



Adequação dos Reservatórios de Quantidade e Qualidade do Aterro Sanitário
de Brasília – ASB

Relatório de Projeto

Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal

Brasília, outubro de 2022

SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	3
2. ÁREA DO EMPREENDIMENTO	3
3. VAZÃO DE PROJETO	4
4. CONFIGURAÇÃO GERAL DO SISTEMA.....	6
4.1. Disposição dos componentes do sistema.....	6
4.2. Ações operacionais de emergência.....	7
5. RESERVATÓRIOS DE QUANTIDADE E QUALIDADE	10
5.1. Dimensionamento dos reservatórios de qualidade	10
5.2. Dimensionamento dos reservatórios de quantidade	12
5.3. Verificação hidrológica e hidráulica dos RQQs	13
6. REFERÊNCIAS	19

1. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo complementar o Relatório de Projeto (80645224), em atendimento à Manifestação de Pendências 167 (81610771) e à Nota Técnica 22 (91821586), do Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), para recebimento da autorização ambiental necessária para execução das obras dos Reservatórios de Quantidade e Qualidade (RQQs) localizados no Aterro Sanitário de Brasília – ASB.

A execução dos reservatórios busca atender à condicionante 31.5 da Licença de Operação – Retificação SEI-GDF nº 18/2019 IBRAM/PRESI (24607163) do Aterro Sanitário de Brasília:

31.5 Promover, **no prazo de 90 dias**, direcionamento de todas as águas incidentes sobre o maciço do aterro para reservatório (s) de qualidade com fundo impermeabilizado, dimensionado conforme a equação estabelecida pela Resolução ADASA nº 09/2011, utilizando como área de contribuição a projeção vertical do aterro. Fica facultada a possibilidade de fracionar a contribuição em mais de uma bacia de qualidade, sendo que o somatório das bacias em qualquer proposição deve ser, no mínimo, o valor estabelecido para bacia de qualidade pela ADASA, e que as dimensões de cada bacia seja proporcional às respectivas áreas de contribuição fracionadas. Após esse(s) reservatório(s), deve ser implantada válvula de manobra que possibilite 2 derivações: ou seguir para o sistema de drenagem pluvial já implantado (caso não haja extravasamento de lixiviado detectado na inspeção diária do evento chuvoso), ou seguir para amortecimento em um reservatório de quantidade, equação definida pela Resolução ADASA nº 09/2011, com fundo impermeabilizado (caso haja extravasamento de lixiviado detectado na inspeção de cada evento chuvoso). O efluente da bacia de detenção deve ser direcionado para tratamento como chorume.

Tem-se a seguir croqui exemplificativo:



2. ÁREA DO EMPREENDIMENTO

A área objeto de estudo refere-se ao Aterro Sanitário de Brasília (ASB), localizado na Região Administrativa de Samambaia, no Distrito Federal. O ASB conta com dois RQQs já implantados, mas seus volumes são insuficientes para atender à Resolução Nº 9 da ADASA. Por essa razão, o presente estudo apresenta o dimensionamento de mais duas unidades

projetadas para complementar os volumes dos reservatórios existentes. Ressalta-se que já foram iniciadas as obras de instalação dos reservatórios projetados e os locais de implantação já foram escavados.

Para fins de dimensionamento do sistema de drenagem, a área de estudo foi dividida em duas áreas de contribuição, conforme Figura 1 e desenho ASB-DRE-01/04.

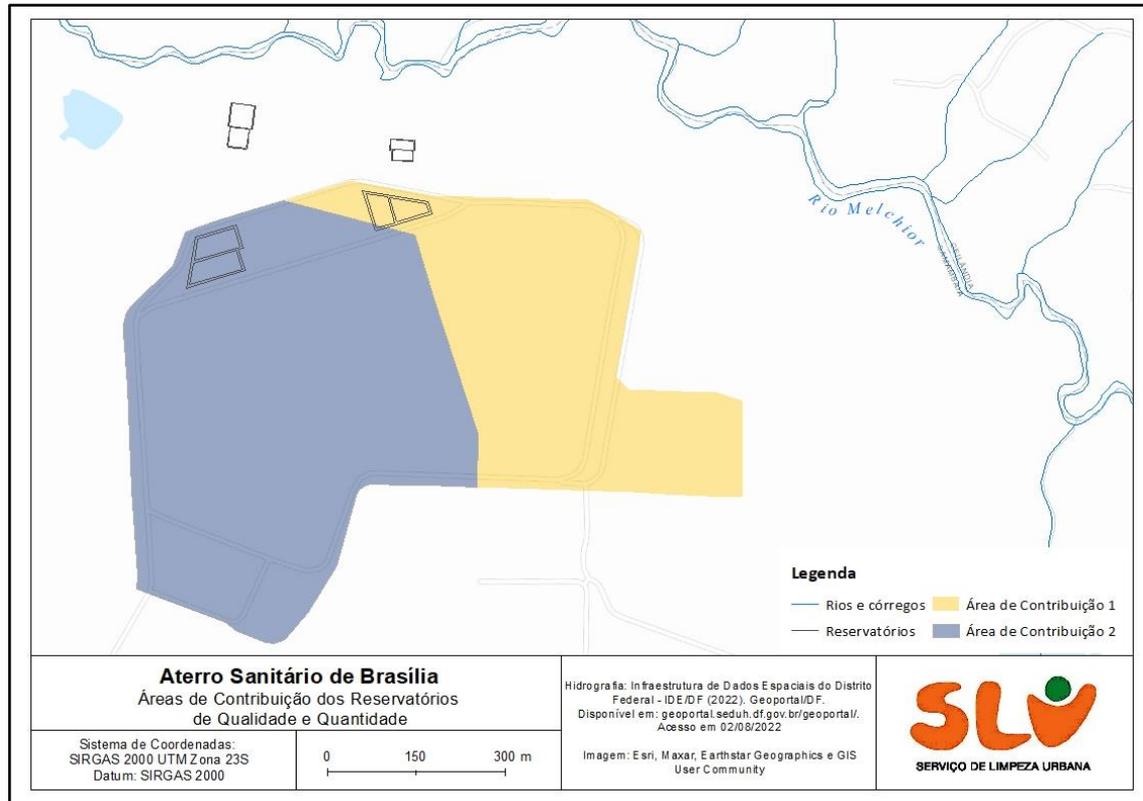


Figura 1 – Reservatórios de qualidade e quantidade e suas respectivas áreas de contribuição.

3. VAZÃO DE PROJETO

Para dimensionamento das estruturas de drenagem superficial, a vazão de projeto foi calculada para cada uma das áreas de contribuição a partir do Método Racional (Tucci, 2000; ADASA, 2018):

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

- Q = vazão (m³/s);
- C = coeficiente de deflúvio (adimensional), baseado nas características da bacia;
- i = intensidade da chuva (mm/h), com duração igual ao tempo de concentração da bacia;
- A = área de contribuição da bacia (ha).

A precipitação de projeto foi determinada a partir da curva Intensidade-Duração-Frequência (IDF) de Brasília (GDF, 2009):

$$I = \frac{1574,7 \cdot T^{0,207}}{(td + 11)^{0,884}} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

T = tempo de retorno em anos;
 td = duração da chuva em minutos;
 I = intensidade (mm/h).

As intensidades de precipitação geradas a partir da Equação 2 estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Intensidade das chuvas, em milímetros por hora, a partir da IDF.

INTENSIDADE DA CHUVA - I (mm/h)							
DURAÇÃO (min)	PERÍODO DE RETORNO - T (ANOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
5	156,7	189,4	218,7	264,3	305,1	352,2	491,4
10	123,2	149,0	171,9	207,8	239,9	276,9	386,4
15	102,0	123,3	142,4	172,1	198,6	229,3	319,9
20	87,3	105,6	121,9	147,3	170,0	196,3	273,9
30	68,2	82,4	95,2	115,0	132,8	153,3	213,9
60	42,0	50,7	58,6	70,8	81,7	94,3	131,6
120	24,4	29,5	34,1	41,2	47,6	54,9	76,6
180	17,5	21,2	24,4	29,5	34,1	39,3	54,9
360	9,7	11,8	13,6	16,4	18,9	21,9	30,5
1440	2,9	3,5	4,1	4,9	5,7	6,6	9,1

Para determinação do coeficiente de deflúvio e do tempo de concentração, foram mantidas as mesmas premissas do dimensionamento das estruturas de drenagem do projeto do ASB, cujos valores adotados foram de 0,40 para o coeficiente de deflúvio, e 10 minutos, para o tempo de concentração. Para esse tempo de concentração e período de retorno de 10 anos, a intensidade pluviométrica utilizada no dimensionamento foi de 171,9 mm/h (Tabela 1).

A aplicação da Equação 1 resultou nas seguintes vazões de projeto para as áreas de contribuição 1 e 2, as quais foram utilizadas para dimensionamento das estruturas de drenagem superficial:

Tabela 2 – Vazões de projeto para as áreas de contribuição do ASB.

Área de contribuição	Área total (ha)	TC (min)	C Pond.	I (mm/h)	Q (m³/s)
1	19,57	10,0	0,40	171,93	3,74
2	31,78	10,0	0,40	171,93	6,08

Para reduzir processos erosivos nos reservatórios de qualidade, decorrentes da elevada velocidade das vazões que chegam do sistema de drenagem, foi proposta a implantação de degraus, que são estruturas hidráulicas capazes de efetuar a dissipação de energia. Considerando a vazão de projeto para os dispositivos de drenagem (Tabela 2), determinou-se que a largura dos canais, a partir da saída do tubo deverá ser de 2,4m e os degraus de dimensões 0,5m de altura e 0,75m de comprimento, para ambos os reservatórios, conforme detalhamento do desenho ASB-DRE-04/04.

4. CONFIGURAÇÃO GERAL DO SISTEMA

4.1. Disposição dos componentes do sistema

Os reservatórios de qualidade e quantidade foram projetados para atender à Resolução N° 9 da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA, de 08/04/2011, com o objetivo de retenção e detenção. O artigo 6º, parágrafo 1º da Resolução estabelece que:

§1º Para a manutenção da qualidade e quantidade da água do corpo hídrico receptor deverão ser utilizados, preferencialmente, reservatório de qualidade (Art. 7º) e reservatório de quantidade (Art. 8º), **dispostos em série, nesta respectiva ordem** (*grifo nosso*).

Todavia, a condicionante 31.5 da Licença de Operação (24607163) indica que o reservatório de quantidade seria utilizado somente em caso de vazamento de chorume e, para tanto, teria revestimento impermeabilizado. Já para a situação de funcionamento normal, as vazões seriam encaminhadas diretamente para o sistema de drenagem existente.

Desse modo, com vistas a atender tanto à resolução ADASA quanto às condicionantes da Licença de Operação, foi proposta uma adaptação à configuração indicada na condicionante da licença ambiental (Figura 2), de modo a garantir que não haja vazamento de chorume para o corpo hídrico receptor, conforme previsão da condicionante da licença ambiental.

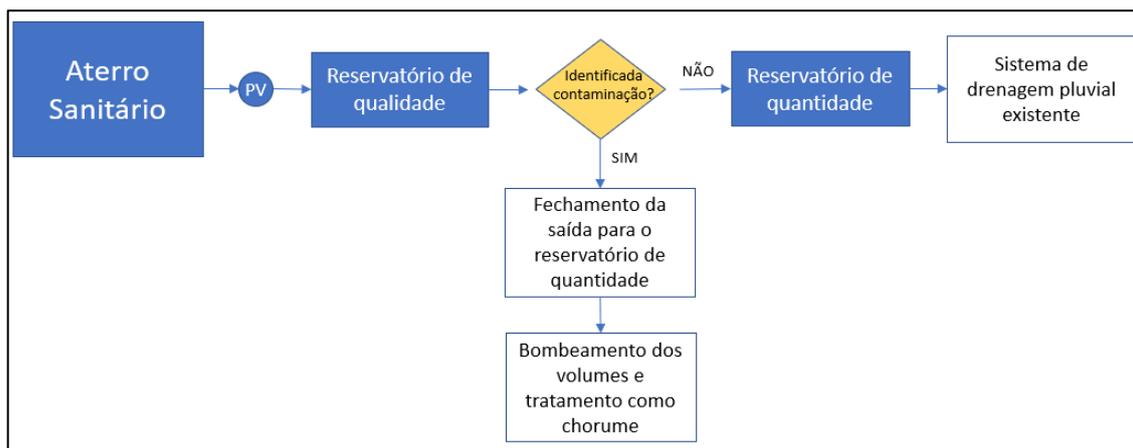


Figura 2 – Configuração do sistema de detenção de águas pluviais.

Com a configuração proposta na Figura 2, também foram adaptados o revestimento dos reservatórios em relação ao solicitado na condicionante 31.5. Desse modo, os reservatórios de qualidade serão impermeabilizados com manta de polietileno, tanto para retenção de sedimentos oriundos dos volumes escoados quanto para o armazenamento de chorume em caso de vazamento, e os de quantidade, que receberão os efluentes somente quando não ocorrer vazamento de chorume no sistema, receberão revestimento gramado, permitindo o início da infiltração de parte dos volumes escoados.

A configuração geral do sistema pode ser observada no desenho ASB-DRE-02/04.

4.2. Ações operacionais de emergência

O Plano de Emergência e Contingência do ASB possui, em seu item 4.9 EXTRAVASAMENTO DE PERCOLADOS, as ações a serem adotadas em caso de ocorrência de vazamento de percolados através dos taludes em uma magnitude que alcance o sistema de drenagem de águas pluviais, para evitar a poluição e contaminação do corpo hídrico receptor. São elas:

Os reservatórios implantados para o monitoramento das águas pluviais (isto é, os reservatórios de qualidade) serão utilizados para acumular o percolado vazado, evitando que ele atinja o corpo hídrico superficial, caso o mesmo não possa ser retido nos poços de visita a montante do referido reservatório.

Para tal, o dispositivo de distribuição de vazão instalado no sistema de drenagem de águas pluviais será acionado para desviar percolado vazado para o reservatório de qualidade, enquanto as intervenções são realizadas no maciço para estancar o vazamento.

Controlado o vazamento nos taludes do maciço ou quando o nível máximo no reservatório de qualidade for alcançado, o percolato armazenado será preferencialmente transportado, por meio do caminhão limpa fossa, caminhões pipa ou bomba estacionária, para o sistema de tratamento de percolados. Não havendo esta possibilidade, o mesmo deverá ser transportado para a área operacional do aterro (ou seja, recirculado), desde que haja aprovação pelo responsável pelo acompanhamento geotécnico do ASB.

A inspeção dos reservatórios de qualidade se dará no âmbito das inspeções diárias realizadas no aterro tanto pelos funcionários da empresa contratada para implantação, operação e manutenção, quanto pelos fiscais do SLU.

Caso seja percebida alteração de coloração e odor no líquido drenado ao reservatório de qualidade que indique possível contaminação da água pluvial por chorume, será realizada inspeção nos poços de visita do sistema de drenagem superficial e nos taludes e bermas do maciço de resíduos, com o intuito de localizar o ponto de vazamento de lixiviado.

Ao mesmo tempo será interrompida a comunicação do reservatório de qualidade com o de quantidade, que ocorre por meio de descarga de fundo composta por tubos de ferro fundido. Os tubos podem ser fechados por meio de um registro, que interromperá o fluxo caso seja identificada contaminação do escoamento pluvial.

Em paralelo, será dado início ao bombeamento do efluente contido no reservatório de qualidade, por meio de bombas e caminhões-fossa, para as lagoas de armazenamento de lixiviados do sistema de tratamento de chorume do ASB. No ponto identificado como origem do problema, será feita a contenção do vazamento e levantada sua causa para determinação dos procedimentos de correção.

Para o bombeamento do efluente acumulado no reservatório de qualidade, será utilizado o conjunto bomba/mangote, conforme especificações apresentadas na Tabela 3. Além desse conjunto, o bombeamento será complementado por dois caminhões fossa de capacidade aproximada de 15 mil litros e vazão de 60.000 L/h.

Tabela 3 – Especificações do conjunto bomba/mangote.

Bomba: modelo Branco 10.0	
Tipo	horizontal, monocilíndrico, diesel, refrigerado a ar
Potência Máxima (cv)	10
Potência Contínua (cv)	9
Rotação Máxima (rpm)	3600
Torque máximo (kgfm/rpm)	2,70/2000

Cilindrada (cm³)	406
Taxa de compressão	19:01
DiâmetroxCurso (mm)	86x70
Sistema de Combustão	injeção direta
Consumo Médio (L/h)	2,15
Sistema de Lubrificação	lubrificação forçada por bomba de óleo
Peso (PM/PE) (kg)	46/51
Vazão (L/h)	30.000
Mangote de Sucção	3 polegadas e comprimento de 300 metros

Após a contenção e o esgotamento do líquido presente no reservatório, será realizada a sua limpeza, com a retirada dos sedimentos depositados no fundo. Essa limpeza será realizada preferencialmente de forma mecanizada, sendo indicado o uso de maquinário de pequeno porte, como minicarregadeiras. Os sedimentos retirados serão levados ao maciço de resíduos para aterramento. A depender da quantidade e da umidade desse material, poderá ser escavada vala específica para essa deposição de forma a não interferir negativamente na operação de aterramento de resíduos.

O tempo necessário para lavagem e esvaziamento dos reservatórios, considerando o armazenamento máximo e vazão de bombeamento de 90.000 L/h, será de 2 dias e 18 horas, para o reservatório de qualidade 1, e 3 dias e 18 horas para o reservatório de qualidade 2, conforme detalhado na Tabela 4.

Tabela 4 – Tempo para esvaziamento e limpeza dos reservatórios de qualidade.

Reservatório	Qualidade 1	Qualidade 2
Volume (m³)	2.743,12	4.917,25
Volume (l)	2.743.120,0	4.917.250,0
Q Mangote+Caminhão (L/h)	90000,0	90000,0
Tempo para esvaziamento (h)	30,48	54,64
Tempo para lavagem (h)	36,00	36,00
Tempo para lavagem e esvaziamento (dias)	2,77	3,78

Poderá ser utilizado jato de água após retirada do sedimento para lavagem da geomembrana do reservatório, sendo essa água também bombeada para tratamento.

Em casos de impossibilidade de armazenamento para tratamento do líquido contaminado, poderá ser realizada sua recirculação na área operacional do aterro, desde que haja aprovação pelo responsável pelo acompanhamento geotécnico do ASB e devida autorização do órgão ambiental.

Após conclusão da limpeza do reservatório e verificação da efetividade das medidas tomadas para correção no ponto de vazamento de chorume, o fluxo será liberado novamente para operação normal do RQQ. Caso a correção do vazamento seja concluída antes da conclusão da limpeza, será aberta a passagem do *by-pass* imediatamente à montante do reservatório de qualidade, conduzindo o fluxo diretamente ao reservatório de quantidade existente.

Os detalhes do sistema *by-pass* podem ser observados no desenho ASB-DRE-04/04 e sua localização em planta no desenho ASB-DRE-02/04.

5. RESERVATÓRIOS DE QUANTIDADE E QUALIDADE

5.1. Dimensionamento dos reservatórios de qualidade

Conforme artigo 7º da Resolução ADASA Nº 9/2011, os reservatórios de qualidade deverão ser dimensionados de acordo com a Equação 3:

$$V_{qa} = (33,8 + 1,80 \cdot A_i) \cdot A_c \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

V_{qa} = o volume em m³ (metro cúbico);

A_i = o percentual de área impermeável do terreno; e

A_c = a área de contribuição do empreendimento em hectare.

Para cálculo da área impermeável foram consideradas as edificações e as vias contidas na área de contribuição, além da área do maciço. No entanto, como parte dos volumes precipitados que incidem sobre o maciço sofre infiltração e contribui para a produção de lixiviado, somente uma parcela do maciço foi incluída como área impermeável.

Para determinação dessa parcela, utilizou-se como referência o método suíço para determinação da vazão de lixiviado, que considera um coeficiente k relacionado a uma taxa de infiltração no maciço. Considerando que a parcela remanescente dos volumes contribui para o escoamento superficial, o presente estudo considerou o valor de $1-k$ para determinar a área do maciço a ser considerada como área impermeável.

Tendo em vista os valores encontrados na literatura (Rocca, 1981; Orth, 1981) e buscando uma abordagem conservadora para o cálculo dos volumes dos reservatórios de qualidade, foi utilizado o valor de k de 0,15.

Desse modo, foram determinadas a área de contribuição e a área impermeável de cada bacia, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Porcentagem de área impermeável das áreas de contribuição 1 e 2.

		ÁREA 1	ÁREA 2
Área de contribuição total	Ac(m ²)	195.734,47	317.783,53
	Ac(ha)	19,57	31,78
Área do maciço	A maciço (m ²)	108.814,98	206.952,85
Área impermeável	Ac'(m ²)	115.859,31	214.145,78
Porcentagem de área impermeável	Ai (%)	59,19	67,39

A resolução estabelece ainda a vazão máxima de saída do reservatório de qualidade para o reservatório de quantidade, definida pela Equação 4.

$$Q = V_{qa}/86,4 \quad \text{Equação 4}$$

A vazão definida por essa equação tem como objetivo manter os volumes escoados por um período de pelo menos 24 horas no reservatório de qualidade, de modo a garantir a retenção da poluição difusa proveniente de área impermeabilizada.

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para o volume dos reservatórios de qualidade das áreas 1 e 2, bem como a vazão de transferência para o reservatório de quantidade.

Tabela 6 – Volume total dos reservatórios de qualidade e vazão de transferência.

		ÁREA 1	ÁREA 2
Volume do reservatório de qualidade	V _{qa} (m ³)	2.747,05	4.928,73
Vazão de saída	Q(l/s)	31,79	57,05
	Q(m ³ /s)	0,032	0,057

Para atendimento da vazão de saída, foi prevista uma descarga de fundo a uma altura de 0,15m do fundo do reservatório, de modo a garantir o depósito de sedimentos no reservatório de qualidade. Para o reservatório de qualidade 1, a descarga é composta por uma tubulação de ferro fundido de 0,1m de diâmetro. Para o reservatório de qualidade 2, cuja vazão de saída é maior, a descarga ocorre por meio de dois tubos de 0,1m cada, atuando em paralelo.

Além dos extravasores de fundo, foi previsto um extravasor de superfície, para vertimento de emergência na ocorrência de um evento de precipitação com o reservatório de qualidade em ocupação máxima. O extravasor possui emboque retangular e foi prevista a implantação de gradeamento para retenção de material sobrenadante.

Os croquis dos reservatórios de qualidade projetados podem ser visualizados no desenho ASB-DRE-02/04.

Os detalhes dos sistemas extravasores, de fundo e de superfície, estão no desenho ASB-DRE-04/04.

5.2. Dimensionamento dos reservatórios de quantidade

Em relação ao reservatório de quantidade, o Artigo 8º aponta que o lançamento no corpo hídrico não pode ultrapassar a vazão máxima específica de 24,4 L/(s.ha). Para áreas de contribuição inferior a 200ha, o volume do reservatório é definido por:

$$V = (4,705A_i).A_c \quad \text{Equação 5}$$

Em que:

V = volume, dado em m³ (metro cúbico);

A_i = percentual de área impermeável do terreno; e

A_c = área de contribuição do empreendimento em hectare.

A Tabela 7 apresenta os volumes totais necessários para os reservatórios de quantidade, determinados pela Equação 5.

Tabela 7 – Volume total dos reservatórios de quantidade.

		ÁREA 1	ÁREA 2
Volume total necessário do reservatório de quantidade	V (m³)	5.451,18	10.075,56

O dimensionamento apresentado refere-se ao volume total necessário para que os volumes escoados pelas áreas de contribuição estejam dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Nº 9/2011. Para o presente projeto, os reservatórios existentes permanecerão em funcionamento a jusante dos novos reservatórios, atuando como volume complementar ao volume projetado.

A Tabela 8 apresenta o volume dimensionado para os novos reservatórios de quantidade, considerando os reservatórios RQQs existentes.

Tabela 8 – Volume existente e projetado dos reservatórios de quantidade.

		ÁREA 1	ÁREA 2	
Reservatórios de Quantidade	Volume do reservatório existente	V (m ³)	2.493,46	5.833,79
	Volume do reservatório projetado	V (m ³)	2.957,72	4.241,77

A vazão de saída dos reservatórios de quantidade projetados será realizada por uma tubulação de fundo de 0,4m de diâmetro para os reservatórios de quantidade 1 e 2. Há também uma descarga de fundo a partir de uma caixa vertedora, de 2m de altura, para situações de emergência, sendo o diâmetro da tubulação de 1,2m para reservatório de quantidade 1 e 1,5m para o reservatório de quantidade 2. Essas vazões serão encaminhadas para os reservatórios existentes a jusante dos reservatórios projetados.

O controle da vazão de lançamento no corpo receptor ocorrerá pela saída dos reservatórios existentes, que é constituída por uma tubulação de diâmetro de 0,40m em cada um. Considerando a altura do nível d'água máximo em cada um dos reservatórios, essa tubulação extravasa uma vazão de saída inferior à vazão máxima de lançamento permitida de 24,4L/(s.ha), conforme Tabela 9, e, portanto, atende às determinações da Resolução nº 09/2011.

Tabela 9 – Vazão de saída dos reservatórios existentes.

Reservatórios	Vazão máxima de lançamento permitida (l/s)	Vazão máxima de saída (l/s)
1	457,5	399,88
2	764,45	483,43

Os taludes internos dos reservatórios de quantidade projetados receberão revestimento gramado.

Os croquis em corte dos reservatórios de quantidade projetados correspondem ao desenho ASB-DRE-03/04. Os detalhes dos sistemas extravasores, de fundo e de superfície, estão no desenho ASB-DRE-04/04.

5.3. Verificação hidrológica e hidráulica dos RQQs

A verificação do funcionamento dos reservatórios de qualidade e quantidade foi realizada por meio do sistema de modelagem hidrológica HEC-HMS 4.9, software de acesso livre. A análise permite obter as vazões resultantes das áreas de contribuição a partir do pluviograma do evento de precipitação considerado, bem como analisar o trânsito dos volumes em um reservatório.

Para determinação da chuva efetiva, ou seja, a parcela da precipitação que se transformará em escoamento superficial, foi utilizada a metodologia do SCS (*Soil Conservation Service*)

cujo parâmetro é o valor do *curve number* (CN) da área permeável, conforme relação apresentada na Tabela 10 e Figura 3.

Tabela 10 – Valores de CN utilizados para modelagem hidrológica.

Área de Contribuição 1	CN	Area (ha)	Area (%)	CN ponderado
Vegetação (taludes e canteiros)	70	11,66	60%	75,9
Solo compactado (bermas e topo)	90	4,32	22%	
Solo exposto (estocagem de solo e demais áreas)	87	0,78	4%	
Area impermeável (Vias)	-	2,34	12%	
Reservatórios	-	0,47	2%	
Área total		19,57	100%	
Área de Contribuição 2	CN	Area (ha)	Area (%)	CN ponderado
Vegetação (taludes e canteiros)	70	14,75	46%	78,7
Solo compactado (bermas e topo)	90	8,33	26%	
Solo exposto (estocagem de solo e demais áreas)	87	4,19	13%	
Area impermeável (Vias e edificações)	-	3,82	12%	
Reservatórios	-	0,69	2%	
Área total		31,78	100%	

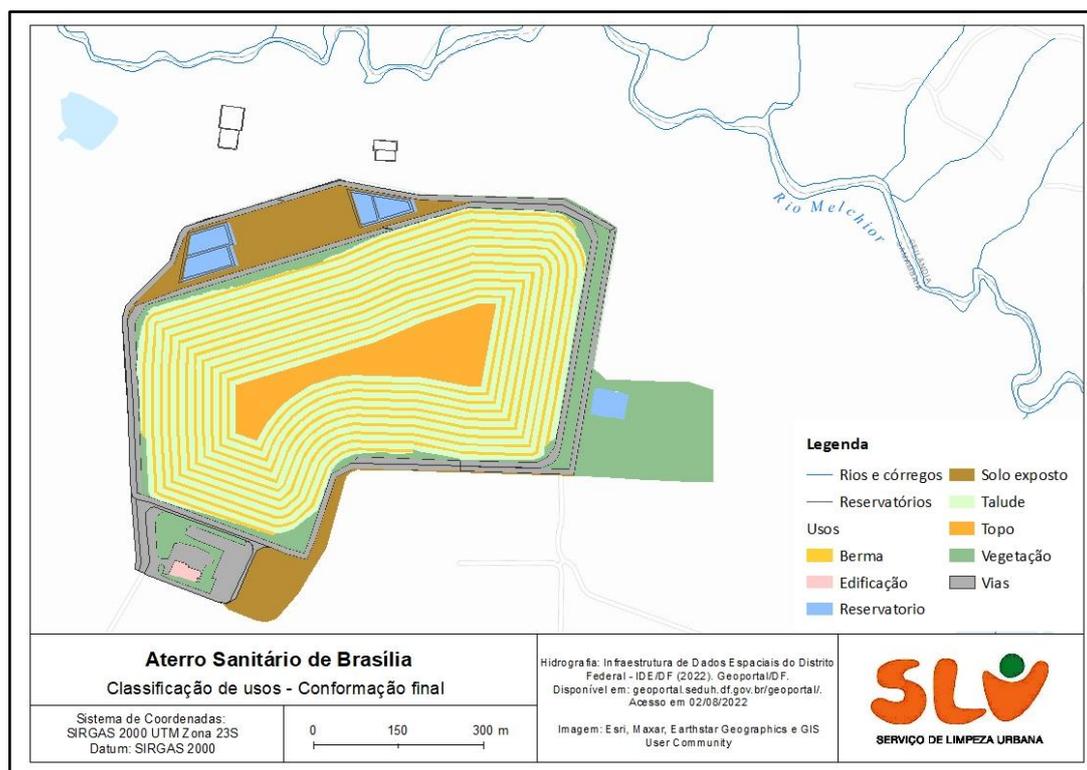


Figura 3 – Classes de uso do solo presentes nas bacias de contribuição.

Ressalta-se que as áreas impermeáveis não foram incluídas no cálculo do CN pois o software utiliza um campo específico para sua modelagem, assim como a área dos reservatórios, que foi desconsiderada como área de geração de escoamento superficial.

Para as análises hidrológicas e hidráulicas foi considerado o cenário de operação em funcionamento regular, com a descarga de fundo entre os reservatórios de qualidade e quantidade aberta. As simulações foram realizadas considerando a precipitação de projeto, de 10 anos de período de recorrência e 10 minutos de duração, em atendimento à Nota Técnica 22 (91821586).

A Figura 4 apresenta o amortecimento dos volumes oriundos do evento de projeto, de 10 anos de período de recorrência e 10 minutos de duração, nos reservatórios de qualidade 1 (esquerda) e 2 (direita) para a condição de descarga de fundo em funcionamento.

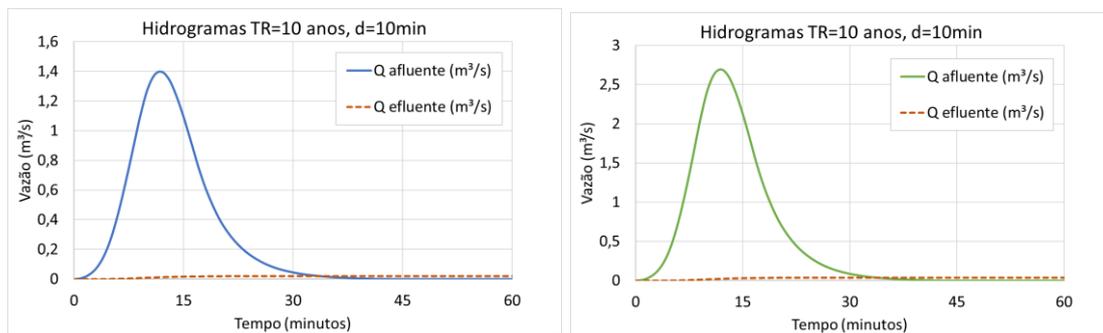


Figura 4 – Vazões afluentes e efluentes para o reservatório de qualidade 1 (esquerda) e 2 (direita).

As baixas vazões efluentes indicam o atendimento à vazão máxima de transferência entre os reservatórios de qualidade e quantidade, conforme artigo 7º da Resolução ADASA Nº 9/2011 e dimensionadas de acordo com a Tabela 6. Essa vazão garante ainda o armazenamento dos volumes pelo período de pelo menos 24 horas no reservatório de qualidade, que pode ser verificado a partir da Figura 5, visto que mesmo após esse período ainda há volume remanescente nos reservatórios.

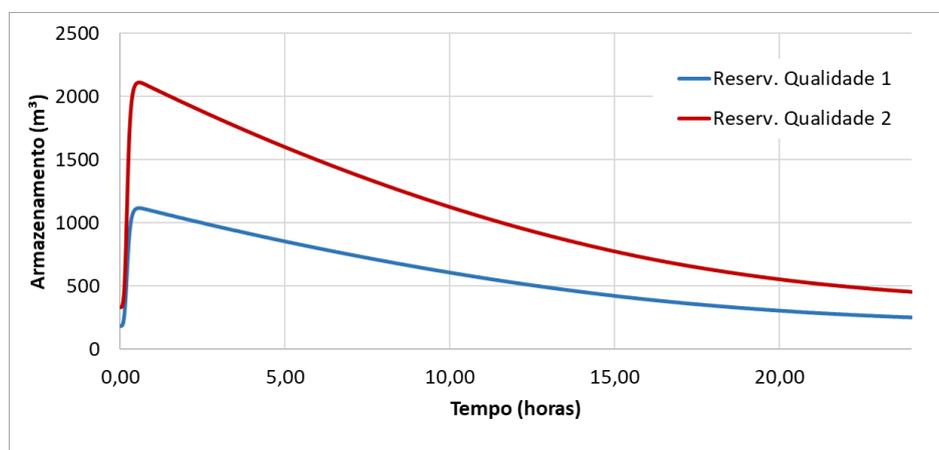


Figura 5 – Armazenamento dos reservatórios de qualidade 1 e 2 ao longo do tempo.

Ressalta-se que esse evento não gera volumes suficientes para enchimento completo do reservatório e que não há transbordamento para os reservatórios de quantidade por meio dos vertedores de emergência.

Adicionalmente, a fim de observar o abatimento dos volumes oriundos da área de contribuição, foram realizadas simulações para eventos de precipitação de maior duração: 30 minutos, 1 hora, 6 horas, 12 horas e 24 horas.

Cumprе ressaltar que o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal (ADASA, 2018) considera suficiente o volume de amortecimento calculado por equações lineares para bacias de até 200 hectares. Para bacias mais complexas, é recomendada a análise para eventos de período de retorno de 10 anos de tempo de retorno e 24 horas de duração de chuva de projeto, os quais também serão considerados no presente relatório.

O amortecimento dos volumes oriundos dos eventos de precipitação de diversas durações, para o reservatório de qualidade 1, é apresentado na Figura 6 e Tabela 11, que apresenta os resultados de cada simulação e o tempo necessário para enchimento máximo do reservatório.

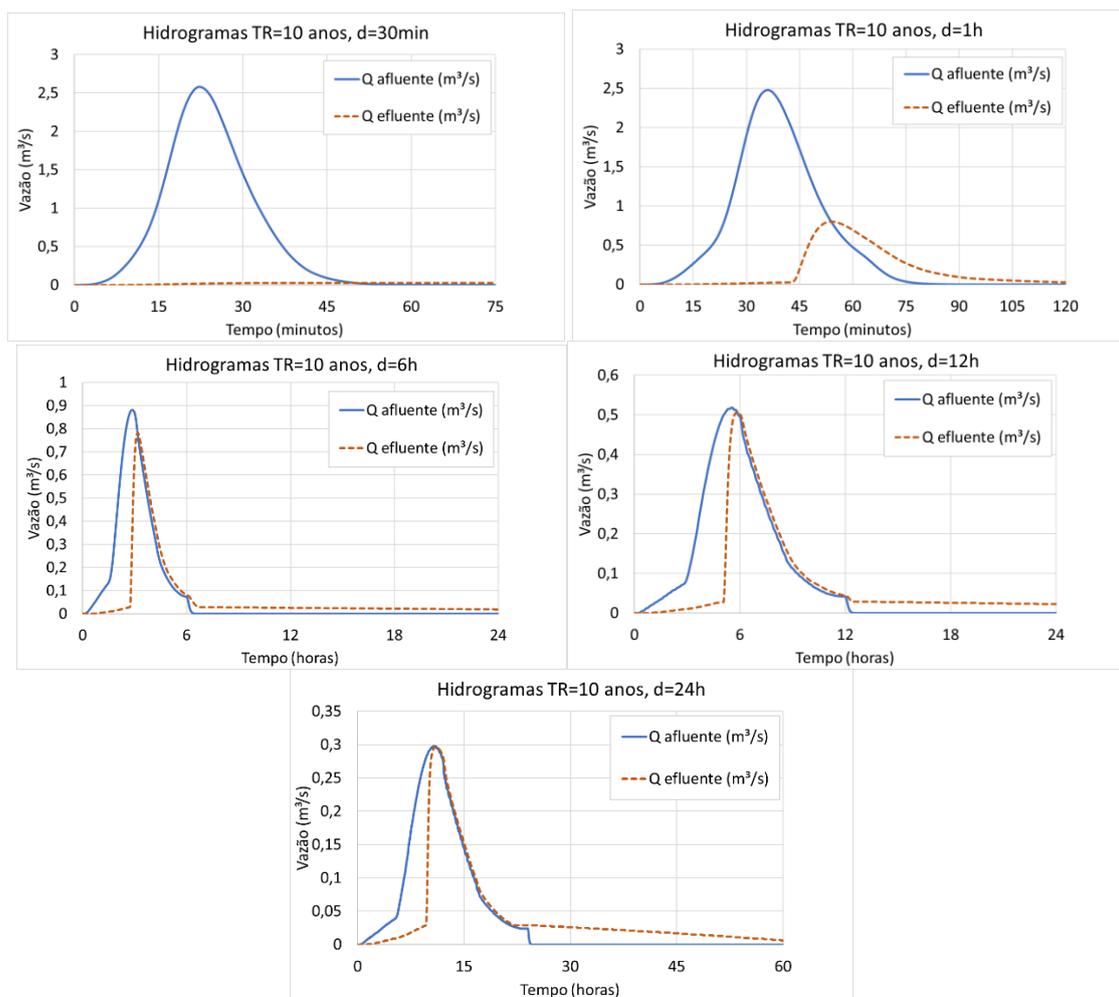


Figura 6 – Vazões afluentes e efluentes ao longo do tempo para o reservatório de qualidade 1 para eventos de precipitação de diversas durações.

Tabela 11 – Resumo dos resultados das simulações – Reservatório de Qualidade 1.

Duração do evento	Vazão efluente máxima (m ³ /s)	Armazenamento máximo (m ³)	Elevação máxima (m)	Tempo
10min	0,018	1115	982,39	32 min
30min	0,029	2762	983,50	49 min
1h	0,799	3284	983,80	54 min
6h	0,784	3277	983,80	3 horas e 10 min
12h	0,507	3142	983,72	5 horas e 50 min
24h	0,297	3023	983,65	11 horas

Para o reservatório de qualidade 2, o amortecimento dos volumes oriundos dos eventos de precipitação de diversas durações é apresentado na Figura 7, assim como na Tabela 12, que apresenta os resultados de cada simulação e o tempo necessário para enchimento máximo do reservatório.

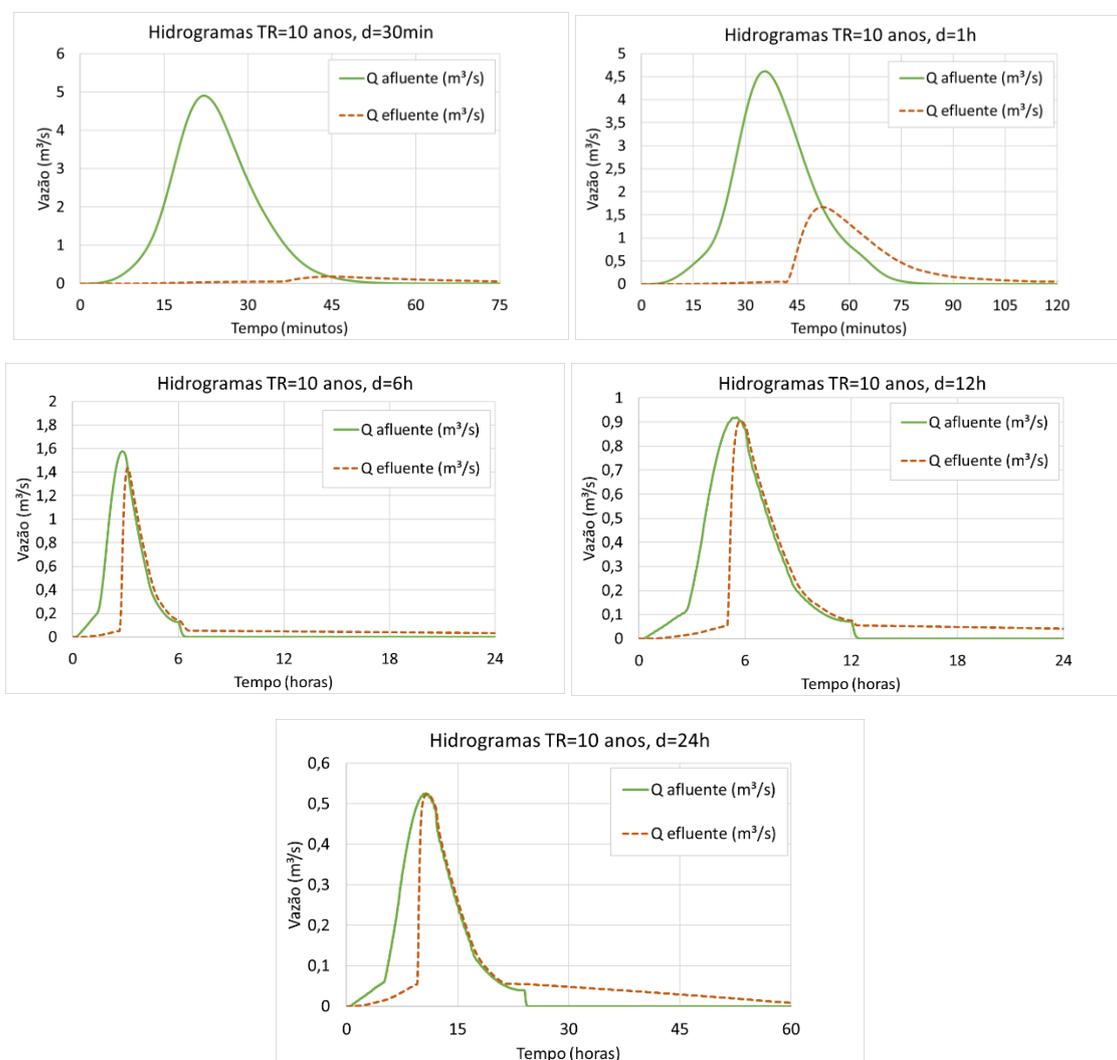


Figura 7 – Vazões afluentes e efluentes ao longo do tempo para o reservatório de qualidade 2 para eventos de precipitação de diversas durações.

Tabela 12 – Resumo dos resultados das simulações – Reservatório de Qualidade 2.

Duração do evento	Vazão efluente máxima (m³/s)	Armazenamento máximo (m³)	Elevação máxima (m)	Tempo
10min	0,035	2112	979,42	34 min
30min	0,185	5098	980,56	44 min
1h	1,671	5881	980,83	52 min
6h	1,432	5786	980,80	3 horas e 5 min
12h	0,904	5548	980,71	5 horas e 45 min
24h	0,524	5342	980,64	10 horas e 45 min

Ressalta-se que, no caso do reservatório de qualidade 1, ocorre o extravasamento dos volumes por meio do vertedor de emergência para eventos de duração superior a 1 hora (Figura 6), que pode ser percebido pelas vazões efluentes superiores à vazão de transferência. No caso do reservatório de qualidade 2, esse extravasamento ocorre para eventos com duração superior a 30 minutos.

De todo modo, somente os volumes armazenados na parcela superior dos reservatórios são vertidos pelo extravasador de emergência, o qual será dotado de gradeamento para contenção de resíduos grosseiros. Nota-se ainda que a deposição de sedimentos oriunda do escoamento superficial é garantida por meio da tubulação de fundo, que permite o armazenamento dos volumes escoados por pelo menos 24 horas.

Nota-se, portanto, que o volume dos reservatórios de qualidade 1 e 2 foram capazes de atender satisfatoriamente aos eventos de precipitação simulados.

6. REFERÊNCIAS

Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal, 2018.

Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) RESOLUÇÃO Nº. 09, DE 08 DE ABRIL DE 2011.

DISTRITO FEDERAL. Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal: Manual Técnico 2 e 3. Brasília: Concremat Engenharia; Secretaria de Estado de Obras do GDF, 2009.

ORTH, M.H. de A. Aterros sanitários. Revista de Limpeza Pública, v. 8, n. 20, 1981, p. 26–34.

ROCCA, A.C.C. Drenagem sub-superficial em aterros sanitários. Revista de Limpeza Pública, v. 8, n. 19, 1981, p. 16–27.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 2000, 943p.