Distrito Federal, a CAESB tem trabalhado com uma população limite, para o ano de 2040 de **312.152** habitantes, para toda a região administrativa de Sobradinho e Sobradinho II. (...)”.*

É importante frisar que o item que limita a implantação da população estimada para os setores em estudo no EIA/RIMA Grande Colorado, é o sistema de tratamento de esgotos.

Para o sistema de abastecimento de água, as alternativas previstas e a serem implementadas nos próximos anos serão suficientes para atender à região.

No item 4, são apresentadas as alternativas para o Sistema de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário para a região em estudo.

4 ALTERNATIVAS DE ATENDIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO

Para que seja possível o aumento da população de forma gradativa e coerente com as melhorias dos sistemas de infraestrutura e também obedecendo ao cronograma de ampliações nos sistemas da CAESB, conforme a informação fornecida pela concessionária, os habitantes da região deverão ser atendidos com abastecimento de água e esgotamento sanitário de acordo com a sequência apresentada a seguir.

4.1 Sistema de Abastecimento de Água

A CAESB atende atualmente dentro do seu sistema integrado de abastecimento, a toda área consolidada da região (Sobradinho e Sobradinho II) e a cerca de 40% dos vários parcelamentos dos setores em fase de regularização.

Conforme estabelecido pela concessionária o atendimento de todo o setor só será realizado de forma definitiva, após a implantação do novo sistema de captação do Lago Paranoá. De acordo com o cronograma previsto o atendimento se dará da forma em prevista em projeto elaborado em 2007³, conforme transcrito do projeto abaixo.

Sistema Proposto *(Trecho retirado do capítulo 3 do Projeto da ADT-GC1 – CAESB/2007)*

O projeto proposto contempla a construção de um sistema de abastecimento de água da região do Grande Colorado em duas etapas: Primeira - provisório/emergencial; Segunda - em caráter definitivo.

O sistema provisório (1ª Etapa) está representado pela implantação da adutora ADT.GC2, que por sua vez será ligada ao RAP-TQ1 e ao Booster EBO.TQ1 e parte da ADT.GC1. É importante destacar que o trecho provisório da ADT.GC2 poderá ser utilizado no futuro como sistema definitivo para o abastecimento de parte do SHBV -Setor Habitacional Boa Vista, considerando que não é possível ser atendido por gravidade a partir da implantação da ADT.GC1.

Na Etapa Definitiva (2ª Etapa), a vazão de projeto necessária para abastecer a região virá do futuro Sistema São Bartolomeu, e a ADT.GC1 será ligada à adutora AD-10A, de 800 mm, ligada ao futuro RAP.TQ2.

A construção dos sistemas em duas Etapas (emergencial e definitiva) se dá em função da deficiência de disponibilidade hídrica e da não implantação do sistema São Bartolomeu. Considerando as características emergenciais, a disponibilidade de 99 l/s oriundas do Sistema Taquari e as características da EBO.TQ1 que foi projetada para operar com vazão de 43,3 L/s, considerou-se o dimensionamento em caráter provisório para o sistema Grande Colorado, sendo a vazão de 11,5 L/s para o atendimento do condomínio RK e de 31,8 L/s para as demais regiões.

A 1ª Etapa, com caráter emergencial, destina-se ao atendimento de áreas com abastecimento deficientes e de responsabilidade assumida pela CAESB. Não será necessário reforço ao EBO.TQ1, já que o booster existente possui capacidade suficiente para o atendimento emergencial da região.

A 2ª Etapa tem como objetivo o atendimento pleno de toda a região do Grande Colorado, com sua vazão de projeto. A 2ª Etapa também contempla, ainda, o reforço da subadutora Paranozinho (ADT.PRZ.012), que atualmente está sobrecarregada por uma vazão acima de sua capacidade, comprometendo o abastecimento de algumas áreas localizadas próximas a Sobradinho II.

³ Projeto da Adutora de Água Tratada do Grande Colorado – ADT.GC1 – Dezembro/2007 – CAESB/DF

Setorização

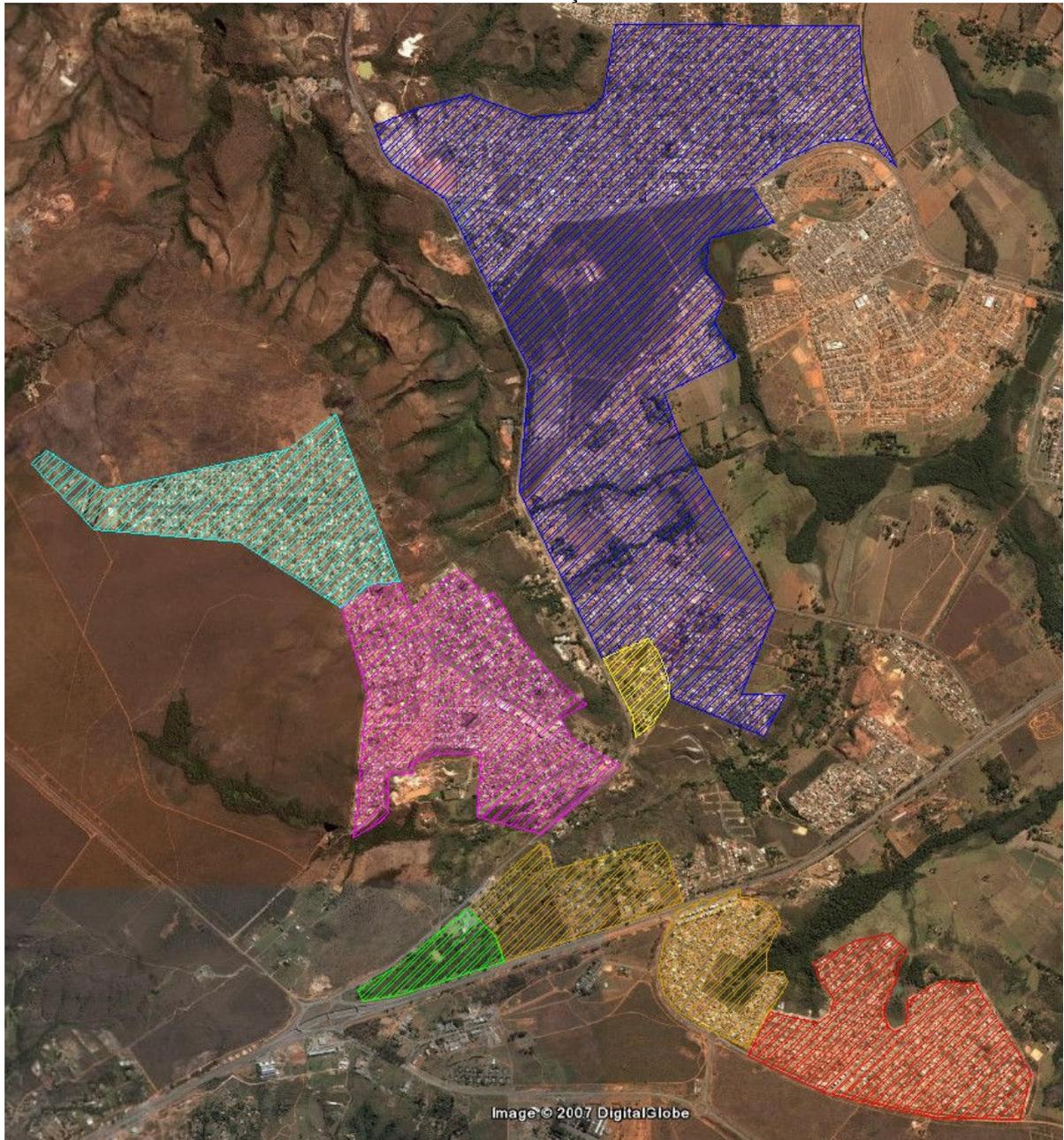
A região a ser atendida com o projeto foi dividida em setores, em função das etapas de Projeto (Emergencial ou Definitivo):

- **Setor 1 (1ª Etapa - Emergencial)** – atualmente é abastecido pelo Booster EBO-TQ1 (localizado no Centro de Reserva do Taquari, na cota de 1.207m) e utiliza uma adutora existente na região, em DEFOFO, com o diâmetro de 200 mm. Alimenta somente o Condomínio RK. Na 2ª Etapa, esse trecho poderá ser desativado, uma vez que o RK não mais será atendido pelo sistema Taquari e sim pelo sistema São Bartolomeu a partir de uma derivação na AD-10A (DN 800) a ser implantada conjuntamente com o RAP TQ2. As tubulações de interligações existentes ainda poderão ser utilizadas para o abastecimento de outras áreas não inseridas no projeto.
- **Setor 2 (2ª Etapa - Definitivo)** – será abastecido pelo Booster EBO-TQ1, compreendendo parte do SHBV (parte do Trecho 2);
- **Setor 3 (2ª Etapa - Definitivo)** – compreende o atendimento a partir de derivações a serem implantadas diretamente nas adutoras AD-10A ou ADT.GC1, compreendendo os condomínios: RK, Império dos Nobres, Residencial 2001, região denominada neste memorial como Diversos (parte do SHBV com urbanismo diferenciado do projeto definido para o setor);
- **Setor 4 (1ª e 2ª Etapa)** – será abastecido pela ADT.GC1. Compreende os condomínios: Jardim Europa I, Vivendas Friburgo, Colorado Ville.
- **Setor 5 (2ª Etapa - Definitivo)** – Será abastecido pelo novo booster EBOGC1: , Jardim Europa II, Mansões Colorado, Solar de Athenas, Vivendas Colorado I, Vivendas Colorado II e pelo EBO-GC2, a ser implantado na etapa definitiva, e compreende o atendimento dos condomínios: Vivendas Lago Azul e Vivendas Bela Vista;
- **Setor 6 (2ª Etapa - Definitivo)** – atualmente é abastecido pela subadutora do Paranozinho, porém com pressão insuficiente. Por este projeto, será abastecido pela Subadutora Grande Colorado SDT.GC1.002 com origem a montante do Booster EBO-GC1. Tendo em vista a grande diferença de nível entre a região do booster e os condomínios, haverá a necessidade de instalação de válvulas redutoras de pressão. Atenderá os condomínios Meus Sonhos e Vivendas Paraíso, que possuem abastecimento insuficiente, porém poderá eventualmente abastecer outros condomínios. Os condomínios que serão beneficiados com o reforço da SDT.PRZ.012, na 2ª Etapa, são: Jardim América, Jardim Ipanema, Vivendas da Serra, Residencial Fraternidade e Recanto dos Nobres.
- **Setor 7 (Provisório e Definitivo)** – assim como o Setor 6, também é abastecido, atualmente, pela subadutora do Paranozinho (SDT.PRZ.012) também com problemas de pressão na rede. Compreende os seguintes condomínios: Bem Estar, Contagem, Residencial Mansões Sobradinho II, Residencial Novo Horizonte, Residencial Planalto, Residencial Serra dourada, Residencial Sobradinho, Residencial Versailles, Residencial Vila Rica, Rio Negro, Sobradinho III, Vivendas Alvorada, Vivendas Alvorada II, Vila Rosada, Vivendas Serranas II; Halley; Planalto; São José; Jardim Vitória; Versailles; Vale do Sol; João e Barro; Residencial Fibril; Condomínio Residencial; Condomínio QMS; Morada da Serra; Serra Azul; Recanto do Mené; Alvorecer dos Pássaros; Chácara Trapiá.

A divisão dos setores é apresentada na Figura 5⁴.

⁴ Número da Figura de acordo com o texto original do memorial do projeto da ADT-GC1 – CAESB/2007)

FIGURA 5 – SETORIZAÇÃO DA REGIÃO



LEGENDA

	Setor 1		Setor 5
	Setor 2		Setor 6
	Setor 3		Setor 7
	Setor 4		

As áreas de novas expansões, conforme a Tabela 5, composta basicamente por regiões da Fazenda Paranoazinho e pela área da Antares, que não foram contempladas nesses projetos da CAESB, deverão ser atendidas com revisão do Setor 7, através da Subadutora Paranoazinho.(SDT.PRZ.012). Ressalta-se que a vazão a ser acrescida é possível de ser absorvida pelo sistema a ser implantado.

4.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

A população atual das RAs de Sobradinho e Sobradinho II é de cerca de 130 mil habitantes, já considerando os parcelamentos em fase de regularização. Estão previstas pela CAESB, algumas reformas e ampliações na ETE Sobradinho, que irão aumentar a sua capacidade de acordo com o cronograma decenal apresentado na Tabela 7.

Atualmente a área em estudo é atendida através de sistemas individuais de fossas/sumidouros. A CAESB tem projetos elaborados para implantação de uma rede coletora de esgotos para os setores Grande Colorado, Boa Vista, RK, Minichácaras e Contagem com tratamento na ETE Sobradinho e lançamento final no ribeirão Sobradinho.

TABELA 7
Cronograma de atendimento da população de Sobradinho pela CAESB

Ano	População (hab)	Atividades necessárias para atendimento
2010	145,349	Reforma da ETE Sobradinho
2015	162,071	
2020	187,155	Ampliação da ETE Sobradinho
2025	212,293	
2030	250,000	Ampliação da ETE Sobradinho
2035	274,800	
2040	312,000	Nova ETE ou reformulação na existente

Obs.: A população estimada contempla a região consolidada e os parcelamentos em fase de regularização

Salienta-se que a CAESB trabalha com a informação de que tanto a ETE sobradinho quanto o ribeirão de mesmo nome não têm condições de atender a mais de 250 mil habitantes, considerando o tipo de tratamento previsto e a classificação do corpo receptor.⁵

Todos os setores existentes e em fase de regularização, incluindo as áreas do Condomínio Alto da Boa Vista e Nova Colina, estão contemplados na população estimada pela Concessionária, sendo que os novos empreendimentos irão depender de futuros estudos de novas alternativas.

Dessa forma, para qualquer outra previsão de aumento de habitantes acima daquela população na área, devem-se planejar projetos de uma nova estação de tratamento ou rever a possibilidade de novas alternativas para ampliações da ETE e da reclassificação do ribeirão Sobradinho.

Salienta-se que revisões devem ser realizadas, periodicamente, a fim de se equacionar o tratamento à população real.

⁵ O ribeirão Sobradinho está, atualmente, classificado como Classe 2.

4.2.1 Alternativas

Para o futuro atendimento da população de 333 mil habitantes no ano de 2040 na região de Sobradinho (Tabelas 5 e 6), nota-se que as melhorias a serem implantadas serão gradativas e observa-se que é o sistema de coleta e tratamento de esgoto será o grande limitador do incremento populacional.

Isso se deve ao fato de que no planejamento da CAESB, as alterações necessárias, principalmente, no tratamento do esgoto, devem ocorrer visando o atendimento de uma população de 312 mil habitantes, menor que a estimada para o período, de forma gradativa e que o corpo receptor tem capacidade de receber apenas o equivalente ao tratamento de 250 mil habitantes.

Das observações e análises realizadas, conclui-se o que se segue:

- a) É possível atender, atualmente, a uma população de até 150 mil pessoas na RA de Sobradinho I e II, considerando-se que a ETE Sobradinho tem prevista e aprovada uma reforma para o próximo ano;
- b) Essa população de 150 mil habitantes corresponde à ocupação total dos setores consolidados (Sobradinho e Sobradinho II) e em fase de regularização, incluindo, os setores Grande Colorado, Contagem, Boa Vista, Minichácaras, RK, Alto da Boa Vista e Nova Colina;
- c) Até o ano de 2020, com o planejamento da CAESB, será possível absorver mais 40 mil habitantes na região, chegando-se a uma população de 190 mil pessoas. Caso o aumento populacional seja maior que esse, a CAESB deverá prever um novo cronograma de ampliações e reformas da ETE;
- d) Sugere-se que a partir de 2015, sejam apresentados novos estudos visando auxiliar na definição da implantação de infraestrutura local, considerando que se espera um crescimento da ordem de 2,8% ao ano para a região, conforme a Tabela 8 abaixo, devido aos novos investimentos previstos.

TABELA 8
Crescimento Populacional das RAs de Sobradinho

Ano	População	Ano	População
2009	130,000	2025	220,135
2010	145,349	2026	226,312
2011	149,427	2027	232,662
2012	153,620	2028	239,191
2013	157,931	2029	245,902
2014	162,363	2030	252,802
2015	166,918	2031	259,896
2016	171,602	2032	267,189
2017	176,417	2033	274,686
2018	181,368	2034	282,394
2019	186,457	2035	290,318
2020	191,689	2036	298,464
2021	197,068	2037	306,839
2022	202,597	2038	315,449
2023	208,282	2039	324,300
2024	214,127	2040	333,400

- e) Considerando-se que a população prevista será superior aos 250 mil habitantes previstos pela CAESB para o atendimento através da ETE Sobradinho e seu respectivo corpo receptor, sugere-se que as atividades listadas na Tabela 9 para estudo e análise por parte da CAESB e dos órgãos responsáveis pelo lançamento final do efluente de esgoto tratado.

TABELA 9
Sugestão de atividades para implantação da população prevista até 2040

Ano	População (hab)	Atividades necessárias para atendimento
2010	145,349 (*)	Reforma da ETE Sobradinho visando o atendimento da população prevista para 2015
2015	162,071	
2020	187,155(*)	Ampliação da ETE Sobradinho para atendimento da população de 2025
2025	212,293	Ampliação da ETE Sobradinho para atendimento da população de 2030.
2030	250,000(*)	Estudos para projetos de uma nova ETE que possa atender a uma população superior a 250 mil habitantes, ou apresentação de alternativas de lançamento do efluente tratado em outro corpo receptor, que não seja o ribeirão Sobradinho. Ou ainda, apresentação de alternativas de reutilização do esgoto tratado, tal como, lançamento do efluente em áreas para irrigação sub-superficial.
2035	274,800	Implantação de nova ETE com lançamento do efluente tratado em outro corpo receptor que não seja o Sobradinho ou reutilização como uma das alternativas de preservação do corpo receptor.
2040	333.399 a 395.151(**)	População de cerca de 100 mil habitantes a ser atendida pela nova ETE com alternativas aprovadas para reutilização do efluente tratado

(*) População prevista pela CAESB

(**) População do EIA/RIMA com densidades estipuladas no estudo de urbanismo

- f) Caso o planejamento por parte da CAESB ofereça dificuldades para implantação, os próprios empreendedores deverão apresentar alternativas de coleta, tratamento e lançamento do efluente de esgotos a serem aprovadas pelos órgãos responsáveis, a fim de antecipar a ocupação da área conforme a taxa de crescimento prevista. Sugerem-se as seguintes alternativas:
- ⇒ Manutenção do sistema individual com fossa/sumidouro para as residências unifamiliares para os terrenos com áreas maiores que 500 m²;
 - ⇒ Para a implantação de um sistema coletivo com a implantação de uma nova ETE ou ampliação da ETE Sobradinho, cuja vazão deverá ser lançada no ribeirão Sobradinho⁶, superando a sua capacidade de suporte de carga orgânica, sugere-se a utilização de tecnologias de reutilização do efluente tratado, com lançamento final em áreas para irrigação subsuperficial protegida e com uso de vegetação condizente com a irrigação prevista;
 - ⇒ Para as áreas dos parcelamentos com lotes menores que 500 m², sugere-se a adoção rede coletora e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) simplificada a

⁶ O ribeirão Sobradinho (Classe 2) tem possibilidade de receber uma vazão de esgoto tratado de até 250 mil habitantes, conforme informações e previsão da CAESB.

ser implantada com autorização dos órgãos responsáveis (CAESB/IBRAM/ADASA) e com tecnologias de reutilização do efluente tratado com lançamento em áreas para irrigação subsuperficial e uso de vegetação condizente com a irrigação prevista;

- ⇒ As áreas onde os empreendimentos serão de unidades residenciais coletivas, condomínios verticais, sugere-se também a adoção de ETE simplificada com as devidas autorizações e a implantação de sistema de reutilização do efluente tratado;
- ⇒ Para a área de reutilização do efluente de esgoto tratado nas ETEs, a área deve ser considerada como complementar ao tratamento do esgoto doméstico, podendo ser utilizada plantações de bambu, bananeira, cana de açúcar, mogno. Tais vegetações têm todos os apelos possíveis da área ambiental, como: sequestradores de carbono, possibilidade de renda para a área em que for implantada e melhoria do paisagismo da região.
- ⇒ Estima-se que o número de habitantes a ser atendido além da capacidade do córrego é da ordem de 100 mil pessoas e que a área prevista para implantação de um pós tratamento com reuso é de 3 m²/habitante. Dessa forma, a área necessária para a reutilização do efluente tratado com infiltração subsuperficial é de 300.000 m² (30 ha);
- ⇒ Sugere-se ainda, que possa ser realizada uma parceria com o parque projetado e que se reserve o dobro dessa área para novos empreendimentos ou aproveitamento de todo o novo efluente a ser gerado quando da implantação dos empreendimentos.

5 ALTERNATIVAS DE ATENDIMENTO DE DRENAGEM

O sistema de drenagem pluvial é importante para reduzir os impactos ambientais negativos provenientes da implantação do empreendimento, com sua conseqüente elevação do escoamento superficial.

Os estudos basearam-se no “Termo de Referência para a Elaboração de Projetos Executivos de Sistema de Esgotos Pluviais” da NOVACAP, bem como as suas normas usuais.

A implantação do sistema de drenagem no empreendimento deverá apresentar as seguintes unidades básicas: sarjetas, canaletas, bocas de lobo, galerias, poços de visitas e, principalmente, bacias de dissipação nos pontos finais das galerias.

Os dispositivos a serem empregados nos pontos de lançamentos deverão ser projetados seguindo rigorosamente as normas e padrões da NOVACAP.

O empreendimento em estudo situa-se nas unidades hidrográficas do ribeirão Sobradinho e córrego Contagem, bem como de vários de seus tributários.

Assim, como forma de planejamento urbano para a área em tela, a concepção do sistema geral de manejo de águas pluviais urbanas foi adotada seguindo os planos naturais de escoamento dos cursos d’água superficiais, os quais implicaram em 43 (quarenta e três) sub-bacias de contribuição.

Os estudos geomorfológicos indicaram características distintas encontradas na área de influência direta, com áreas com relevo uniforme e declividade moderada e outras áreas com relevo acidentado e declividade acentuada, principalmente na face norte do empreendimento.

5.1 Capacidade Suporte dos Sistemas Ambientais

5.1.1 Aspectos Preliminares

Inicialmente, é importante discutir que o grau de impermeabilização em uma bacia hidrográfica pode não ser um parâmetro determinante para a análise de capacidade suporte de sistemas ambientais.

Um dos principais danos causados pela implantação de sistemas de drenagem pluvial é a possibilidade de ocorrer, a jusante dos pontos de lançamentos finais, descargas maiores que a capacidade máxima do corpo hídrico receptor. Tal fato implica em riscos de extravasamentos da calha natural do curso d’água, podendo provocar conseqüências graves à população próxima e o aceleração de processos erosivos graves.

As principais causas desse fenômeno são atribuídas a crescente elevação da taxa de impermeabilização da bacia hidrográfica e da redução do tempo de concentração da bacia contribuinte, em virtude da canalização das águas de chuva.

Assim, a crescente preocupação na preservação dos recursos naturais nas últimas décadas, provocou o surgimento de dispositivos alternativos dos sistemas de drenagem pluvial, que podem ser inseridos para minimizar os impactos ambientais negativos, notadamente a elevação das vazões máximas de escoamento superficial, quando da impermeabilização do solo local, conforme relatado anteriormente.

Com relação aos dispositivos alternativos de drenagem pluvial, com o objetivo de reduzir as vazões de pico após a impermeabilização do solo, destacam-se os reservatórios de detenção e retenção, os quais possuem uma resposta de maior magnitude, quando comparados aos sistemas alternativos de infiltração no solo, como trincheiras ou valas permeáveis e poços de infiltração.

Nesse sentido, é importante destacar que os resultados dos ensaios de permeabilidade hidráulica saturada nos principais tipos de solos na região em estudo (latossolos e cambissolos) indicaram valores de 10^{-6} a 10^{-7} m/s, ou seja, refletindo patamares moderados e reduzidos. Logo, como primeiro passo para o planejamento das águas urbanas na região em estudo, foi adotada a metodologia da implantação de reservatórios de armazenamento, os quais podem ser na fonte (em lotes) ou coletivos e ter um aproveitamento posterior da água armazenada para usos menos nobres. A adoção dessa metodologia não implica na inviabilidade da pesquisa e detalhamentos de possíveis dispositivos de infiltração em solos com permeabilidade hidráulica saturada moderada a elevada, fato que iria contribuir com a redução ainda mais significativa das vazões de pico nos sistemas de drenagem pluvial.

Ressalta-se que o atual estudo é o primeiro passo para a fase de planejamento urbano de toda a região, o qual deverá ser agregado com diversos outros estudos e projetos que ainda serão desenvolvidos.

Dessa forma, os reservatórios de detenção possuem a função precípua de amortizar os picos de vazões máximas no sistema de drenagem pluvial, antes do lançamento final em corpos hídricos. Já os reservatórios de retenção têm o objetivo de reter toda a água pluvial coletada, promovendo a infiltração e a evaporação da água ao longo de um período de tempo, o qual poderá ser elevado.

Assim, a impermeabilização de uma bacia hidrográfica não é um fator limitante para o estudo dos riscos ambientais em cursos d'água para vazões máximas, porque existem dispositivos (como os reservatórios de detenção e retenção) que podem ser dimensionados e inseridos no sistema de drenagem pluvial antes dos lançamentos finais nos corpos hídricos, compatibilizando a vazão de pico desse sistema de drenagem com a capacidade máxima dos córregos, ribeirões e rios.

Por outro lado, a impermeabilização de uma bacia hidrográfica pode ser um fator limitante para as vazões mínimas nos cursos d'água, pois a recarga natural é um dos aspectos principais para as descargas mínimas nos corpos hídricos nos períodos de estiagem. Entretanto, a análise do escoamento subterrâneo em solos saturados e não saturados requer o conhecimento de uma série de variáveis e parâmetros locais que não estão disponíveis para a área em estudo.

Mesmo para vazões mínimas nos cursos d'água, o grau de impermeabilização da bacia hidrográfica não pode ser considerado, em tese, também como um fator limitante, pois os dispositivos de recarga artificial de aquífero e técnicas de infiltração estão em ampla pesquisa e implantação no Distrito Federal.

Logo, a metodologia principal neste trabalho consiste, fundamentalmente, no critério definido por Tucci (1995) em que "...a vazão máxima da área, com o desenvolvimento urbano, deve ser menor ou igual à vazão máxima das condições preexistentes para um tempo de retorno escolhido.". Portanto, a previsão de reservatórios de detenção é o caso típico de controle dos efeitos de inundação sobre áreas urbanas, amortecendo a vazão de pico a jusante e mantendo as condições de vazão preexistentes na área

desenvolvida (evitando a contribuição de descargas maiores que o naturalmente existente nos cursos d'água).

5.1.2 Definição da Metodologia Adotada

Os cursos d'água da região possuem pequena área contribuinte e, conseqüentemente, pequenas extensões de talvegue. Assim, uma avaliação determinística de descargas máximas demandaria a disponibilidade de informações de estações fluviográficas e pluviográficas, as quais não existem.

Outra possibilidade de obtenção de descargas máximas nos referidos cursos d'água é a metodologia de regionalização de vazões, a qual também necessita de dados fluviográficos e pluviográficos em regiões hidrologicamente semelhantes no Distrito Federal, devido às dimensões dos corpos hídricos envolvidos. De forma análoga ao item anterior, a utilização da metodologia de regionalização de vazões também fica prejudicada.

A modelagem matemática do comportamento hidrológico dos referidos córregos é possível, porém requer também a existência das estações pluviográficas e fluviográficas para a fase de calibração e verificação do modelo hidrológico a ser escolhido.

Dessa forma, uma resposta determinística (exata) dos valores de descargas máximas nos córregos em análise não é possível atualmente, em virtude da ausência de informações sobre o comportamento das chuvas e dos cursos d'água em um intervalo de tempo inferior a um dia.

Em virtude da necessidade de uma análise do comportamento dos recursos hídricos superficiais na área em estudo, a partir da ocupação urbana, a alternativa proposta neste estudo ambiental é uma análise considerando a diferença entre a vazão máxima prevista na saturação urbana da região e a vazão máxima nas condições pré-urbanização.

Devido a carência de informações de chuvas e vazões com intervalo de tempo inferior a um dia na área em estudo, o modelo hidrológico foi calibrado por meio da calibração qualitativa. Segundo Cunge (1980), essa técnica consiste em comparar os resultados das simulações com a localização e grandeza aparente dos alagamentos que ocorrem na bacia.

5.1.3 Descrição da Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo ambiental consistiu em:

- Levantamento topobatimétrico de algumas seções transversais dos cursos d'água, por meio de trena e GPS portátil (não faz parte do escopo deste trabalho um levantamento topográfico cadastral dos corpos hídricos), sendo que cada seção transversal levantada equivale ao perfil do curso d'água correspondente. Os cursos d'água foram divididos em trechos com características físicas semelhantes, como dimensões da seção transversal, rugosidade do leito, declividade longitudinal e situação das margens;
- Determinação das características de rugosidade em cada seção transversal (aspectos visuais) dos cursos d'água;

- A determinação da declividade longitudinal, comprimento e área de contribuição dos cursos d'água e sub-bacias foram determinados com duas bases, sendo levantamento topográfico com curvas de nível de 1 em 1 m para a área interna da Fazenda Paranozinho e por cartas SICAD, em escala 1:10.000, com curvas de nível de 5 em 5 m para as outras áreas;
- Determinação das vazões de pico de escoamento superficial (incluindo a parcela proveniente do sistema de drenagem pluvial) até as seções transversais determinadas. A geração do hidrograma em cada seção transversal foi obtido por meio do uso do modelo hidrológico precipitação-vazão HEC-HMS, versão 3.4, sem a fase de calibração e verificação (ausência de dados pluviográficos e fluviográficos);
- Comparação entre a vazão de pico de escoamento superficial quando da saturação urbana da área e no cenário das condições preexistentes (pré-urbanização).
- Análise final após os resultados encontrados.

O HEC-HMS versão 3.4 utiliza modelos separados para cada componente do processo de transformação da chuva em vazão na bacia hidrográfica, abrangendo a maioria das etapas do ciclo hidrológico previstas nesse processo. Ele foi elaborado para ser aplicado em uma grande variedade de áreas geográficas. A interface gráfica existente permite uma integração “amigável” com o usuário, estando presente nas diferentes partes do programa e, principalmente, nas etapas de representação esquemática da bacia hidrográfica, na entrada de dados e na visualização dos resultados.

No modelo hidrológico HEC-HMS foram definidos os seguintes modelos para cada fase do ciclo hidrológico e de escoamento:

- Precipitação de Projeto a partir da equação intensidade-duração-freqüência padrão da NOVACAP, com tempo de recorrência de 5 anos;
- Separação do escoamento pelo método SCS;
- Propagação em superfície pelo método Hidrograma Unitário do SCS;
- Propagação em canais e galerias pelo método de Muskingum-Cunge.

O tempo de concentração foi estimado para cada trecho do córrego a partir da equação de Carter (Silveira, 2005), sendo:

$$T_c = 5,862 \times L^{0,6} \times S^{-0,3}$$

Onde: T_c equivale ao tempo de concentração (min), L refere-se ao comprimento do talvegue (km) e S a declividade média (m/m).

Para a definição do CN, foi escolhido o grupo hidrológico “B” e a condição de umidade antecedente do solo tipo II. Para o cenário de pré-urbanização foi adotado o valor de CN equivalente a 58 e nenhuma parcela impermeável, representando campos em boas condições. Para o cenário futuro de uso e ocupação do solo, os valores de CN foram aqueles definidos pela bibliografia pertinente para o usos do solo previstos pelos estudos urbanísticos, sendo:

- Uso residencial com edifícios de 4 a 6 pavimentos, com CN equivalente a 75 e parcela impermeável de 38%;

- Uso residencial com edifícios de 15 a 20 pavimentos, com CN equivalente a 72 e parcela impermeável de 30%;
- Uso residencial unifamiliar (condomínios horizontais), com CN equivalente a 75 e parcela impermeável de 38%;
- Uso comercial, com CN equivalente a 92 e parcela impermeável de 85%;
- Uso para empresas e logística, com CN equivalente a 88 e parcela impermeável de 72%;
- Uso para áreas institucionais e clubes de lazer, com CN equivalente a 69 e parcela impermeável de 50%;
- Uso para parques e áreas verdes, com CN equivalente a 58 e nenhuma parcela impermeável;
- Áreas pavimentadas com CN equivalente a 98 e parcela impermeável de 100%.

Para a simulação do modelo hidrológico HEC-HMS foi adotado o tempo total de simulação de doze horas e não foram estudadas as etapas de calibração e verificação. Nos itens posteriores, são apresentados os dados de entrada e os principais resultados encontrados.

5.1.4 Dados de Entrada para a Simulação Hidrológica

Os dados de entrada para a simulação hidrológica no HEC-HMS são apresentados nas Tabelas 10, 11, 12 e 13, as quais possuem os dados fisiográficos dos cursos d'água, o tempo de concentração e ao pico das sub-bacias hidrográficas e os dados de uso e ocupação do solo futuro, respectivamente.

Os trechos característicos dos cursos d'água poderão ser visualizados no Mapa "Simulação Hidrológica", com base no padrão SICAD.

5.1.5 Principais Resultados da Simulação Hidrológica

Os principais resultados da simulação hidrológica são apresentados e discutidos neste item.

As Figuras 6 e 7 apresentam a discretização espacial dos cursos d'água no modelo HEC-HMS nas bacias de ribeirão Sobradinho e córrego Contagem, respectivamente, onde foram inseridos todos os dados de entrada.

Tabela 10 - Dados Fisiográficos dos Cursos D'Água

Curso D'Água	Trecho	Comprimento (km)	Decliv. Long. (m/m)	Sub-Bacia	Area (km ²)
Rib. Contagem	Inicial	-	-	RC-01	2.26
	TR-01	1.40	0.043	RC-02	1.48
				RC-03	1.72
				RC-04	0.87
	TR-02	1.96	0.092	RC-05	0.90
				RC-06	1.48
Cór. Contagem	Inicial	-	-	-	6.30
Cór. Poço D'Água	Inicial	-	-	PD-01	1.07
	TR-01	0.60	0.033	PD-02	1.28
				PD-03	0.35
Cór. Bananal	Inicial	-	-	-	0.21
Cór. D'Água	Inicial	-	-	-	0.40
Cór. Sansão	Inicial	-	-	-	3.96
Cór. Braço Paranoaz.	Inicial	-	-	BP-01	2.95
	TR-01	0.95	0.006	BP-02	0.50
				BP-03	1.33
				BP-04	1.22
				BP-05	0.11
	TR-02	0.25	0.016	BP-06	0.03
				BP-07	1.62
				BP-08	0.43
TR-03	0.87	0.006			
Cór. Paranoazinho	Inicial	-	-	PAR-01	5.58
	TR-01	1.64	0.022	PAR-02	1.66
				PAR-03	1.38
				PAR-04	0.20
	TR-02	1.18	0.062	PAR-05	1.54
				PAR-06	0.86
	TR-03	2.17	0.008	PAR-06A	1.00
				PAR-07	1.36
				PAR-08	0.70
	TR-04	1.35	0.008	PAR-09	0.56
PAR-10				0.21	
TR-05	0.55	0.005			
Cór. Capão Grande	Inicial	-	-	CG-01	3.58
	TR-01	2.45	0.018	CG-02	0.73
				CG-03	4.22
Rib. Sobradinho	Inicial	-	-	SB-01	6.06
	TR-01	8.13	0.015	SB-02	2.26
				SB-03	16.70
				SB-04	0.83
	TR-02	1.86	0.003	SB-05	1.76
				SB-06	1.84
	TR-03	0.20	0.010	SB-07	0.33
				SB-08	0.22

Tabela 11 - Tempo de Concentração (por Carter) e ao Pico

Curso D'Água	Trecho	Sub-Bacia	Comp.Talveg (km)	Decliv. (m/m)	TC (Carter) (mim)	T. Pico (mim)
Rib. Contagem	Inicial	RC-01	2.29	0.041	25.13	15.08
		RC-02	1.51	0.036	20.35	12.21
	TR-01	RC-03	2.94	0.051	27.34	16.40
		RC-04	1.47	0.075	16.07	9.64
	TR-02	RC-05	2.36	0.127	18.22	10.93
		RC-06	3.09	0.102	22.88	13.73
Cór. Contagem	Inicial	-	3.09	0.097	23.23	13.94
Cór. Poço D'Água	Inicial	PD-01	1.42	0.598	8.44	5.06
		PD-02	1.37	0.084	14.89	8.93
		PD-03	0.51	0.137	7.11	4.26
Cór. Bananal	Inicial	-	0.57	0.228	6.52	3.91
Cór. D'Água	Inicial	-	1.19	0.126	12.11	7.27
Cór. Sansão	Inicial	-	2.28	0.042	24.88	14.93
Cór. Braço Paranoaz.	Inicial	BP-01	1.95	0.036	23.72	14.23
		BP-02	1.15	0.023	19.77	11.86
	TR-01	BP-03	1.68	0.031	22.69	13.61
		BP-04	2.68	0.070	23.52	14.11
	TR-02	BP-05	1.03	0.030	17.08	10.25
		BP-06	0.26	0.050	6.42	3.85
	TR-03	BP-07	2.78	0.071	23.94	14.36
		BP-08	1.00	0.030	16.78	10.07
Cór. Paranoazinho	Inicial	PAR-01	2.64	0.036	28.45	17.07
		PAR-02	2.07	0.054	21.77	13.06
	TR-01	PAR-03	1.99	0.047	22.17	13.30
		PAR-04	0.31	0.213	4.62	2.77
	TR-02	PAR-05	2.80	0.056	25.82	15.49
		PAR-06	1.90	0.070	19.13	11.48
	TR-03	PAR-06A	1.79	0.086	17.35	10.41
		PAR-07	0.99	0.128	10.80	6.48
	TR-04	PAR-08	1.10	0.040	16.26	9.76
		PAR-09	1.30	0.043	17.63	10.58
TR-05	PAR-10	1.05	0.033	16.80	10.08	
Cór. Capão Grande	Inicial	CG-01	1.96	0.070	19.49	11.70
		CG-02	1.50	0.055	17.85	10.71
		CG-03	3.78	0.049	32.17	19.30
Rib. Sobradinho	Inicial	SB-01	3.27	0.063	27.35	16.41
		SB-02	2.84	0.036	29.73	17.84
	TR-01	SB-03	2.64	0.082	22.23	13.34
		SB-04	1.15	0.033	17.74	10.64
	TR-02	SB-05	1.72	0.050	19.94	11.96
		SB-06	1.46	0.046	18.53	11.12
	TR-03	SB-07	1.40	0.040	18.84	11.30
		SB-08	1.54	0.044	19.39	11.63

Tabela 12 - Dados de Uso e Ocupação do Solo Futuro

Residencial Vertical (4 a 6)	75	38%												
Residencial Vertical (15 a 20)	72	30%												
Residencial Unifamiliar	75	38%												
Comercial	92	85%												
Empres. e Logís.	88	72%												
Área institu/clubes	69	50%												
Parques/Áreas verdes	58	0%												
Áreas Pavimentadas	98	100%												
Curso D'Água	Sub-Bacia	Área Total (km ²)	Uso do Solo (km ²)								C N	Io (mm)	Parc. Impermeável (%)	
			Residencia l vertical (4 a 6)	Residencia l vertical (15 a 20)	Residencia l unifamiliar	Comercia l	Empresaria l e logística	Área de instituição e clubes	Parque s e áreas verdes	Área pavimentada				
Rib. Contagem	RC-01	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00	58	36.8	0.00%
	RC-02	1.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	0.00	58	36.8	0.00%	
	RC-03	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	1.69	0.00	59	36.0	1.26%	
	RC-04	0.87	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	60	33.4	5.24%	
	RC-05	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.83	0.00	60	33.4	5.60%	
	RC-06	1.48	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00	60	33.6	4.88%	
Cór. Contagem	-	6.30	0.009	0.00	1.84	0.001	0.00	0.00	4.41	0.04	63	29.5	11.80%	
Cór. Poço D'Água	PD-01	1.07	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0008	67	25.3	19.61%	
	PD-02	1.28	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	1.20	0.004	59	35.0	2.69%	
	PD-03	0.35	0.012	0.00	0.00	0.00	0.031	0.00	0.31	0.00	61	32.2	7.68%	
Cór. Bananal	-	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	58	36.8	0.00%	
Cór. D'Água	-	0.40	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	59	35.5	1.90%	
Cór. Sansão	-	3.96	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	3.56	0.00	60	34.3	3.84%	

Tabela 12 - Dados de Uso e Ocupação do Solo Futuro

Curso D'Água	Sub-Bacia	Área Total (km ²)	Uso do Solo (km ²)								C N	Io (mm)	Parc Impermeável (%)
			Residencia l vertical (4 a 6)	Residencia l vertical (15 a 20)	Residencia l unifamiliar	Comercia l	Empresaria l e logística	Área de instituição e clubes	Parque s e áreas verdes	Área pavimentada			
Cór. Braço Paranoaz.	BP-01	2.95	0.009	0.00	1.72	0.00	0.00	0.19	1.01	0.02	69	22.9	26.17%
	BP-02	0.50	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.08	0.32	0.00	67	25.5	25.00%
	BP-03	1.33	0.40	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.41	0.03	70	21.5	27.68%
	BP-04	1.22	0.26	0.00	0.43	0.0006	0.00	0.00	0.50	0.029	69	23.3	23.91%
	BP-05	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.002	0.10	0.00	60	34.3	4.36%
	BP-06	0.03	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.024	0.001	62	30.9	9.67%
	BP-07	1.62	0.22	0.05	0.79	0.008	0.00	0.005	0.49	0.059	71	21.1	28.83%
	BP-08	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.013	0.42	0.00	58	36.3	1.51%
Cór. Paranoazinho	PAR-01	5.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55	0.026	58	36.5	0.47%
	PAR-02	1.66	0.00	0.23	1.28	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	73	18.8	33.46%
	PAR-03	1.38	0.018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.038	59	34.8	3.25%
	PAR-04	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	58	36.8	0.00%
	PAR-05	1.54	0.023	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.86	0.12	67	24.7	21.68%
	PAR-06	0.86	0.00	0.20	0.14	0.011	0.00	0.00	0.46	0.05	67	25.3	20.06%
	PAR-06A	1.00	0.00	0.073	0.72	0.0001	0.00	0.00	0.21	0.017	72	20.1	31.26%
	PAR-07	1.36	0.08	0.010	0.6	0.00	0.015	0.00	0.44	0.21	73	18.6	35.46%
	PAR-08	0.70	0.19	0.00	0.007	0.00	0.00	0.10	0.34	0.06	68	24.1	26.41%
	PAR-09	0.57	0.41	0.07	0.015	0.001	0.00	0.00	0.006	0.07	77	14.9	44.45%
PAR-10	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.004	0.21	0.00	58	36.5	0.95%	
Cór. Capão Grande	CG-01	3.58	0.08	0.00	0.68	0.01	0.18	0.16	2.46	0.01	64	28.8	14.44%
	CG-02	0.73	0.22	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.39	0.04	69	23.2	24.82%
	CG-03	4.22	0.007	0.00	0.91	0.00	0.00	0.0007	3.17	0.13	63	29.9	11.35%
Rib. Sobradinho	SB-01	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.06	58	36.2	0.99%
	SB-02	2.26	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.18	1.50	0.07	64	28.6	15.65%
	SB-03	16.70	0.00	0.00	7.33	0.00	1.17	0.00	8.20	0.00	68	24.4	21.72%
	SB-04	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.75	0.004	59	35.5	3.49%

Tabela 12 - Dados de Uso e Ocupação do Solo Futuro

Curso D'Água	Sub-Bacia	Área Total (km ²)	Uso do Solo (km ²)								C N	Io (mm)	Parc. Impermeável (%)
			Residencia I vertical (4 a 6)	Residencia I vertical (15 a 20)	Residencia I unifamiliar	Comercial	Empresaria I e logística	Área de instituição e clubes	Parques e áreas verdes	Área pavimentada			
Rib. Sobradinho	SB-05	1.76	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.36	0.49	0.10	70	21.4	33.40%
	SB-06	1.84	0.71	0.00	0.16	0.36	0.04	0.00	0.06	0.51	84	9.4	63.88%
	SB-07	0.33	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.05	68	24.3	23.21%
	SB-08	0.22	0.074	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.022	0.014	81	11.7

Tabela 13 - Dados de Uso e Ocupação do Solo Atual

Residencial Vertical (4 a 6)	58	0%												
Residencial Vertical (15 a 20)	58	0%												
Residencial Unifamiliar	75	38%												
Comercial	92	85%												
Empres. e Logís.	58	0%												
Área institu/clubes	58	0%												
Parques/Áreas verdes	58	0%												
Áreas Pavimentadas	98	100 %												
Curso D'Água	Sub-Bacia	Área Total (km ²)	Uso do Solo (km ²)								C N	I _o (mm)	Parc. Impermeável (%)	
			Residencial vertical (4 a 6)	Residencial vertical (15 a 20)	Residencial unifamiliar	Comercial	Empresaria l e logística	Área de instituição e clubes	Parques e áreas verdes	Área pavimentada				
Rib. Contagem	RC-01	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00	58	36.8	0.00%
	RC-02	1.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	0.00	58	36.8	0.00%
	RC-03	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	1.69	0.00	58	36.8	0.00%
	RC-04	0.87	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	60	33.4	5.24%
	RC-05	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.83	0.00	58	36.8	0.00%
	RC-06	1.48	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00	60	33.6	4.88%
Cór. Contagem	-	6.30	0.009	0.00	1.84	0.001	0.00	0.00	0.00	4.41	0.04	63	29.5	11.75%
Cór. Poço D'Água	PD-01	1.07	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.0008	67	25.3	19.61%
	PD-02	1.28	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.004	59	35.0	2.69%
	PD-03	0.35	0.012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.031	0.00	0.31	0.00	58	36.8	0.00%
Cór. Bananal	-	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	58	36.8	0.00%
Cór. D'Água	-	0.40	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	59	35.5	1.90%

Tabela 13 - Dados de Uso e Ocupação do Solo Atual

Curso D'Água	Sub-Bacia	Área Total (km ²)	Uso do Solo (km ²)								C N	Io (mm)	Parc. Impermeável (%)
			Residencial vertical (4 a 6)	Residencial vertical (15 a 20)	Residencial unifamiliar	Comercial	Empresaria l e logística	Área de instituição e clubes	Parques e áreas verdes	Área pavimentada			
Cór. Sansão	-	3.96	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	3.56	0.00	60	34.3	3.84%
Cór. Braço Paranoaz.	BP-01	2.95	0.009	0.00	1.72	0.00	0.00	0.19	1.01	0.02	68	23.7	22.83%
	BP-02	0.50	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.08	0.32	0.00	65	27.6	17.00%
	BP-03	1.33	0.40	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.41	0.03	65	27.2	16.26%
	BP-04	1.22	0.26	0.00	0.43	0.0006	0.00	0.00	0.50	0.029	65	27.4	15.81%
	BP-05	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.002	0.10	0.00	60	34.6	3.45%
	BP-06	0.03	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.024	0.001	59	34.8	3.33%
	BP-07	1.62	0.22	0.05	0.79	0.008	0.00	0.005	0.49	0.059	68	24.0	22.59%
	BP-08	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.013	0.42	0.00	58	36.8	0.00%
Cór. Paranoazinho	PAR-01	5.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55	0.026	58	36.5	0.47%
	PAR-02	1.66	0.00	0.23	1.28	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	71	20.7	29.30%
	PAR-03	1.38	0.018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.038	59	35.1	2.75%
	PAR-04	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	58	36.8	0.00%
	PAR-05	1.54	0.023	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.86	0.12	67	25.0	21.12%
	PAR-06	0.86	0.00	0.20	0.14	0.011	0.00	0.00	0.46	0.05	64	29.2	13.09%
	PAR-06A	1.00	0.00	0.073	0.72	0.0001	0.00	0.00	0.21	0.017	71	21.1	29.07%
	PAR-07	1.36	0.08	0.010	0.6	0.00	0.015	0.00	0.44	0.21	72	20.0	32.21%
	PAR-08	0.70	0.19	0.00	0.007	0.00	0.00	0.10	0.34	0.06	62	31.6	8.95%
	PAR-09	0.57	0.41	0.07	0.015	0.001	0.00	0.00	0.006	0.07	63	29.3	13.43%
PAR-10	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.004	0.21	0.00	58	36.8	0.00%	
Cór. Capão Grande	CG-01	3.58	0.08	0.00	0.68	0.01	0.18	0.16	2.46	0.01	61	31.9	7.73%
	CG-02	0.73	0.22	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.39	0.04	60	33.6	5.48%
	CG-03	4.22	0.007	0.00	0.91	0.00	0.00	0.0007	3.17	0.13	63	30.0	11.27%
Rib. Sobradinho	SB-01	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.06	58	36.2	0.99%
	SB-02	2.26	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.18	1.50	0.07	63	29.7	11.67%
	SB-03	16.70	0.00	0.00	7.33	0.00	1.17	0.00	8.20	0.00	65	26.8	16.68%
	SB-04	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.75	0.004	58	36.5	0.48%

Tabela 13 - Dados de Uso e Ocupação do Solo Atual

Curso D'Água	Sub-Bacia	Área Total (km ²)	Uso do Solo (km ²)								C N	I _o (mm)	Parc. Impermeável (%)
			Residencial vertical (4 a 6)	Residencial vertical (15 a 20)	Residencial unifamiliar	Comercial	Empresaria l e logística	Área de instituição e clubes	Parques e áreas verdes	Área pavimentada			
Rib. Sobradinho	SB-05	1.76	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.36	0.49	0.10	68	23.8	23.17%
	SB-06	1.84	0.71	0.00	0.16	0.36	0.04	0.00	0.06	0.51	77	15.0	47.65%
	SB-07	0.33	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.05	64	28.5	15.15%
	SB-08	0.22	0.074	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.022	0.014	61	33.1

FIGURA 7 DISCRETIZAÇÃO ESPACIAL NO MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS PARA RIBEIRÃO SOBRADINHO

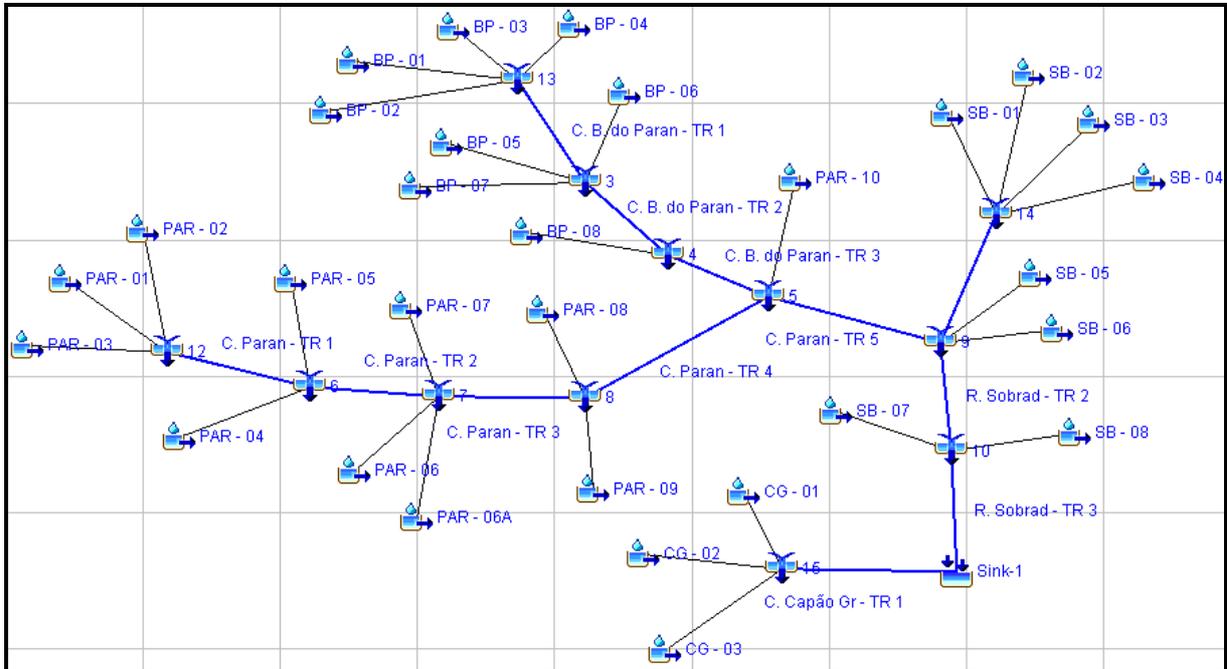
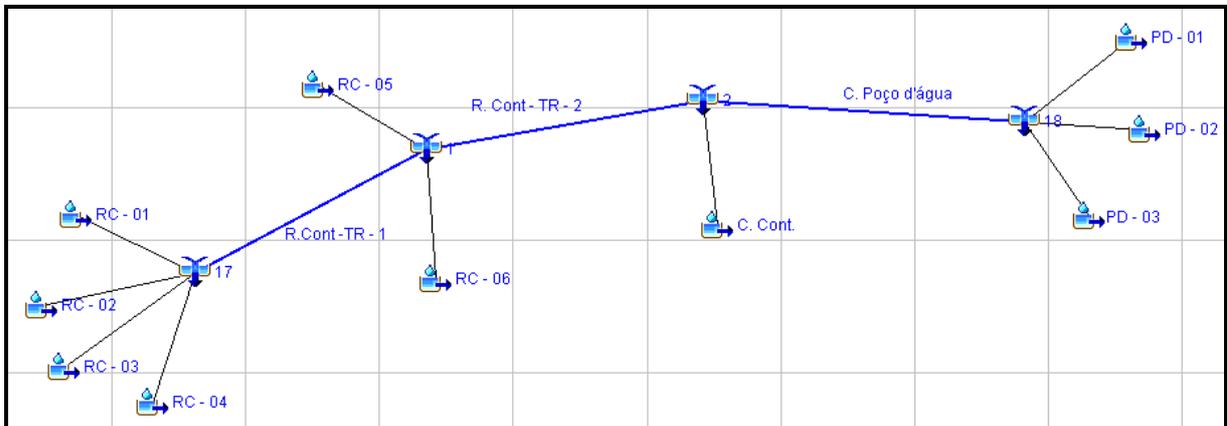


FIGURA 08 – DISCRETIZAÇÃO ESPACIAL NO MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS PARA CÓRREGO CONTAGEM



Os principais resultados encontrados convergem para a vazão máxima ou de pico de escoamento superficial e para o volume total escoado no tempo de simulação, considerados nos cenários de pré-urbanização e pós-urbanização.

A vazão máxima ou de pico de escoamento superficial é importante para análise da necessidade da implantação de condutos para o sistema de drenagem pluvial e o volume total escoado é importante para avaliar a quantidade de águas urbanas a serem armazenadas temporariamente para amortizar o pico de cheias e evitar riscos de inundações nos cursos d'água.

Nesse sentido, a Tabela 14 apresenta os principais resultados por sub-bacia hidrográfica, bem como a diferença entre os volumes totais escoados nos cenários de pós-urbanização e a pré-urbanização, implicando no volume necessário para a implantação dos reservatórios de detenção. A fim de facilitar o entendimento sobre a quantidade de área superficial (por sub-bacia hidrográfica) necessária para a instalação dos reservatórios de detenção, foi estimada uma profundidade média em cada reservatório de 2,40 m, sendo os valores apresentados no mapa de simulação hidrológica.

Como exemplos, as Figuras 9 e 10 apresentam os hidrogramas resultantes para a descarga fluvial na seção de controle final do ribeirão Sobradinho nos cenários de pré-urbanização e pós-urbanização, respectivamente.

Tabela 14 - Principais Resultados da Simulação Hidrológica

Curso D'Água	Sub-Bacia	Área Total da Sub-Bacia (km ²)	Cenário Pré-Urbanização		Cenário Pós-Urbanização		Diferença no Vol. Total Escoado (1.000 m ³)	Estimativa Área Superficial para Res. Detenção (m ²) (*)
			Vazão Máx. (m ³ /s)	Vol. Total Escoado (1.000 m ³)	Vazão Máx. (m ³ /s)	Vol. Total Escoado (1.000 m ³)		
Rib. Contagem	RC-01	2.32	1.30	2.700	1.30	2.700	0.000	0.00
	RC-02	1.59	0.90	1.800	0.90	1.800	0.000	0.00
	RC-03	1.74	1.00	2.000	1.20	3.400	1.400	583.33
	RC-04	0.86	0.60	1.000	1.30	3.900	2.900	1,208.33
	RC-05	0.93	0.60	1.100	1.40	4.200	3.100	1,291.67
	RC-06	1.38	0.90	1.800	1.70	6.400	4.600	1,916.67
Cór. Contagem	-	6.44	3.70	7.500	6.57	17.655	10.155	4,231.25
Cór. Poço D'Água	PD-01	1.07	0.70	1.300	7.80	15.000	13.700	5,708.33
	PD-02	1.28	0.80	1.500	1.20	3.700	2.200	916.67
	PD-03	0.35	0.20	0.400	1.10	2.100	3.300	1,375.00
Cór. Bananal	-	0.05	0.03	0.041	0.16	0.418	0.377	156.97
Cór. D'Água	-	0.40	0.19	0.328	1.30	3.638	3.310	1,379.33
Cór. Sansão	-	0.66	0.33	0.541	3.33	9.046	8.505	3,543.63
Cór. Braço Paranoaz.	BP-01	3.05	1.70	3.500	19.40	53.300	49.800	20,750.00
	BP-02	0.45	0.30	0.600	3.30	8.300	7.700	3,208.33
	BP-03	1.95	0.80	1.600	9.60	25.700	24.100	10,041.67
	BP-04	1.31	0.70	1.400	7.40	20.600	19.200	8,000.00
	BP-05	0.13	0.10	0.100	0.10	0.400	0.300	125.00
	BP-06	0.03	0.00	0.000	0.10	0.200	0.200	83.33
	BP-07	1.72	0.90	1.900	12.00	32.600	30.700	12,791.67
	BP-08	0.42	0.30	0.500	0.30	0.900	0.400	166.67
Cór. Paranoazinho	PAR-01	5.76	3.10	6.600	3.10	6.600	0.000	0.00
	PAR-02	1.74	1.00	2.000	16.30	38.600	36.600	15,250.00
	PAR-03	1.44	0.80	1.600	1.30	4.400	2.800	1,166.67
	PAR-04	0.20	0.10	0.200	0.10	0.200	0.000	0.00
	PAR-05	1.62	0.90	1.800	8.00	23.400	21.600	9,000.00
	PAR-06	0.97	0.50	1.000	4.70	12.300	11.300	4,708.33
	PAR-06A	1.07	0.60	1.200	9.20	21.700	20.500	8,541.67
	PAR-07	1.35	0.90	1.600	17.20	32.900	31.300	13,041.67
	PAR-08	0.73	0.40	0.800	5.40	12.400	11.600	4,833.33
	PAR-09	0.55	0.40	0.700	7.60	16.800	16.100	6,708.33
PAR-10	0.22	0.10	0.200	0.10	0.200	0.000	0.00	
Cór. Capão Grande	CG-01	3.69	2.20	4.200	13.50	37.000	32.800	13,666.67
	CG-02	0.80	0.50	0.900	5.10	12.700	11.800	4,916.67
	CG-03	5.17	2.20	5.000	10.10	35.800	30.800	12,833.33
Rib. Sobradinho	SB-01	6.18	3.40	7.200	3.40	7.200	0.000	0.00
	SB-02	2.13	1.20	2.700	7.70	24.800	22.100	9,208.33
	SB-03	17.80	9.90	19.800	93.00	257.800	238.000	99,166.67
	SB-04	0.96	0.50	1.000	0.80	2.700	1.700	708.33
	SB-05	1.83	1.10	2.100	15.90	38.600	36.500	15,208.33
	SB-06	1.86	1.10	2.200	35.30	74.700	72.500	30,208.33
	SB-07	0.34	0.20	0.400	2.10	5.300	4.900	2,041.67
	SB-08	0.27	0.10	0.300	3.60	7.900	7.600	3,166.67
	FIM-SB		21.40	72.800	238.00	810.500	737.700	

OBS: (*) Área superficial do reservatório considerando uma profundidade média de 2,40 m.

FIGURA 09 –HIDROGRAMA PARA SUB-BACIA SOBRADINHO NO CENÁRIO DE PRÉ-URBANIZAÇÃO

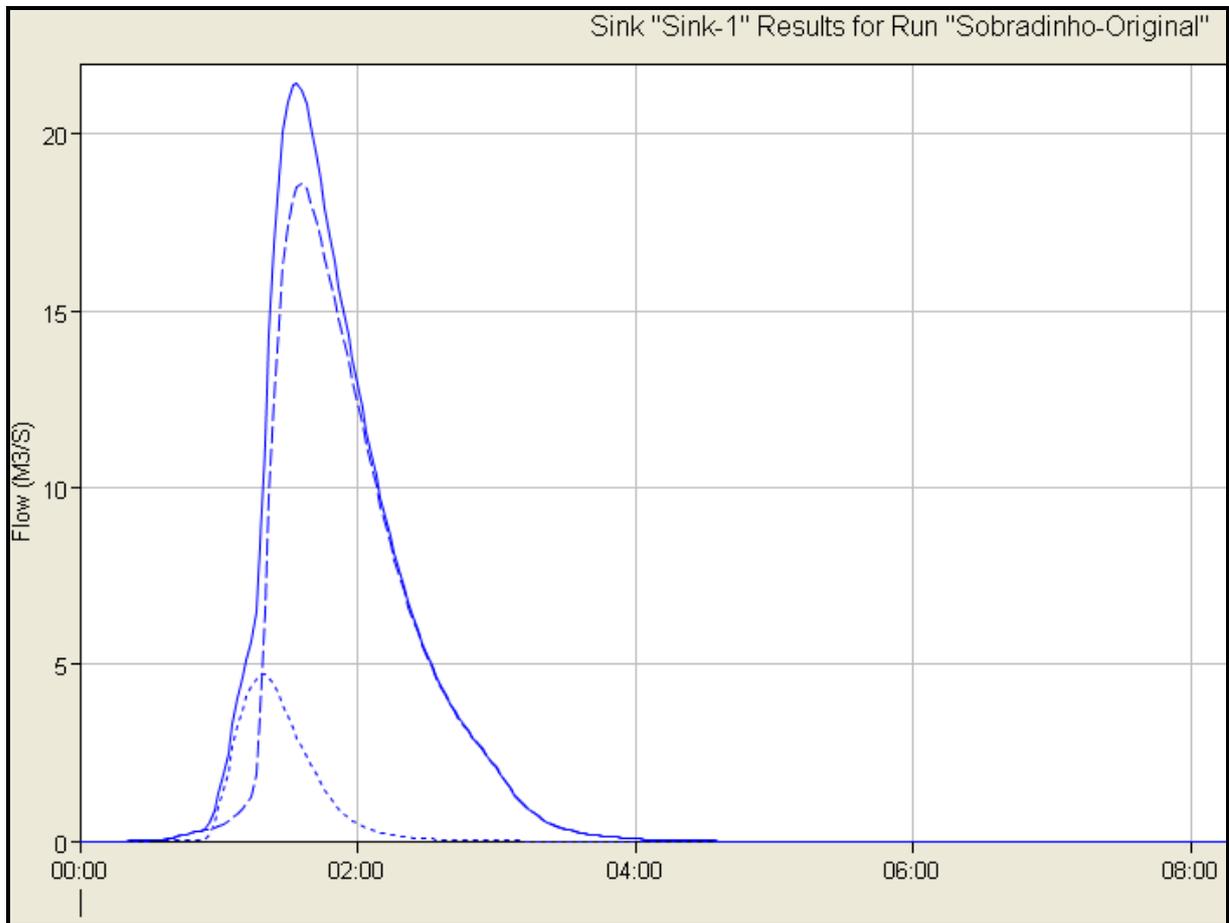
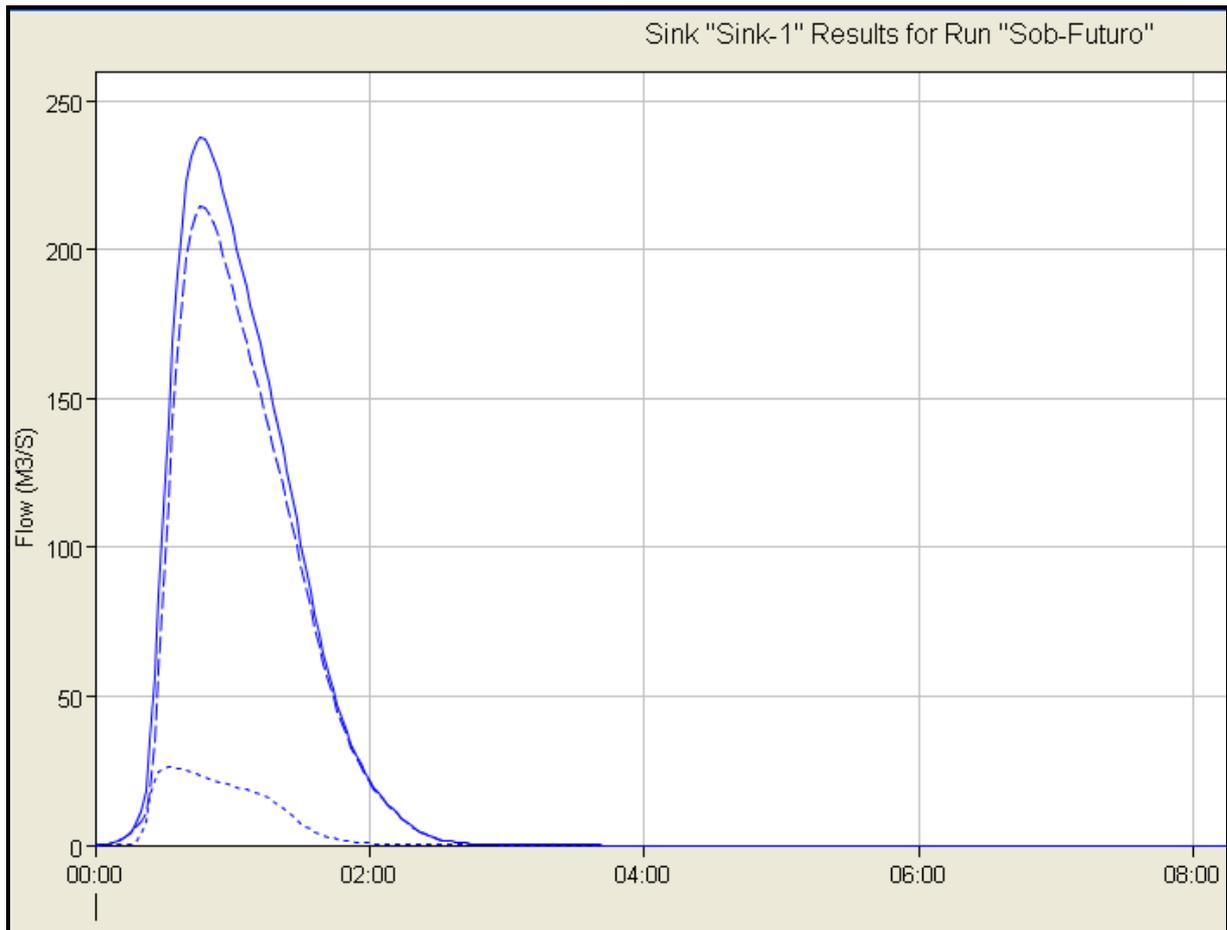


FIGURA 10 –HIDROGRAMA PARA SUB-BACIA SOBRADINHO NO CENÁRIO DE PÓS-URBANIZAÇÃO



O Desenho de Manejo de Águas Urbanas, em anexo, apresenta os usos previstos do solo na região, as sub-bacias de contribuição e os volumes estimados para os reservatórios de detenção.

A partir dos valores de volumes a serem armazenados ou área superficial a ser preservada por sub-bacia hidrográfica para a instalação de reservatórios de detenção ou outro dispositivo de armazenamento, pode-se seguir para uma análise de dispositivos alternativos de manejo de águas urbanas, sendo apresentado a seguir.

5.2 Medidas para Controle do Escoamento Superficial

Conforme esclareceu Tucci (1995), as medidas de controle do escoamento podem ser organizadas de acordo com a sua ação sobre o hidrograma em cada uma das partes das bacias hidrográficas, sendo:

- Infiltração e percolação – criando espaços para que a água tenha maior infiltração e percolação no solo, utilizando o armazenamento e o fluxo subterrâneo para retardar o escoamento superficial;
- Armazenamento – por meio de reservatórios, os quais podem ser de pequenas dimensões nos lotes residenciais e/ou públicos ou de maior porte, quando projetados para abrangerem áreas coletivas. O efeito do reservatório urbano é

reter parte do volume do escoamento superficial, reduzindo o seu pico e distribuindo a vazão no tempo;

- Aumento da eficiência do escoamento – por meio de condutos e canais, drenagem áreas inundadas. Esse tipo de solução tende a transferir enchentes de uma área para outra, mas pode ser benéfico quando utilizado em conjunto com reservatórios de detenção;
- Diques e estações de bombeamento – solução tradicional de controle localizado de enchentes.

Neste estudo ambiental, foram explorados, inicialmente, as medidas de controle por armazenamento (os reservatórios de detenção já estudados anteriormente) e, em segundo plano, por infiltração e percolação. Tal atitude justifica-se por não se ter conhecimento da profundidade média do lençol freático no período chuvoso na região em estudo e porque a permeabilidade hidráulica saturada máxima verificada nos ensaios realizados nos solos da região indicou o patamar limite para a escolha de dispositivos de infiltração.

Nesse sentido, o armazenamento temporário das águas pluviais incidentes sobre uma determinada área pode ser realizado, fundamentalmente, por:

- Telhados, como os conhecidos telhados verdes;
- Lotes urbanos, como pequenos reservatórios dentro de lotes urbanos particulares ou coletivos.

A água de chuva armazenada em telhados ou lotes urbanos pode ser reaproveitada para usos menos nobres, como lavagem de pisos e automóveis, resfriamento de equipamentos mecânicos e descarga de vasos sanitários.

A eficiência desses dispositivos tem sido estudada por diversos pesquisadores, tanto em trabalhos experimentais como em trabalhos teóricos (Silva, 2006). Apesar da boa eficiência obtida com essas estruturas, as pesquisas apontam para perda de eficiência em situações em que ocorrem pancadas de chuvas seqüenciais, em virtude do longo tempo de esvaziamento da estrutura. Além disso, a aplicação distribuída dessa solução pode resultar na combinação de picos de vazão, em virtude do retardo do escoamento, causando o efeito contrário ao desejado.

Como relatado anteriormente, os dispositivos de infiltração e percolação poderão ser estudados na região em tela, entretanto, deverão ser investigadas maiores informações sobre o nível do lençol freático e da permeabilidade hidráulica saturada. De forma geral, tais dispositivos poderão contribuir ainda mais para a redução do pico do escoamento superficial em direção aos cursos d'água, quando comparados ao cenário de implantação somente de dispositivos de armazenamento.

Segundo apontou Silva (2006), o objetivo com respeito ao uso de dispositivos de infiltração é criar espaços que favoreçam a infiltração da água da chuva no solo de forma a reduzir e retardar o escoamento pluvial. Uma das vantagens com relação às detenções é a capacidade de reduzir tanto as vazões como os volumes escoados superficialmente, podendo contribuir também para a retenção e controle de poluentes e para recarga de águas subterrâneas. Por esses motivos, esses dispositivos são capazes de recuperar de forma mais efetiva as condições naturais de préurbanização.

As trincheiras de infiltração são elementos lineares constituídos por valetas preenchidas por material granular (seixo rolado, brita, dentre outros). Um filtro geotêxtil é colocado entre a trincheira e a superfície e é recoberto por uma camada de seixos, formando uma superfície drenante.

Os poços de infiltração ocupam áreas relativamente pequenas e podem ser bem integrados ao espaço urbano. É uma solução bastante apropriada para locais onde a camada de solo superficial é pouco permeável, mas possui capacidade de infiltração significativa nas camadas mais profundas. O inconveniente dessas soluções é a necessidade de manutenção freqüente para evitar redução de vida útil pelo processo de colmatção.

Os planos de infiltração são, geralmente, áreas naturais, como gramados laterais, utilizados para a disposição da precipitação de uma área impermeável, como residências ou edifícios. Essas áreas podem ficar submersas, caso a sua capacidade de infiltração seja muito inferior à intensidade de precipitação. Cuidados devem ser tomados nos casos em que o escoamento de contribuição transporta muito material fino, pois a capacidade de infiltração pode ficar reduzida devido à colmatção, causando a falha da estrutura.

As superfícies permeáveis estão incluídas na modalidade de dispositivos de infiltração. Elas consistem, geralmente, de estruturas simples sob o ponto de vista construtivo e são destinadas a reduzir diretamente a produção de escoamento pluvial, fazendo infiltrar parte da chuva precipitada sobre sua superfície. As soluções podem aproveitar as próprias condições naturais do solo local para promover a infiltração da chuva, ou serem providas de estruturas construídas artificialmente.

Várias alternativas são possíveis, incluindo o uso de superfícies simples formadas de material granular, superfícies cobertas por vegetação e, também, a aplicação de revestimentos permeáveis sob a forma de blocos modulares ou pavimentos permeáveis. Recentemente, o uso de revestimentos permeáveis tem sido uma opção bastante atrativa. Isso se deve, dentre outras coisas, aos avanços tecnológicos na produção desses materiais e a boa integração ao ambiente urbano.

As principais ressalvas que podem ser atribuídas ao uso desses elementos dizem respeito ao problema da falta de controle na construção e manutenção, que podem levar a altas taxas de falha do dispositivo, sobretudo devido ao processo de colmatção, e ao baixo poder de suporte desses pavimentos, o que recomenda seu uso em calçadas e em estacionamentos para veículos leves.

5.3 Análise do Manejo de Águas Urbanas

Os resultados encontrados permitem inferir que:

- A ocupação urbana na região em estudo provocou e provocará uma forte influência sobre os cursos d'água superficiais, com um aumento da vazão de pico em períodos de chuvas intensas;
- Caso não sejam previstos dispositivos de armazenamento, como reservatórios de detenção nas sub-bacias de contribuição, as contribuições pluviais das áreas urbanas implicarão em elevados riscos de extravasamentos das calhas principais (riscos de enchentes), além de elevar a velocidade do fluxo fluvial, com conseqüente aceleração de processos erosivos nas margens e fundos dos talwegues (erosão de base);

- Os sistemas de drenagem pluviais a serem executados na região deverão ser constituídos com unidades tradicionais (sarjetas, bocas de lobo, redes, etc.), entretanto, dispositivos de armazenamento serão fundamentais para evitar riscos de inundações nos cursos d'água;
- Para a previsão de implantação de dispositivos de infiltração e percolação, é imperiosa o levantamento do nível do lençol freático na região, bem como detalhar os ensaios de permeabilidade hidráulica saturada nos diversos tipos de solos;
- O atual estudo ambiental não definiu um traçado para a rede coletora, bem como o levantamento de aspectos bióticos e físicos de tal traçado, pois ainda não há projeto de urbanismo para todo a região habitacional, mas somente propostas em traçado preliminar para a determinação dos distintos tipos de usos do solo futuro (área verde, praças, sistema viário, etc.);
- A definição dos prováveis pontos de lançamentos nos cursos d'água deverão ser avaliados após um levantamento topográfico cadastral na região, em virtude da presença de edificações e, principalmente, de moradias.

ANEXO

Mapa das sub-bacias de drenagem da área de estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNGE, J. A. e HOLLY Jr, F. M. (1980). Practical Aspects of Computational River Hydraulics. Pitman Publishing Limited. Great Britain.

Silva, G. B. L. (2006). Avaliação Experimental sobre a Eficiência de Superfícies Permeáveis com Vistas ao Controle do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade de Brasília. Distrito Federal.

SILVEIRA, A. L. 2005. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 10 n. 1.

Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L. e Barros, M. T. 1995. Drenagem Urbana. ABRH/Editora da Universidade/UFRGS. Porto Alegre.