

CADERNO TÉCNICO

Projetos de Engenharia

Empreendimento Exemplo Ltda.

Área de estudo (exemplo) — Campo Grande/MS

Eng. Exemplo da Silva · CREA-MS 000000 · 000.000.000-00

Campo Grande/MS, agosto de 2026

Sumário

Ficha técnica	4
Introdução	5
Água	6
1. Barraginhas / Bacias de Infiltração	6
2. Drenagem Pluvial	9
3. Reservatórios de água	11
4. Água de chuva	13
Efluentes e Resíduos	17
5. Biodigestor	17
6. Compostagem	19
7. Tratamento de efluentes	21
Custos	24
8. Orçamento (SINAPI)	24
Solo e Terra	26
9. PRAD — Recuperação de Áreas Degradadas	26
10. Terraceamento (Lombardi Neto)	27
11. Movimentação de terra	29
Energia	31
12. Energia solar	31
Referências e fontes	34
Anexo técnico — fichas de dados e síntese	37
Barraginhas / Bacias de Infiltração	37
Drenagem Pluvial	37
Reservatórios de água	38
Água de chuva	38
Biodigestor	39
Compostagem	40
Tratamento de efluentes	40
Orçamento (SINAPI)	41
PRAD — Recuperação de Áreas Degradadas	41
Terraceamento (Lombardi Neto)	41

Movimentação de terra	42
Energia solar	42
Síntese dos resultados	43

lançã — versão de avaliação

Ficha técnica

Empreendimento	Empreendimento Exemplo Ltda.
Município/UF	Campo Grande/MS
Responsável técnico	Eng. Exemplo da Silva · CREA-MS 000000 · 000.000.000-00
Capítulos	12
Gerado em	23/08/2026 10:28
Software	lansã · Análises Ambientais

lansã — versão de avaliação

Introdução

Este caderno apresenta os dimensionamentos de engenharia processados nesta análise, cada um com memorial de cálculo e referências técnicas próprias.

Os resultados constituem triagem técnica preliminar gerada por software: o responsável técnico confere premissas, coeficientes e resultados antes de assinar e protocolar. Confira as edições vigentes das normas aplicáveis.

Objeto da análise — Empreendimento: Empreendimento Exemplo Ltda.; Município/UF: Campo Grande/MS.

Reúne 12 capítulos desta análise — cada um com seu memorial de cálculo, figuras e citação de método/norma próprios:

1. Barraginhas / Bacias de Infiltração
2. Drenagem Pluvial
3. Reservatórios de água
4. Água de chuva
5. Biodigestor
6. Compostagem
7. Tratamento de efluentes
8. Orçamento (SINAPI)
9. PRAD — Recuperação de Áreas Degradadas
10. Terraceamento (Lombardi Neto)
11. Movimentação de terra
12. Energia solar

Água

ENGENHARIA — BARRAGINHAS

1. Barraginhas / Bacias de Infiltração

Este capítulo apresenta o dimensionamento de barraginhas (bacias de infiltração) para captação de água de enxurrada, técnica descrita pela EMBRAPA Milho e Sorgo no programa "Uma Gota de Água". O método combina o volume de escoamento de projeto (método racional) com a geometria de calota esférica de cada barraginha para estimar o volume unitário, o número de barraginhas necessário e o tempo de infiltração. As fórmulas e a substituição numérica de cada etapa constam na memória de cálculo; a seguir aparecem os resultados do dimensionamento.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Documento de auditoria: para cada grandeza calculada, mostra a fórmula, a substituição numérica com os valores deste projeto e a referência do método — para conferência independente, à mão.

Entrada:

- Área de contribuição (A): 1,00 ha = 10.000,0 m²
- Chuva de projeto (P): 30,0 mm (dado de projeto do responsável técnico)
- Coeficiente de escoamento (C): 0,50 (dado de projeto/uso do solo)
- Diâmetro da barraginha (D): 3,00 m
- Profundidade da barraginha (h): 0,50 m
- Taxa de infiltração do solo: 15,00 mm/h (ensaio de campo ou literatura local do responsável técnico)

Passos do cálculo:

1) Volume de escoamento por evento (Ves) [1]

Fórmula: $Ves = C \cdot (P/1000) \cdot A$ [P em mm, A em m², Ves em m³]

Substituição: $Ves = 0,50 \times (30,0/1000) \times 10.000,0$

Resultado: $Ves = 150,00 \text{ m}^3$

2) Volume unitário da barraginha (V_unit) [2]

Fórmula: $V_{\text{unit}} = (\pi \cdot h/6) \cdot (3 \cdot (D/2)^2 + h^2)$ (calota esférica — segmento de raio de base D/2 e altura h)

Substituição: $V_{\text{unit}} = (\pi \times 0,50/6) \times (3 \times (3,00/2)^2 + 0,50^2)$

Resultado: $V_{\text{unit}} = 1,833 \text{ m}^3$

3) Número de barraginhas

Fórmula: $N = \text{ceil}(Ves / V_{\text{unit}})$ (relação geométrica — não é coeficiente de norma)

Substituição: $N = \text{ceil}(150,00 / 1,833)$

Resultado: $N = 82$ barraginhas

4) Tempo de infiltração/esvaziamento (t) [3]

Fórmula: $t = V_{\text{unit}} / (\text{taxa_infiltração} \cdot \text{área_do_fundo})$; $\text{área_do_fundo} \approx \pi \cdot (D/2)^2$ (área em planta — a calota não tem fundo plano distinto); taxa convertida de mm/h para m/h ($\div 1000$)

Área do fundo: $\pi \times (3,00/2)^2 = 7,07 \text{ m}^2$

Substituição: $t = 1,833 / ((15,00/1000) \times 7,07)$

Resultado: $t = 17,28$ horas

Resultados

O volume de enxurrada a reter num evento de projeto é de $150,00 \text{ m}^3$, calculado pelo método racional $Ves = C \cdot (P/1000) \cdot A$ sobre uma área de contribuição de $10.000,0 \text{ m}^2$, para uma lâmina de chuva de projeto de $30,0 \text{ mm}$ e coeficiente de escoamento de $0,50$. Os dois são dados de projeto do responsável técnico, e não há tabela normativa fixa para eles neste dimensionamento: a lâmina define o EVENTO que a obra se propõe a reter, e chuvas acima dele escoam pelo terreno como escoariam sem a obra; o coeficiente é a parcela dessa lâmina que de fato chega à bacia, e depende do uso e da cobertura do solo a montante. Daí uma consequência de operação: mudar o uso do solo da área de contribuição depois da obra muda o coeficiente, e com ele o volume que chega — a capacidade instalada continua a mesma.

Cada bacia foi modelada como uma calota esférica de $3,00 \text{ m}$ de abertura e $0,50 \text{ m}$ de profundidade, o que resulta num volume unitário de $1,833 \text{ m}^3$. A calota não é coeficiente de norma: é a aproximação geométrica da escavação típica da técnica, feita em concha de retroescavadeira e com o formato de tigela arredondada que ela produz. Uma escavação de outro formato comporta outro volume com as mesmas medidas de abertura e profundidade, e o dimensionamento passa a superestimar ou subestimar a capacidade unitária.

O volume de projeto não cabe numa escavação: reter o evento inteiro exige mais de uma bacia com essas dimensões — 82 ao todo. Com um conjunto, a LOCAÇÃO passa a ser parte do projeto: as bacias se distribuem ao longo das linhas por onde a enxurrada corre, para que cada uma receba parte do escoamento antes que ele se concentre. Concentradas num ponto só, o volume somado é o mesmo e a área efetivamente drenada por elas não é.

Cheia, cada bacia esvazia por infiltração em $17,28 \text{ h}$, sobre uma taxa de infiltração do solo de $15,00 \text{ mm/h}$ e uma área de fundo de $7,07 \text{ m}^2$ — área que é a projeção em planta da abertura, porque a escavação em calota não tem fundo plano distinto a que se possa atribuir a infiltração. A taxa é o único componente do sistema que não se projeta: ela vem de ensaio de campo ou da literatura local do responsável técnico, e o solo do local responde por ela. Compactação da área de empréstimo, assoreamento do fundo ou colmatação por sedimento fino reduzem a taxa ao longo da vida da obra. Esse tempo é o que decide a capacidade REAL do conjunto: eventos que se sucedam em intervalo menor que ele encontram a bacia ainda parcialmente cheia, e o volume retido no segundo evento é menor que o dimensionado.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

Referências

- [1] Método racional (volume de escoamento) — $Ves = C \cdot P \cdot A$ (área $\times$ lâmina de chuva $\times$ coeficiente de escoamento). C e P são dados de projeto do responsável técnico.
- [2] Geometria do segmento esférico (calota) — fórmula padrão de geometria sólida para o volume de uma calota esférica dados o raio da base e a altura.
- [3] Técnica das barraginhas (bacias de infiltração) — EMBRAPA MILHO E SORGO, Programa "Uma Gota de Água" (Carlos Alberto Vasconcelos). A taxa de infiltração do solo é dado de campo/literatura local do responsável técnico.

lançã — versão de avaliação

2. Drenagem Pluvial

Este capítulo apresenta o dimensionamento hidráulico de drenagem pluvial pelo Método Racional ($Q = C \cdot i \cdot A / 360$), alimentado pela intensidade da curva Intensidade-Duração-Frequência (IDF) informada pelo responsável técnico. O tempo de concentração pode ser informado diretamente ou calculado pela fórmula de Kirpich, e o dimensionamento pode ser estendido ao diâmetro de um conduto circular pela fórmula de Manning. As fórmulas e a substituição numérica de cada etapa constam na memória de cálculo; a seguir aparecem a intensidade pluviométrica e a vazão de projeto calculadas.

Método e fórmulas — memória de cálculo

1. Tempo de concentração — fórmula de Kirpich (Kirpich, 1940)

$$t_c \text{ (min)} = 57 \cdot (L^3 / H)^{0,385}, \text{ L em km, H em m (desnível).}$$

$$L = 2,000 \text{ km; } H = 8,00 \text{ m}$$

$$\rightarrow t_c = 57 \times (2,000^3 / 8,00)^{0,385} = 57,00 \text{ min.}$$

Nota de aplicabilidade: Kirpich foi calibrado para bacias PEQUENAS (poucos hectares); para talvegues com $L > 10 \text{ km}$ a fórmula tende a SUBESTIMAR t_c — o responsável técnico confere se o método ainda é adequado à escala da bacia do projeto.

2. Intensidade pluviométrica — curva IDF (forma de Talbot/Sherman)

$$i = K \cdot T_r^m / (t_c + b)^n$$

$$K = 500,0000; T_r = 5,0 \text{ anos; } m = 1,0000; t_c = 57,00 \text{ min; } b = 10,0000; n = 1,0000$$

$$\rightarrow i = 500,0000 \times 5,0^{1,0000} / (57,00 + 10,0000)^{1,0000} = 37,31 \text{ mm/h.}$$

Parâmetros K , m , b , n : do estudo/posto pluviográfico local (ex.: DAEE, CETESB, estudo municipal) — informados pelo responsável técnico, citados por fonte/autor/ano no laudo.

3. Vazão de pico — Método Racional (Kuichling, 1889)

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = C \cdot i \cdot A / 360$$

$$C = 0,50; i = 37,31 \text{ mm/h; } A = 72,000 \text{ ha}$$

$$\rightarrow Q = 0,50 \times 37,31 \times 72,000 / 360 = 3,7313 \text{ m}^3\text{/s (3.731,3 L/s).}$$

O divisor 360 é a conversão de unidades, e não um coeficiente: com C adimensional, i em mm/h e A em ha, $1 \text{ ha} \cdot \text{mm/h} = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,001 \text{ m/h} = 10 \text{ m}^3\text{/h}$, e $10 \text{ m}^3\text{/h} \div 3.600 \text{ s/h} = 1/360 \text{ m}^3\text{/s}$ — logo $Q \text{ [m}^3\text{/s]} = C \cdot i \text{ [mm/h]} \cdot A \text{ [ha]} / 360$.

Coeficiente de escoamento C : decisão de projeto/norma local — informado pelo responsável técnico, citado por fonte no laudo.

4. Diâmetro do conduto — fórmula de Manning, seção circular plena

$Q = (1/n) \cdot A_{\text{molhada}} \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}$, com $A_{\text{molhada}} = \pi D^2/4$ e $R_h = D/4$ (seção cheia), invertida para D :

$$D = (Q \cdot n / [(\pi/4^{5/3}) \cdot S^{1/2}])^{3/8}$$

$$Q = 3,7313 \text{ m}^3\text{/s; } n = 0,0130; S = 0,00500 \text{ m/m}$$

→ $D = 1,344 \text{ m}$ (1344 mm) — valor TEÓRICO contínuo; arredondar para o diâmetro comercial disponível (catálogo/norma) imediatamente igual ou maior.

Verificação: à seção cheia, esse diâmetro escoia $3,7313 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\approx Q$ de projeto).

Rugosidade n : do material do conduto (catálogo do fabricante/norma) — informada pelo responsável técnico.

Resultados

O tempo de concentração da bacia foi estimado pela fórmula de Kirpich (Kirpich, 1940) sobre um talvegue de 2,000 km com desnível de 8,00 m entre o ponto mais remoto e a seção de estudo, resultando em 57,00 min. A escolha do método é premissa do resultado: Kirpich foi calibrado para bacias pequenas e, em talvegues longos, tende a subestimar o tempo de concentração — e um t_c menor é lido numa duração menor da curva IDF, onde a intensidade é maior, de modo que o erro se propaga ampliado para a vazão de projeto.

A intensidade pluviométrica de projeto, de $37,31 \text{ mm/h}$, foi lida da curva Intensidade-Duração-Frequência na forma de Talbot/Sherman ($i = K \cdot T_r^m / (t_c + b)^n$), com K de 500,0000, m de 1,0000, b de 10,0000 e n de 1,0000, para um período de retorno de 5,0 anos. Os quatro coeficientes descrevem o regime de chuvas de UM posto ou estudo pluviográfico e não são fornecidos por este software: vêm do Plano Diretor de Drenagem ou do estudo local adotado pelo responsável técnico, a quem cabe citá-los por fonte, autor e ano — uma curva de outra região descreve outro clima e produz outra vazão sobre a mesma bacia. O período de retorno, por sua vez, é a decisão de risco do projeto: ele fixa a probabilidade de a chuva de projeto ser superada em um ano qualquer, e elevá-lo aumenta a intensidade lida na mesma curva.

A vazão de pico resultante é de $3,7313 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3.731,3 \text{ L/s}$), obtida pelo Método Racional $Q = C \cdot i \cdot A / 360$ (Kuichling, 1889) sobre uma área de drenagem de 72,000 ha, com coeficiente de escoamento superficial de 0,50. O coeficiente é a parcela da chuva que vira escoamento — ele traduz o uso e a impermeabilização da bacia, é decisão de projeto ou de norma local, e responde proporcionalmente pela vazão: dobrá-lo dobra o Q . O método supõe chuva de intensidade constante durante todo o tempo de concentração e uniforme sobre a bacia inteira, hipótese consagrada para bacias pequenas — é esse o limite de aplicação a conferir antes da assinatura.

O dimensionamento seguiu até o conduto: pela fórmula de Manning à seção circular plena, o diâmetro teórico capaz de escoar a vazão de projeto é de $1,344 \text{ m}$ (1344 mm), com rugosidade n de 0,0130 e declividade de assentamento de 0,00500 m/m. A verificação fecha o cálculo: à seção cheia, esse diâmetro conduz $3,7313 \text{ m}^3/\text{s}$. O valor é TEÓRICO e contínuo, e nenhum catálogo o fabrica nessa medida: o responsável técnico especifica o diâmetro comercial imediatamente IGUAL OU MAIOR — adotar o imediatamente menor deixa a capacidade abaixo da vazão de projeto. A rugosidade n é propriedade do material do conduto e sai do catálogo do fabricante ou da norma do produto, não deste dimensionamento; a declividade de assentamento é decisão de projeto, limitada pelo greide disponível.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

3. Reservatórios de água

Este capítulo apresenta o dimensionamento de reservatórios de água, no modo de reserva predial (ABNT NBR 5626:2020, consumo diário multiplicado pelos dias de reserva) ou de reservação por Rippl (série de oferta e demanda, majorada pelo fator de majoração adotado). O fator padrão do módulo vem da ABNT NBR 12217:1994, norma CANCELADA e sem substituta formal identificada — a situação completa consta na memória de cálculo, e o fator é editável pelo responsável técnico. A seguir aparecem os volumes de reserva ou reservação calculados.

Método e fórmulas — memória de cálculo

1. Consumo diário

Consumo (L/dia) = população × per capita (L/hab.dia).

→ 30.000,0 L/dia.

2. Volume de reserva (ABNT NBR 5626:2020)

Volume = consumo diário × dias de reserva [1]. O nº de dias é decisão de projeto (a norma baseia a reserva no consumo durante interrupção do abastecimento; o app não atribui a ela nenhum nº de dias tabelado).

→ 30.000,0 × 2,0 = 60.000,0 L.

Resultados

A reserva foi dimensionada pelo consumo diário de 30.000,0 L/dia — população multiplicada pelo consumo per capita informados — mantido por 2,0 dias, do que resulta um volume útil de 60.000,0 L, ou 60,00 m³. O critério é o da ABNT NBR 5626:2020: a reserva existe para cobrir o consumo enquanto o abastecimento estiver INTERROMPIDO — ela não é um excedente de conforto, é a autonomia da edificação. A premissa que sustenta o número é o NÚMERO DE DIAS, e ela é do projeto: a norma baseia a reserva no consumo durante a interrupção, mas não tabela por quantos dias ela deve durar — quem adota esse prazo é o responsável técnico, a partir da confiabilidade do abastecimento local. A consequência é proporcional e imediata: o volume acompanha os dias adotados na razão de um para um, de modo que rever o prazo de autonomia é rever o reservatório inteiro — não um detalhe dele.

O volume apurado, 60.000,0 L, é volume ÚTIL — a água que o reservatório precisa entregar, e não a capacidade nominal do recipiente: o volume morto abaixo da tomada, a folga até o extravasor e as perdas de instalação ficam FORA desta conta, e são o responsável técnico que os acrescenta ao escolher o reservatório comercial. Reserva técnica de incêndio, quando exigida, também não está incluída: ela é dimensionada por regra própria e costuma ser somada em compartimento que a operação normal não consome.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

Referências

[1] ABNT NBR 5626:2020 (Versão Corrigida 2020) — sistemas prediais de água fria e água quente: o volume de reserva cobre o consumo durante interrupção do abastecimento, calculado aqui como consumo diário $\times$ dias de reserva. SITUAÇÃO DA NORMA: a ABNT NBR 5626:2020 consta VIGENTE em 2 catálogos afiliados ABNT (verificado em 05/08/2026), com Errata de 09/2020 incorporada em nova edição no mesmo mês (Versão Corrigida 2020) e confirmação publicada em 01/2025; sem substituta identificada. O número de dias de reserva é entrada do responsável técnico — nenhum valor tabelado é atribuído a esta norma aqui. Não foi conferida na fonte primária: o catálogo oficial da ABNT não aceita consulta direta. Confirme a vigência antes de usar em projeto. Referência consultada em 2026-08-05. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

4. Água de chuva

Este capítulo apresenta o dimensionamento de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva, a partir da área de captação, do consumo e da precipitação informados pelo responsável técnico. O método segue a ABNT NBR 15527:2019 (aproveitamento de água de chuva), com a majoração da reservação pela ABNT NBR 12217:1994 — a ABNT NBR 12217:1994 consta CANCELADA, sem substituta formal identificada, de modo que o fator adotado é referência de engenharia, editável pelo responsável técnico — e, quando aplicável, os volumes de descarga da ABNT NBR 15857:2011 (válvula) e da ABNT NBR 11852:1992 (caixas): a ABNT NBR 11852:1992 foi CANCELADA em junho de 2007 e substituída pela ABNT NBR 15491, de modo que o volume adotado deve ser confirmado na norma vigente antes do projeto executivo. O detalhamento de cada etapa consta na memória de cálculo; a seguir aparecem os volumes dimensionados e, quando gerado, o esquema do sistema.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Cada passo abaixo traz a grandeza calculada, seu valor e o marcador da referência técnica do método (bibliografia ao final). Os valores são determinísticos — conferíveis à mão a partir das entradas do projeto.

Passos do cálculo:

- Área de captação (A_c): 100,0 m²
- Coeficiente de escoamento da cobertura (C): 0,90
- Eficiência do sistema de captação (e): 0,95
- Consumo mensal total não potável: 6.528,0 L/mês [1]
- Volume útil de descarga adotado (entrada do projeto): 6,8 L [2]
- Intensidade pluviométrica (curva IDF): 155,6 mm/h [3]
- Vazão de captação (projeto de calha/condutor): 259,3 L/min [4]
- Descarte do escoamento inicial (first flush): 200,0 L [5]
- Volume anual aproveitável: 119.924,8 L/ano [6]
- Reservatório inferior (Rippl): 13.508,3 L [7]

Condição de projeto (Eq. 12, $\Sigma Vap > \Sigma CT$): 119.924,8 L/ano de oferta contra 78.336,0 L/ano de demanda — a oferta cobre a demanda anual.

Nota: a formulação $\Sigma S(t) > 0$ (soma dos déficits mensais positivos) é a da norma e é CONSERVADORA — a literatura registra que ela difere do método sequent-peak (mais preciso para séries com múltiplos ciclos de déficit, não adotado aqui).

- Reservatório elevado: 179,5 L [7]

Resultados

A demanda não potável a atender é de 6.528,0 L/mês por mês, dos quais 4.488,0 L/mês em descargas de bacia sanitária. As descargas são a parcela que independe do terreno e do clima; rega, lavagem de veículos e limpeza de pátio dependem da área e da frota que o projeto tiver, e foram informadas pelo responsável técnico. Esse consumo é tratado como CONSTANTE ao longo do ano, e a oferta de chuva não é: é dessa defasagem entre uma demanda fixa e uma série mensal de oferta que nasce a necessidade de reservação. O reservatório existe para atravessar os meses secos — não para armazenar o excedente do ano.

Sobre uma área de captação de 100,0 m², com coeficiente de escoamento de 0,90 e eficiência de sistema de 0,95, o volume aproveitável do ano é de 119.924,8 L/ano, pela expressão $V_{ap} = (P_m \cdot A_c \cdot C \cdot e) - V_{ff}$ da ABNT NBR 15527:2019, aplicada mês a mês sobre a série de precipitação informada. O coeficiente é do MATERIAL da cobertura e a eficiência é da QUALIDADE da instalação — os dois são adotados pelo responsável técnico dentro das faixas de referência da literatura, e este dimensionamento usou os valores que ele informou. De cada mês é descontado o descarte do escoamento inicial, de 200,0 L, que afasta a sujeira acumulada na cobertura entre uma chuva e outra. Daí uma leitura que a série mensal exige: num mês cuja chuva não supere o descarte, o volume aproveitável é zero — não há água a aproveitar naquele mês, e isso não é falha de cálculo.

A calha e os condutores foram dimensionados sobre uma vazão de projeto de 259,3 L/min, obtida da intensidade de 155,6 mm/h pela relação $Q_{cap} = I \cdot A_c / 60$ da ABNT NBR 10844:1989, que é uma conversão de unidades e não depende da edição da norma. Essa intensidade vem da curva IDF informada e é uma chuva de PICO, de duração curta: ela dimensiona a CONDUÇÃO, não o aproveitamento. O volume do ano, acima, vem da série mensal de precipitação — são duas grandezas diferentes de chuva no mesmo laudo, e subdimensionar a calha pela média mensal faz o sistema transbordar no primeiro temporal, com a cisterna ainda vazia.

O reservatório inferior foi dimensionado em 13.508,3 L (13,51 m³) pelo método de Rippl — a soma dos déficits mensais positivos, majorada pelo fator 1,2. O fator vem de norma que a ABNT NBR 12217:1994 consta CANCELADA, sem substituta formal identificada: ele permanece como referência de engenharia para cobrir a incerteza dos dados, não como exigência normativa vigente, e é editável pelo responsável técnico. No balanço do ano a oferta cobre a demanda: 119.924,8 L/ano contra 78.336,0 L/ano. A reservação acima atravessa os meses de déficit, e o excedente dos meses chuvosos extravasa: o extravasor e o destino da água extravasada são parte do projeto, não acessório.

O reservatório elevado foi dimensionado em 179,5 L, sobre o consumo DIÁRIO de descargas e o mesmo fator de majoração. A diferença de ordem de grandeza para o inferior não é erro: o inferior armazena o ANO, atravessando a estação seca; o elevado armazena o DIA, e é apenas o pulmão entre o bombeamento e o uso. Daí duas decisões de operação que decorrem do par: é o volume do elevado que fixa quantas vezes por dia a bomba liga, e é a autonomia dele que define por quanto tempo o sistema continua atendendo as descargas se o bombeamento parar.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

Esquema — captação de água de chuva — Geral



Gerado em 23/08/2026 · Alvo: Geral

Figura 1 — Esquema: Água de chuva

Referências

- [1] Tomaz (2010) — rega de jardim 2,0 L/dia/m² (a favor da segurança). Sabesp NTS 181:2012, Anexo C — lava-rápido automático 250 L/veículo. Tomaz (2010) — limpeza de pátio comum 2,0 L/dia/m². Referência consultada em 2026-07-18.
- [2] Volumes de referência: 6,8 L — válvula de descarga (ABNT NBR 15857:2011, vigente); 12,0 L — caixa acoplada e 9,0 L — caixa independente (ABNT NBR 11852:1992, CANCELADA em junho de 2007 e substituída pela ABNT NBR 15491; confirme o volume na norma vigente antes de projeto novo); 5,0 L — bacia de volume de descarga reduzido (VDR), sem norma ABNT associada.
- [3] Curva IDF: PDDU de Campo Grande/MS (k=1973,15, a=0,178, b=22, c=0,8577) — verifique a curva IDF do seu município.
- [4] ABNT NBR 10844:1989 — vazão de projeto para calha e condutores $Q_{cap} = I \cdot A_c / 60$, com I em mm/h e A_c em m² (projeção horizontal da área de contribuição), resultando em L/min. SITUAÇÃO DA NORMA: a ABNT NBR 10844:1989 consta VIGENTE em 2 catálogos afiliados ABNT (verificado em 05/08/2026), com confirmações publicadas em 05/2014, 11/2018 e 11/2023 e SEM norma substituta identificada. A mesma ficha traz um aviso de cancelamento referido à edição de 12/1989, que contradiz o selo e o histórico de confirmações da própria página; não foi possível dirimir na fonte primária, porque o catálogo oficial da ABNT não aceita consulta direta. Confirme a vigência no catálogo oficial antes de usar em projeto. A relação $Q_{cap} = I \cdot A_c / 60$ é uma conversão de unidades (mm/h $\times$ m² $\rightarrow$ L/min) e não depende da edição da norma. Referência consultada em 2026-08-05. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.
- [5] ABNT NBR 15527:2019 — descarte recomendado do escoamento inicial de 2 mm (2 L/m²) da área de captação (first flush). Referência consultada em 2026-07-18. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.
- [6] ABNT NBR 15527:2019 — volume aproveitável $V_{ap} = (P_m \cdot A_c \cdot C \cdot e) - V_{ff}$, sendo P_m a precipitação do período, A_c a área de captação, C o coeficiente de escoamento, e a eficiência do sistema e V_{ff} o descarte do escoamento inicial. Referência consultada em 2026-08-05. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

[7] ABNT NBR 12217:1994, item 5.1.2 — aplica-se o fator 1,2 ao volume de reservação calculado, para cobrir as incertezas dos dados. SITUAÇÃO DA NORMA: a ABNT NBR 12217:1994 consta CANCELADA (verificado em 2 catálogos afiliados ABNT, 28/07/2026), sem substituta formal identificada. O fator 1,2 é mantido como referência de engenharia — não mais amparado por norma vigente — e pode ser ajustado pelo responsável técnico no campo "Fator de majoração" da tela de Reservatórios. Referência consultada em 2026-07-18. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

lançada — versão de avaliação

Efluentes e Resíduos

ENGENHARIA — BIODIGESTOR

5. Biodigestor

Este capítulo apresenta o dimensionamento de um biodigestor a partir da vazão de afluente, do tempo de retenção hidráulica, da concentração de sólidos voláteis, da produção específica de biogás, do teor de metano e do poder calorífico informados pelo responsável técnico. O método calcula o volume do reator pelo produto entre vazão e tempo de retenção hidráulica, e deriva a produção de biogás, de metano e a energia e potência disponíveis a partir desses parâmetros. As fórmulas e a substituição numérica de cada etapa constam na memória de cálculo; a seguir aparecem os resultados do dimensionamento.

Método e fórmulas — memória de cálculo

1. Volume do reator

$$V = Q \times \text{TRH (vazão de afluente} \times \text{tempo de retenção hidráulica)}.$$

$$\rightarrow 10,00 \times 30,0 = 300 \text{ m}^3.$$

2. Carga de sólidos voláteis

$$\text{SV} = Q \times \text{concentração de SV (kg SV/m}^3 \text{ do afluente — dado do substrato, entrada do usuário)}.$$

$$\rightarrow 10,00 \times 2,000 = 20,0 \text{ kg SV/dia.}$$

3. Produção de biogás

$$\text{Biogás} = \text{SV} \times \text{produção específica (m}^3 \text{ biogás/kg SV, entrada do usuário conforme a referência técnica citada)}.$$

$$\rightarrow 20,0 \times 0,350 = 7,00 \text{ m}^3/\text{dia.}$$

4. Produção de metano

$$\text{CH}_4 = \text{Biogás} \times \% \text{CH}_4 \text{ (teor de metano no biogás, entrada do usuário)}.$$

$$\rightarrow 7,00 \times 60,0 \% = 4,20 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{dia.}$$

5. Energia disponível

$$\text{Energia (kWh/dia)} = \text{Biogás} \times \text{PCI (kWh/m}^3 \text{, entrada do usuário)}.$$

$$\rightarrow 7,00 \times 6,50 = 45,5 \text{ kWh/dia.}$$

6. Potência média disponível

$$\text{Potência (kW)} = \text{Energia (kWh/dia)} \div 24 \text{ h.}$$

$$\rightarrow 45,5 \div 24 = 1,90 \text{ kW.}$$

Os coeficientes de substrato/tecnologia (TRH, concentração de SV, produção específica de biogás, %CH₄, PCI) são os informados pelo usuário, conforme a referência técnica citada (ex.: Probiogás/GIZ, Embrapa, literatura) — este software não os fixa.

Resultados

O reator foi dimensionado em 300 m³ pelo balanço volumétrico $V = Q \times \text{TRH}$, para uma vazão de afluente de 10,00 m³/dia e um tempo de retenção hidráulica de 30,0 dias. O tempo de retenção é a decisão central deste dimensionamento: ele é quanto tempo o substrato permanece no reator, varia com o substrato e com a tecnologia adotada (batelada, fluxo contínuo, reator de manta de lodo) e foi informado pelo responsável técnico conforme a referência que ele cita — este software não fixa esse valor. A consequência é direta: encurtar o TRH reduz o volume a construir na mesma proporção e reduz junto a fração de matéria orgânica efetivamente digerida. O volume acima não é o resultado do dimensionamento — é a consequência do tempo escolhido.

O afluente carrega 20,0 kg SV/dia de sólidos voláteis, a uma concentração de 2,000 kg SV/m³, e deles resultam 7,00 m³/dia de biogás, à produção específica de 0,350 m³ biogás/kg SV, dos quais 4,20 m³/dia são de metano, correspondentes ao teor de 60,0 % informado. A concentração de sólidos voláteis, a produção específica e o teor de metano são propriedades do SUBSTRATO, não do reator: dejetos suíno, dejetos bovinos, vinhaça e lodo de esgoto produzem valores diferentes, e não existe um valor único de engenharia válido para todos os casos. Os três vieram da referência citada pelo responsável técnico. A distinção entre biogás e metano importa na tubulação: o metano é a fração combustível, e o restante do biogás — sobretudo dióxido de carbono — ocupa volume no gasômetro e nas linhas sem contribuir com energia.

O poder calorífico inferior adotado, de 6,50 kWh/m³, foi informado já na unidade de energia do resultado — nenhuma conversão de unidade entrou no cálculo da energia. O poder calorífico varia com a composição do gás, e sobretudo com o teor de metano: dois biogases de mesmo volume e teores de metano diferentes não carregam a mesma energia. Este dimensionamento não verifica a coerência entre os dois valores — cabe a quem informou o poder calorífico garantir que ele corresponda ao teor de metano declarado acima.

A energia contida no biogás produzido é de 45,5 kWh/dia, o que equivale a uma potência média de 1,90 kW se o consumo for distribuído ao longo das 24 horas do dia. Essa média não é a potência do equipamento a instalar: a produção de biogás é contínua e o consumo raramente é, de modo que o gerador ou o queimador se dimensiona pelo PICO de demanda, e é o volume do gasômetro que sustenta esse pico entre uma produção e outra. A energia acima também é a do GÁS, não a entregue: convertê-la em eletricidade, calor ou trabalho mecânico tem o rendimento próprio de cada equipamento, que não entra neste balanço e reduz o que efetivamente chega ao uso final.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

6. Compostagem

Este capítulo apresenta o dimensionamento de compostagem a partir dos materiais informados pelo responsável técnico — massa, teor de carbono e teor de nitrogênio de cada material da mistura. O método verifica a relação carbono/nitrogênio da mistura frente à faixa de referência da literatura de compostagem (Kiehl). O detalhamento do cálculo consta na memória de cálculo; a seguir aparecem a relação C/N obtida e os demais resultados do dimensionamento.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Cada passo abaixo traz a grandeza calculada, seu valor e o marcador da referência técnica do método (bibliografia ao final). Os valores são determinísticos — conferíveis à mão a partir das entradas do projeto.

Entrada:

- Geração diária: 10,0 kg/dia
- Tempo de compostagem: 90,0 dias
- Densidade do material: 500,0 kg/m³ (medida ou adotada pelo responsável técnico)
- Seção da leira: 1,00 m de altura × 1,50 m de largura

Passos do cálculo:

- Massa em processo (geração diária × tempo de compostagem): 900,0 kg
- Volume da leira (massa / densidade do material): 1,80 m³
- Comprimento da leira (volume / (altura × largura) da seção): 1,20 m
- Relação C/N da mistura ($\Sigma(\text{massa} \cdot \%C) / \Sigma(\text{massa} \cdot \%N)$ sobre 2 materiais informados) — avaliação: aceitável: 23,8 [1]

Resultados

Para uma geração de 10,0 kg/dia e um ciclo de compostagem de 90,0 dias, a leira mantém 900,0 kg em processo — que não é a massa produzida por dia, e sim a que permanece no pátio durante o ciclo inteiro: é ela que ocupa área, e é o TEMPO de compostagem, não a geração, que a multiplica. À densidade de 500,0 kg/m³ do material, essa massa ocupa 1,80 m³. A densidade é medida ou adotada pelo responsável técnico e não é fornecida por este software: poda triturada, resto de alimento e esterco ocupam volumes muito diferentes para a mesma massa, e ela ainda muda ao longo do ciclo, à medida que o material se decompõe e assenta.

Na seção adotada de 1,00 m de altura por 1,50 m de largura, esse volume se estende por 1,20 m de leira. A seção é decisão de projeto, e ela troca comprimento por altura: uma leira mais alta ou mais larga encurta o pátio na mesma proporção, mas compacta o material sob o próprio peso e dificulta a chegada de ar ao centro. O limite prático da seção é o revolvimento e a aeração, não a área disponível. O comprimento acima é o de uma leira contínua — dividi-la em leiras menores, por lote ou por data de entrada, não muda o volume nem a área ocupada,

e é o que permite acompanhar ciclos que começaram em dias diferentes.

A relação carbono/nitrogênio da mistura, calculada sobre 2 materiais informados como $\Sigma(\text{massa} \cdot \%C) / \Sigma(\text{massa} \cdot \%N)$, é de 23,8, dentro da faixa aceitável de 20–40 e fora da faixa ótima de 25–35, ambas de Kiehl. A mistura composta; o que a faixa ótima acrescenta é margem — perto do limite inferior a perda de nitrogênio como amônia começa a pesar, e perto do superior a decomposição perde velocidade. Aproximar a mistura do centro da faixa é ajuste de PROPORÇÃO, não de volume: muda-se a participação relativa dos materiais ricos em carbono e em nitrogênio, e a massa em processo dimensionada acima permanece a mesma.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

Referências

[1] Kiehl — faixa aceitável da relação C/N para compostagem: 20–40 (abaixo de 20 perde nitrogênio, volatiliza como amônia; acima de 40 a decomposição fica mais lenta); faixa ÓTIMA, mais estreita: ~25–35 (literatura de compostagem).

7. Tratamento de efluentes

Este capítulo apresenta o dimensionamento do tratamento de efluentes — tanque séptico, filtro anaeróbio, qualidade tratada e destino final — a partir dos parâmetros informados pelo responsável técnico. O dimensionamento do tanque séptico e do filtro segue a ABNT NBR 17076:2024 e a literatura de von Sperling/Metcalf & Eddy; o destino ao solo ou a corpo hídrico integra, respectivamente, com o módulo Solo ou com o módulo Hidrologia (autodepuração), e o enquadramento do corpo receptor segue as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011. O detalhamento do cálculo consta na memória de cálculo; a seguir aparecem os resultados do dimensionamento e da qualidade do efluente tratado.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Cada passo abaixo traz a grandeza calculada, seu valor e o marcador da referência técnica do método (bibliografia ao final). Os valores são determinísticos — conferíveis à mão a partir das entradas do projeto.

Passos do cálculo:

- Número de contribuintes (N) — informado pelo responsável técnico: 5 pessoas [1]
- Contribuição de despejos (C) — informada pelo responsável técnico: 130,0 L/pessoa-dia [1]
- Contribuição de lodo fresco (Lf) — campo em branco no formulário; ADOTADO da Tabela 1 (item 5.11.3) da norma vigente (ABNT NBR 17076:2024): 1,0 L/pessoa-dia [2]
- Vazão diária de projeto (N·C): 650,0 L/dia [1]
- Tempo de retenção (T) — informado pelo responsável técnico: 1,00 dias [1]
- Taxa de acumulação de lodo (K) — informada pelo responsável técnico: 57,0 dias [1]
- Volume útil do tanque séptico ($V = 1000 + N \cdot (C \cdot T + K \cdot L_f)$): 1.935,0 L [1]
- Volume útil do filtro anaeróbio ($V = 1,6 \cdot N \cdot C \cdot T$, piso 1000 L): 1.040,0 L [1]
- DBO bruta (esgoto doméstico típico): 300,0 mg/L [3]
- DBO tratada (após tanque séptico + filtro anaeróbio): 48,8 mg/L [3]
- Área de infiltração no solo (taxa: pela textura 'franco' (módulo Solo) — valor de partida do módulo, sem fonte primária identificada — exige confirmação pelo ensaio de absorção in loco da norma vigente): 16,2 m² [1]

Resultados

O sistema foi dimensionado para 5 pessoas, a uma contribuição de despejos de 130,0 L/pessoa·dia, o que corresponde a uma vazão de projeto de 650,0 L/dia. O tanque séptico resulta em 1.935,0 L de volume útil pela expressão $V = 1000 + N \cdot (C \cdot T + K \cdot L_f)$, com tempo de detenção de 1,00 dia, taxa de acumulação de lodo de 57,0 dias e contribuição de lodo fresco de 1,0 L/pessoa·dia. Os quatro parâmetros são tabelados pela norma vigente (ABNT NBR 17076:2024, que cancelou e substituiu a NBR 7229:1993 e a NBR 13969:1997 em 26/04/2024) por ocupação, por volume diário e por intervalo de limpeza, e este software não embute nenhum valor dela: os quatro foram informados pelo responsável técnico a partir da edição vigente à qual ele tem acesso. A taxa de acumulação de lodo é a que decide a MANUTENÇÃO: ela é o termo que reserva volume para o lodo que se acumula entre uma limpeza e a seguinte. Adotar um K menor reduz o tanque a construir e encurta, na mesma medida, o intervalo entre remoções de lodo — o volume economizado na obra reaparece como frequência de caminhão limpa-fossa.

O filtro anaeróbio que sucede o tanque tem volume útil de 1.040,0 L, pela expressão $V = 1,6 \cdot N \cdot C \cdot T$ com piso de projeto de 1.000 L. A cadeia tanque mais filtro reduz a demanda bioquímica de oxigênio de 300,0 mg/L para 48,8 mg/L. Tanto a DBO bruta quanto as eficiências de remoção de cada unidade são valores TÍPICOS de literatura (von Sperling; Metcalf & Eddy) e não medições deste esgoto: eles descrevem um esgoto doméstico médio, e a característica real do efluente pode diferir conforme a ocupação e os hábitos de consumo. O responsável técnico ajusta os dois à medição disponível ou à exigência do órgão ambiental. A concentração acima é a que SAI do filtro — não é a que o solo ou o corpo receptor recebem depois da disposição final, nem o padrão a que o lançamento tem de atender.

A disposição final é no SOLO, por infiltração: a área necessária é de 16,2 m², obtida pela divisão da vazão de projeto pela taxa de infiltração adotada, cuja origem é pela textura 'franco' (módulo Solo) — valor de partida do módulo, sem fonte primária identificada — exige confirmação pelo ensaio de absorção in loco da norma vigente. A norma vigente exige o ENSAIO de absorção in loco, e enquanto a taxa não vier dele a área acima é preliminar. O erro aqui não aparece no cálculo: uma taxa superestimada produz área insuficiente, e o efluente aflora na superfície do terreno — meses depois da obra entregue. A taxa também não é permanente: a colmatção do meio filtrante pelo próprio efluente reduz a capacidade de infiltração ao longo da vida do sistema, e é por isso que a área dimensionada precisa de folga de implantação, não apenas do valor de projeto.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em "Anexo técnico — fichas de dados e síntese".

Referências

[1] ABNT NBR 17076:2024 — Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte — norma vigente; cancelou e substituiu a NBR 7229:1993 e a NBR 13969:1997 em 26/04/2024. L_f , T , K e o volume útil mínimo são informados pelo responsável técnico a partir da norma vigente. O C também é dele, e pode ser adotado da Tabela 1 (item 5.11.3) quando ele declara essa base — as quatro contribuições residenciais/rurais dela estão conferidas no exemplar licenciado (16/08/2026); nenhum outro valor tabelado é embutido.

[2] ABNT NBR 17076:2024, item 5.11.3, Tabela 1 — contribuição de lodo fresco (Lf) para residência, padrão médio: 1,0 L/pessoa/dia.

[3] Valores típicos de esgoto doméstico — von Sperling (Introdução à qualidade das águas) e Metcalf & Eddy (Wastewater Engineering); confira a característica real.

lançã — versão de avaliação

Custos

ORÇAMENTO — SINAPI

8. Orçamento (SINAPI)

Este capítulo apresenta o orçamento dos itens informados pelo responsável técnico a partir dos preços da base SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), por UF e mês/ano de referência, acrescidos do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) informado. O detalhamento do cálculo por item consta na memória de cálculo, com a citação da base de preços utilizada. A seguir aparecem os itens orçados e o total apurado.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Cada passo abaixo traz o preço unitário resolvido para o item, sua origem, a multiplicação pela quantidade (subtotal) e, ao final, o custo direto e o total com BDI. Os valores são determinísticos — conferíveis à mão a partir dos preços e quantidades informados.

Passos do cálculo:

[12345] Caixa d'água 1000 L

- Preço unitário: R\$ 800,00 (preço informado manualmente pelo profissional)
- Subtotal = quantidade × preço unitário = 2 un × R\$ 800,00 = R\$ 1.600,00

[999] Tubo PVC 100mm

- Preço unitário: R\$ 30,00 (planilha SINAPI carregada) [1]
- Subtotal = quantidade × preço unitário = 10 m × R\$ 30,00 = R\$ 300,00
- Custo direto (soma dos subtotais dos itens com preço) = R\$ 1.900,00
- BDI aplicado: 20,00 %
- Total com BDI = custo direto × (1 + BDI/100) = R\$ 1.900,00 × (1 + 20,00/100) = R\$ 2.280,00

Resultados

O custo direto de R\$ 1.900,00 é a soma dos subtotais dos itens da planilha — cada um o produto da quantidade informada pelo preço unitário resolvido para o código SINAPI correspondente. Sobre ele aplica-se o BDI de 20,00 %, informado pelo responsável técnico, do que resulta o total de R\$ 2.280,00. As duas parcelas têm donos diferentes, e isso importa para ler o número: os preços unitários vêm de base de referência ou do próprio profissional, enquanto o percentual de BDI é composição DELE — administração central, riscos, tributos e lucro do empreendimento. O sistema aplica o percentual informado; não o compõe, não o compara com referência nenhuma e não o avalia.

Os preços têm por referência a base SINAPI/Caixa de MS, data-base 06/2026, e chegaram à planilha por preço informado manualmente pelo profissional e planilha SINAPI carregada. A data-base não é detalhe de rodapé: custo de construção civil é datado por natureza, e um total sem a base a que ele se refere não se defende num processo. Reajuste, atualização e comparação com proposta de terceiro partem dela, e é ela que diz até quando este número descreve o mercado. A verificação da base vigente segue com quem assina — o lançã

reproduz o preço da base informada, e a responsabilidade pelo custo final é do profissional.

A planilha traz 2 itens, e todos tiveram preço resolvido, de modo que o total acima cobre a planilha INTEIRA como ela foi montada. A cobertura é da PLANILHA, não do empreendimento: serviço que não foi lançado como item não tem preço zero — ele simplesmente não está aqui, e o levantamento dos itens é anterior a este documento.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

Referências

[1] Custos de referência: SINAPI/Caixa MS 06/2026 (base pública oficial). O custo final é de responsabilidade do profissional.

lançada — versão de avaliação

Solo e Terra

ENGENHARIA — PRAD (RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS)

9. PRAD — Recuperação de Áreas Degradadas

Este capítulo apresenta o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) a partir das áreas, medidas e prazos informados pelo responsável técnico para cada área degradada. Não há cálculo numérico do sistema: o conteúdo é o plano definido pelo responsável técnico, organizado por área. Os itens informados aparecem a seguir, com a extensão total e o prazo máximo do plano.

Resultados

O plano consolida 2 áreas degradadas, somando 4,00 ha a recuperar. A divisão de trabalho entre o sistema e quem assina é explícita: a EXTENSÃO é o que esta ferramenta computa e totaliza, enquanto a medida de recuperação, o prazo e o monitoramento de cada área são definidos pelo responsável técnico e transcritos como ele os informou — o sistema não os avalia, não os compara entre si e não os substitui. O total vale para o que foi LISTADO, e essa é a premissa a conferir: área degradada que não entrou na tabela não entra na soma, e não há como o sistema saber que ela existe — o levantamento das áreas é anterior a este documento e é dele que o número depende.

Todas as áreas listadas trazem medida de recuperação e prazo declarados, e o mais longo deles é de 24 meses. Esse prazo é o horizonte que o PLANO SE DÁ, e não uma estimativa do sistema: ele sai do que foi informado área a área, e é por ele que o cronograma de execução e o de acompanhamento se organizam. Estar declarado não é o mesmo que estar avaliado: a adequação de cada medida à degradação que ela endereça, e a suficiência do prazo para que a recuperação se comprove, são exame técnico do responsável que assina — este capítulo organiza o plano, não o julga.

Este capítulo organiza, em 2 áreas e 4,00 ha de extensão, o plano informado pelo responsável técnico. Ele NÃO faz três coisas, e a lista é para ser lida antes da assinatura: não avalia se as medidas informadas são adequadas às degradações descritas; não afere se os prazos são exequíveis; e não declara conformidade com exigência de órgão ambiental nem com termo de compromisso. A demonstração dessas três coisas é peça técnica própria, assinada por quem tem responsabilidade sobre ela — o que este documento oferece é a consolidação organizada do plano, para que essa peça seja escrita sobre números conferidos.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

10. Terraceamento (Lombardi Neto)

Este capítulo apresenta o dimensionamento do espaçamento entre terraços a partir da declividade e dos coeficientes de solo, uso e manejo informados pelo responsável técnico, conforme Bertoni (1959) com os fatores de uso e manejo de Lombardi Neto et al. (Terraceamento agrícola, CATI, Boletim Técnico 206, 1994). O traçado vetorial dos terraços sobre a curva de nível não faz parte deste dimensionamento. O detalhamento do cálculo consta na memória de cálculo; a seguir aparecem o espaçamento e o número de terraços calculados.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Documento de auditoria: mostra, para cada grandeza calculada, a fórmula, a substituição numérica com os valores deste projeto e a referência técnica do método — para conferência independente, à mão. Os valores são determinísticos.

Entrada:

- Declividade do terreno (D): 7 %
- Grupo de solo: Grupo A — resistência alta (solos profundos e permeáveis) — fator $K = 1,25$ [1]
- Uso/cultura: Amendoim, algodão, arroz, alho, cebola, girassol, fumo — fator $u = 0,75$ [1]
- Manejo do solo: Arado de disco ou aiveca — restos incorp./queimados — fator $m = 0,75$ [1]
- Comprimento de rampa (L): 150,0 m

Passos do cálculo:

1) Espaçamento vertical (EV) [1]

$$\text{Fórmula: } EV = 0,4518 \cdot K \cdot D^{0,58} \cdot ((u + m) / 2)$$

$$\text{Substituição: } EV = 0,4518 \times 1,25 \times 7^{0,58} \times ((0,75 + 0,75) / 2)$$

$$\text{Resultado: } EV = 1,31 \text{ m}$$

2) Espaçamento horizontal (EH) [1]

$$\text{Fórmula: } EH = 100 \cdot EV / D$$

$$\text{Substituição: } EH = 100 \times 1,31 / 7$$

$$\text{Resultado: } EH = 18,71 \text{ m}$$

3) Número de terraços

Fórmula: $N = \text{ceil}(L / EH)$ — relação geométrica (divisão do comprimento de rampa pelo espaçamento horizontal; não é um coeficiente de norma, por isso sem marcador de referência)

$$\text{Substituição: } N = \text{ceil}(150,0 / 18,71)$$

$$\text{Resultado: } N = 9 \text{ terraços}$$

Resultados

O espaçamento entre terraços foi derivado da equação de Bertoni (1959) com os fatores de uso e manejo de Lombardi Neto et al. (CATI, Boletim Técnico 206, 1994), que faz o espaçamento vertical crescer com a declividade do terreno e com a proteção que a cobertura e o preparo dão ao solo. Para 7 % de declividade, adotaram-se o fator de erodibilidade 1,25, correspondente ao Grupo A — resistência alta (solos profundos e permeáveis), o fator de uso da terra 0,75 — Amendoim, algodão, arroz, alho, cebola, girassol, fumo — e o fator de manejo do solo 0,75, de Arado de disco ou aiveca — restos incorp./queimados. Os três fatores não são medidos: são a CLASSIFICAÇÃO que o responsável técnico fez do solo, da cultura e do preparo, dentro dos quadros do boletim — e é sobre essa classificação que o espaçamento inteiro se apoia.

Desses fatores resultam um espaçamento vertical de 1,31 m entre terraços e, projetado sobre o declive, um espaçamento horizontal de 18,71 m. Sobre a rampa de 150,0 m informada, isso equivale a 9 terraços — o resultado da divisão do comprimento pelo espaçamento horizontal, arredondada para CIMA. O arredondamento para cima não é conservadorismo de cálculo: é a condição para que nenhum trecho da rampa fique sem terraço acima dele, que é o que o terraço faz — interceptar a enxurrada antes que ela ganhe comprimento de escoamento suficiente para abrir sulco. O traçado dos terraços sobre a curva de nível não faz parte deste dimensionamento: o que sai aqui é o espaçamento e a quantidade, não a locação em campo.

A declividade de 7 % usada neste dimensionamento está entre os 3 % e os 20 % em que o método de espaçamento é documentado, que é o intervalo em que os quadros de fatores foram publicados e conferidos. O espaçamento acima, portanto, resulta de interpolação DENTRO do domínio do método, e não de extrapolação — o que não dispensa a conferência dos fatores de solo, uso e manejo, que continuam sendo a classificação de quem assina.

O fator de manejo adotado, 0,75, é o parâmetro que mais desloca o espaçamento sem que nada mude no terreno: no Quadro 3 ele vai de 0,50, no preparo que mais revolve o solo e menos cobertura deixa, a 2,00, no plantio direto sem revolvimento — uma variação que, mantidos solo, cultura e declividade, muda o espaçamento vertical na mesma proporção em que muda a média entre uso e manejo. A consequência de operação é direta: o número de terraços apurado só vale enquanto o preparo informado for o praticado. Mudar o preparo depois da implantação não reposiciona terraço nenhum — o que muda é a proteção que o espaçamento existente passa a oferecer.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

Referências

[1] Bertoni (1959), com os fatores de uso e manejo de Lombardi Neto et al. (Terraceamento agrícola, CATI, Boletim Técnico 206, 1994).

11. Movimentação de terra

Este capítulo apresenta o cálculo de volumes de movimentação de terra a partir das seções transversais de corte e aterro informadas pelo responsável técnico, pelo método das seções. O detalhamento do cálculo por seção consta na memória de cálculo; a seguir aparecem os volumes de corte e aterro calculados. Quando mais de um vetor é marcado em "Rodar sobre", o mesmo cálculo é reportado para cada alvo escolhido, com pasta e arquivos próprios.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Método das seções (média das áreas das extremidades / average-end-area):

Entre seções consecutivas: $V = \text{distância} \cdot (A_{\text{anterior}} + A)/2$.

Soma-se ao longo do eixo, separadamente para corte e aterro.

Corte total = 220,00 m³; aterro total = 200,00 m³.

Balanço = corte – aterro = 20,00 m³.

Áreas das seções (m²) e distâncias (m) são dados do responsável (topografia/projeto). O método é geométrico padrão; não há coeficiente fabricado.

Resultados

Os volumes de terraplenagem foram apurados pelo método das seções transversais (média das áreas das extremidades), a partir de 3 seções levantadas ao longo de 40,0 m de eixo. Entre duas seções consecutivas o volume é a média das áreas das extremidades multiplicada pela distância entre elas, e a soma percorre o eixo separadamente para corte e para aterro; a distância da primeira seção é zero por definição do método — não há seção anterior contra a qual medir volume. O resultado é uma INTERPOLAÇÃO entre as seções informadas, não uma medição do terreno inteiro: as áreas de corte e de aterro de cada seção e as distâncias entre elas são levantamento do responsável técnico, e o espaçamento entre seções que ele adotou é o que determina quanto do relevo entre uma seção e a seguinte o cálculo enxerga.

O eixo levantado acumula 220,00 m³ de corte e 200,00 m³ de aterro, o que dá um balanço (corte – aterro) de 20,00 m³. O corte supera o aterro: sobram 20,00 m³ de material escavado que a própria obra não reaproveita, e esse volume precisa de DESTINAÇÃO — área de bota-fora, com anuência do proprietário e o licenciamento que o órgão ambiental exigir para o depósito. A distância de transporte até esse destino não faz parte deste cálculo e costuma pesar mais no custo do que o próprio movimento de terra — o volume apurado aqui é o que o orçamento de transporte tem de receber, não o que ele já traz.

Os 220,00 m³ de corte e os 200,00 m³ de aterro são volumes GEOMÉTRICOS, medidos no estado natural do terreno. O método das seções não aplica empoamento ao material escavado nem redução por compactação ao material lançado, porque os dois fatores dependem do solo encontrado e do grau de compactação exigido em projeto — nenhum dos dois é dado desta análise. A consequência é prática: o volume de corte acima NÃO é o volume a transportar (o material solto ocupa mais que o material em banco) e o volume de aterro NÃO é o volume a escavar na origem (o material compactado ocupa menos que o material solto). A conversão entre eles exige os fatores do material, que o responsável técnico adota no projeto

executivo.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

lançã — versão de avaliação

Energia

SUSTENTABILIDADE — VIABILIDADE

12. Energia solar

Este capítulo apresenta o dimensionamento e a análise econômica de um sistema fotovoltaico a partir do consumo, da irradiação e dos parâmetros de mercado informados pelo responsável técnico. O cálculo da geração considera o performance ratio típico de sistemas fotovoltaicos bem instalados (0,75–0,80; Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos — PINHO; GALDINO, CEPEL/CRESESB, 2014 — e literatura do setor), e a compensação de energia segue a Lei federal nº 14.300/2022 (marco da geração distribuída), inclusive a fração da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição — Fio B (TUSD-Fio B) cobrada sobre a energia compensada. O detalhamento do cálculo consta na memória de cálculo; a seguir aparecem o sistema dimensionado, a análise econômica e, quando gerado, o esquema do sistema.

Método e fórmulas — memória de cálculo

Cada passo abaixo traz a grandeza calculada, seu valor e o marcador da referência técnica do método (bibliografia ao final). Os valores são determinísticos — conferíveis à mão a partir das entradas do projeto.

Entrada — premissas do cálculo:

- Consumo mensal informado: 600,0 kWh/mês
- Recurso solar local (HSP): 5,50 kWh/m²/dia
- Taxa de desempenho (PR) adotada: 0,80
- Potência unitária do painel: 550 Wp
- Potência unitária do inversor: 5,00 kW
- Tarifa de energia informada: R\$ 0,90 por kWh
- TUSD-Fio B informada: R\$ 0,30 por kWh
- CAPEX informado: R\$ 20.000,00
- Horizonte de análise: 10 anos
- Taxa de desconto adotada: 8,0 % ao ano
- Degradação anual adotada dos painéis: 0,5 %
- Inflação da tarifa adotada: 5,0 % ao ano

Passos do cálculo:

- Potência do gerador necessária ($\text{kWp} = \text{consumo} / (\text{HSP} \cdot \text{dias} \cdot \text{PR})$): 4,55 kWp [1]
- Número de módulos (arredondado para cima): 9 un
- Potência instalada ($\text{n}^\circ \text{módulos} \times \text{potência do módulo}$): 4,95 kWp
- Número de inversores (arredondado para cima): 1 un
- Geração mensal estimada ($E = \text{kWp} \cdot \text{HSP} \cdot \text{PR}$): 653,4 kWh/mês [1]

- Geração anual estimada (geração mensal $\times$ 12): 7.840,8 kWh/ano
- Fração do fio B no ano-base: 60 % [2]
- Economia do ano-base (geração $\times$ (tarifa – TUSD fio B $\times$ fração)): 5.645,38 R\$/ano [2]
- Fração do fio B na projeção: reaplicada ano a ano pelo cronograma da Lei 14.300/2022 (15 % em 2023 a 90 % em 2028, e 100 % de 2029 em diante) — o fluxo cobre 2026–2035, e cada ano usa a fração DELE, nunca a do ano-base: [2]
- Economia do último ano do horizonte (já com a fração do fio B daquele ano, a depreciação e a inflação): 6.976,27 R\$/ano [2]
- VPL — valor presente líquido do fluxo de caixa: 19.290,13 R\$
- TIR — taxa interna de retorno (zera o VPL): 25,6 %
- Payback simples (CAPEX / economia anual): 3,5 anos
- Payback descontado (fluxo de caixa descontado acumulado): 4,5 anos

Resultados

A potência do gerador não foi escolhida: ela veio de inverter a equação de geração sobre o consumo informado de 600,0 kWh/mês, com o recurso solar de 5,50 kWh/m²/dia e a taxa de desempenho de 0,80, do que resulta a potência necessária de 4,55 kWp. Com painéis de 550 Wp, isso dá 9 painéis e 1 inversor — o número de painéis é arredondado para CIMA, porque não se instala fração de painel, e é por isso que a potência instalada de 4,95 kWp EXCEDE a necessária. A geração estimada de 653,4 kWh/mês (7.840,8 kWh/ano) é a do gerador REALMENTE instalado, e não a do alvo de consumo — a diferença entre as duas é o excedente que o arredondamento produziu. A taxa de desempenho é premissa, não medição: o valor adotado está na faixa típica de sistemas bem instalados (0,75–0,80) descrita no Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (PINHO; GALDINO — CEPEL/CRESESB, 2014), é parâmetro de projeto e não é fixado por regulação — sombreamento, sujidade e temperatura de operação do sítio podem deslocá-lo, e com ele toda a geração acima.

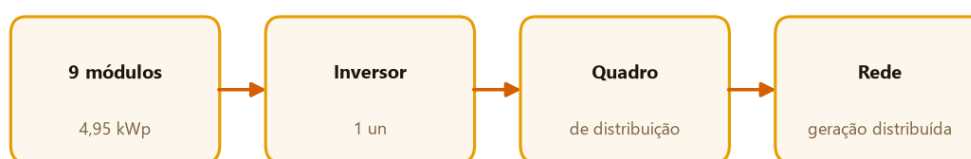
A economia anual de R\$ 5.645,38 não é a geração multiplicada pela tarifa de R\$ 0,90 por kWh: dela se desconta a parcela da TUSD-Fio B cobrada sobre a energia compensada, de R\$ 0,30 por kWh, aplicada na fração de 60 % correspondente ao ano-base 2026. Essa fração é de LEI e é crescente: a Lei federal nº 14.300/2022, art. 27, escalona a cobrança por ano-calendário de 2023 a 2028, e a partir do ano seguinte a cobrança é integral, sujeita à regulamentação da ANEEL. A premissa que o leitor precisa ter em mãos ao ler o retorno abaixo: esse escalonamento ESTÁ embutido na projeção — a economia de cada ano do horizonte usa a fração do fio B do ano-calendário correspondente, e não a do ano-base —, de modo que cada ano posterior ao ano-base rende MENOS do que renderia sob a fração congelada do ano-base, até a cobrança se estabilizar na integral. O que a projeção NÃO faz é prever a regulamentação da ANEEL depois do último ano tabelado: dali em diante ela adota a cobrança integral, que é a hipótese conservadora, e é o profissional que confere o cronograma vigente.

Sobre um CAPEX informado de R\$ 20.000,00, num horizonte de 10 anos, à taxa de desconto de 8,0 % ao ano, com depreciação anual adotada de 0,5 % e inflação da tarifa adotada de 5,0

% ao ano, o valor presente líquido do fluxo é de R\$ 19.290,13. O fluxo de caixa descontado acumulado cruza zero em 4,5 anos, isto é, dentro do horizonte analisado. Isso é leitura do MODELO, não parecer sobre o investimento: a data em que o fluxo cruza zero decorre inteiramente das premissas acima e das que produziram a economia anual, e nenhuma delas é medida pelo sistema — todas foram informadas ou adotadas pelo responsável técnico. A decisão de investir, e o exame das condições de financiamento e de contrato que ela envolve, é de quem assina.

Os valores, as escalas e as fontes que sustentam os parágrafos acima estão na ficha de dados, em “Anexo técnico — fichas de dados e síntese”.

Esquema — sistema fotovoltaico — Geral



Gerado em 23/08/2026 · Alvo: Geral

Figura 2 — Esquema: Energia solar

Referências

[1] Performance ratio (PR) típico de sistemas fotovoltaicos bem instalados: 0,75–0,80. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (PINHO; GALDINO — CEPEL/CRESESB, 2014) e literatura do setor; a EPE adota a mesma ordem de grandeza na Nota Técnica DEA-SEE 009/2023. Não é valor fixado pelo PRODIST/ANEEL — é parâmetro de projeto, editável pelo responsável técnico.

[2] Lei 14.300/2022, art. 27 (marco da geração distribuída) — fração da TUSD-Fio B cobrada sobre a energia compensada, crescente por ano-calendário (2023–2028); a partir de 2029, sujeita a regulamentação da ANEEL.

Referências e fontes

Cada capítulo cita, junto ao passo do cálculo, a norma/método usado (memorial e, quando presente, o Anexo de memórias de cálculo). Preços e composições de custo, quando exibidos, citam a fonte SINAPI/Caixa e o mês/ano de referência junto ao valor. Os dimensionamentos são TRIAGEM técnica preliminar — o responsável técnico confere os coeficientes adotados e assina.

[1] Método racional (volume de escoamento) — $Ves = C \cdot P \cdot A$ (área $\times$ lâmina de chuva $\times$ coeficiente de escoamento). C e P são dados de projeto do responsável técnico.

[2] Geometria do segmento esférico (calota) — fórmula padrão de geometria sólida para o volume de uma calota esférica dados o raio da base e a altura.

[3] Técnica das barraginhas (bacias de infiltração) — EMBRAPA MILHO E SORGO, Programa "Uma Gota de Água" (Carlos Alberto Vasconcelos). A taxa de infiltração do solo é dado de campo/literatura local do responsável técnico.

[4] ABNT NBR 5626:2020 (Versão Corrigida 2020) — sistemas prediais de água fria e água quente: o volume de reserva cobre o consumo durante interrupção do abastecimento, calculado aqui como consumo diário $\times$ dias de reserva. SITUAÇÃO DA NORMA: a ABNT NBR 5626:2020 consta VIGENTE em 2 catálogos afiliados ABNT (verificado em 05/08/2026), com Errata de 09/2020 incorporada em nova edição no mesmo mês (Versão Corrigida 2020) e confirmação publicada em 01/2025; sem substituta identificada. O número de dias de reserva é entrada do responsável técnico — nenhum valor tabelado é atribuído a esta norma aqui. Não foi conferida na fonte primária: o catálogo oficial da ABNT não aceita consulta direta. Confirme a vigência antes de usar em projeto. Referência consultada em 2026-08-05. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

[5] Tomaz (2010) — rega de jardim 2,0 L/dia/m² (a favor da segurança). Sabesp NTS 181:2012, Anexo C — lava-rápido automático 250 L/veículo. Tomaz (2010) — limpeza de pátio comum 2,0 L/dia/m². Referência consultada em 2026-07-18.

[6] Volumes de referência: 6,8 L — válvula de descarga (ABNT NBR 15857:2011, vigente); 12,0 L — caixa acoplada e 9,0 L — caixa independente (ABNT NBR 11852:1992, CANCELADA em junho de 2007 e substituída pela ABNT NBR 15491; confirme o volume na norma vigente antes de projeto novo); 5,0 L — bacia de volume de descarga reduzido (VDR), sem norma ABNT associada.

[7] Curva IDF: PDDU de Campo Grande/MS ($k=1973,15$, $a=0,178$, $b=22$, $c=0,8577$) — verifique a curva IDF do seu município.

[8] ABNT NBR 10844:1989 — vazão de projeto para calha e condutores $Q_{cap} = I \cdot A_c / 60$, com I em mm/h e A_c em m² (projeção horizontal da área de contribuição), resultando em L/min. SITUAÇÃO DA NORMA: a ABNT NBR 10844:1989 consta VIGENTE em 2 catálogos afiliados ABNT (verificado em 05/08/2026), com confirmações publicadas em 05/2014, 11/2018 e 11/2023 e SEM norma substituta identificada. A mesma ficha traz um aviso de cancelamento referido à edição de 12/1989, que contradiz o selo e o histórico de confirmações da própria página; não foi possível dirimir na fonte primária, porque o catálogo oficial da ABNT não aceita consulta direta. Confirme a vigência no catálogo oficial antes de usar em projeto. A relação

$Q_{cap} = I \cdot A_c / 60$ é uma conversão de unidades ($\text{mm/h} \times \text{m}^2 \rightarrow \text{L/min}$) e não depende da edição da norma. Referência consultada em 2026-08-05. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

[9] ABNT NBR 15527:2019 — descarte recomendado do escoamento inicial de 2 mm (2 L/m^2) da área de captação (first flush). Referência consultada em 2026-07-18. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

[10] ABNT NBR 15527:2019 — volume aproveitável $V_{ap} = (P_m \cdot A_c \cdot C \cdot e) - V_{ff}$, sendo P_m a precipitação do período, A_c a área de captação, C o coeficiente de escoamento, e a eficiência do sistema e V_{ff} o descarte do escoamento inicial. Referência consultada em 2026-08-05. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

[11] ABNT NBR 12217:1994, item 5.1.2 — aplica-se o fator 1,2 ao volume de reservação calculado, para cobrir as incertezas dos dados. SITUAÇÃO DA NORMA: a ABNT NBR 12217:1994 consta CANCELADA (verificado em 2 catálogos afiliados ABNT, 28/07/2026), sem substituta formal identificada. O fator 1,2 é mantido como referência de engenharia — não mais amparado por norma vigente — e pode ser ajustado pelo responsável técnico no campo "Fator de majoração" da tela de Reservatórios. Referência consultada em 2026-07-18. Confira a edição vigente da norma; os valores podem ser revisados.

[12] Kiehl — faixa aceitável da relação C/N para compostagem: 20–40 (abaixo de 20 perde nitrogênio, volatiliza como amônia; acima de 40 a decomposição fica mais lenta); faixa ÓTIMA, mais estreita: ~25–35 (literatura de compostagem).

[13] ABNT NBR 17076:2024 — Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte — norma vigente; cancelou e substituiu a NBR 7229:1993 e a NBR 13969:1997 em 26/04/2024. L_f , T , K e o volume útil mínimo são informados pelo responsável técnico a partir da norma vigente. O C também é dele, e pode ser adotado da Tabela 1 (item 5.11.3) quando ele declara essa base — as quatro contribuições residenciais/rurais dela estão conferidas no exemplar licenciado (16/08/2026); nenhum outro valor tabelado é embutido.

[14] ABNT NBR 17076:2024, item 5.11.3, Tabela 1 — contribuição de lodo fresco (L_f) para residência, padrão médio: 1,0 L/pessoa/dia.

[15] Valores típicos de esgoto doméstico — von Sperling (Introdução à qualidade das águas) e Metcalf & Eddy (Wastewater Engineering); confira a característica real.

[16] Custos de referência: SINAPI/Caixa MS 06/2026 (base pública oficial). O custo final é de responsabilidade do profissional.

[17] Bertoni (1959), com os fatores de uso e manejo de Lombardi Neto et al. (Terraceamento agrícola, CATI, Boletim Técnico 206, 1994).

[18] Performance ratio (PR) típico de sistemas fotovoltaicos bem instalados: 0,75–0,80. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (PINHO; GALDINO — CEPEL/CRESESB, 2014) e literatura do setor; a EPE adota a mesma ordem de grandeza na Nota Técnica DEA-SEE 009/2023. Não é valor fixado pelo PRODIST/ANEEL — é parâmetro de projeto, editável pelo responsável técnico.

[19] Lei 14.300/2022, art. 27 (marco da geração distribuída) — fração da TUSD-Fio B cobrada sobre a energia compensada, crescente por ano-calendário (2023–2028); a partir de 2029,

sujeita a regulamentação da ANEEL.

lansã · Análises Ambientais · “Ventos que trazem mudanças.”

lansã — versão de avaliação

Anexo técnico — fichas de dados e síntese

O material de conferência deste estudo. A ficha de dados traz valor, escala e fonte item a item. A síntese reúne as grandezas-chave declaradas pelos capítulos. O corpo do documento interpreta estes números; é aqui que eles podem ser conferidos um a um.

Barraginhas / Bacias de Infiltração

BARRAGINHAS / BACIAS DE INFILTRAÇÃO — dimensionamento preliminar

Área de contribuição: 1,00 ha (10.000,0 m²)

Chuva de projeto (P): 30,0 mm

Coeficiente de escoamento (C): 0,50

Volume de escoamento por evento (Ves): 150,00 m³

Diâmetro da barraginha (D): 3,00 m

Profundidade da barraginha (h): 0,50 m

Volume unitário (V_{unit}): 1,833 m³

Número de barraginhas estimado: 82

Taxa de infiltração do solo: 15,00 mm/h

Área do fundo (aproximada): 7,07 m²

Tempo estimado de infiltração/esvaziamento: 17,28 h

Técnica: barraginhas (bacias de infiltração) — EMBRAPA MILHO E SORGO, Programa "Uma Gota de Água". Volume de escoamento pelo método racional ($Ves = C \cdot P \cdot A$); volume unitário pelo modelo geométrico de calota esférica (segmento esférico de diâmetro D e profundidade h); tempo de infiltração = volume unitário ÷ (taxa de infiltração × área em planta da barraginha).

O coeficiente de escoamento (C), a chuva de projeto (P), a taxa de infiltração do solo e as dimensões da barraginha (D, h) são dados de projeto/campo informados pelo responsável técnico — não há tabela normativa fixa para eles neste dimensionamento.

Drenagem Pluvial

DRENAGEM PLUVIAL — MÉTODO RACIONAL

Área de drenagem (A): 72,000 ha

Coeficiente de escoamento (C): 0,50

Período de retorno (Tr): 5,0 anos

Tempo de concentração (tc): 57,00 min (Kirpich)

Comprimento do talvegue (L): 2,000 km

Desnível (H): 8,00 m

Parâmetros IDF: K=500,0000 m=1,0000 b=10,0000 n=1,0000

Intensidade pluviométrica (i): 37,31 mm/h

Vazão de pico (Q): 3,7313 m³/s (3.731,3 L/s)

Conduto (dimensionamento por Manning, seção circular plena):

Rugosidade de Manning (n): 0,0130

Declividade (S): 0,00500 m/m

Diâmetro teórico: 1,344 m (1344 mm)

Arredonde para o diâmetro comercial disponível (catálogo do fabricante/norma) imediatamente IGUAL OU MAIOR que o teórico.

Método: intensidade pela curva IDF na forma de Talbot/Sherman ($i = K \cdot T_r^m / (t_c + b)^n$) — parâmetros K, m, b, n do estudo/posto pluviográfico local, fornecidos pelo responsável técnico. Vazão de pico pelo Método Racional ($Q = C \cdot i \cdot A / 360$), C = coeficiente de escoamento superficial de projeto/norma local.

Reservatórios de água

RESERVA PREDIAL (ABNT NBR 5626:2020)

Consumo diário: 30.000,0 L/dia

Dias de reserva: 2,0

Volume de reserva: 60.000,0 L (60,00 m³)

Base: ABNT NBR 5626:2020 (reservação de água fria predial) — o volume de reserva cobre o consumo durante interrupção do abastecimento. O número de dias de reserva é decisão de projeto do responsável.

Água de chuva

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA — dimensionamento

Consumo mensal de água não potável:

- Descargas: 4.488,0 L/mês
- Rega: 800,0 L/mês
- Lava-veículos: 1.000,0 L/mês
- Limpeza pátio: 240,0 L/mês
- TOTAL: 6.528,0 L/mês
- TOTAL no ano: 78.336,0 L/ano

Captação — entradas do cálculo:

- Área de captação (Ac): 100,0 m²
- Coeficiente de escoamento da cobertura (C): 0,90
- Eficiência do sistema de captação (e): 0,95
- Intensidade pluviométrica (curva IDF): 155,6 mm/h

Captação — resultados:

- Vazão de projeto (calha/condutor): 259,3 L/min
- Descarte inicial (first flush): 200,0 L
- Volume aproveitável anual: 119.924,8 L/ano

Reservatórios:

- Inferior (Rippl): 13.508,3 L (13,51 m³)
- Elevado: 179,5 L
- Balanço do ano — oferta: 119.924,8 L/ano · demanda: 78.336,0 L/ano
- Oferta cobre a demanda anual: sim

Biodigestor

BIODIGESTOR — DIMENSIONAMENTO

Entradas

Vazão de afluenta (Q): 10,00 m³/dia
Tempo de retenção hidráulica (TRH): 30,0 dias
Concentração de sólidos voláteis: 2,000 kg SV/m³
Produção específica de biogás: 0,350 m³ biogás/kg SV
Teor de metano (%CH₄): 60,0 %
PCI do biogás: 6,50 kWh/m³

Resultados

Volume do reator: 300 m³
Carga de sólidos voláteis: 20,0 kg SV/dia
Produção de biogás: 7,00 m³/dia
Produção de metano (CH₄): 4,20 m³/dia
Energia disponível: 45,5 kWh/dia
Potência média disponível: 1,90 kW

Fórmulas: $V = Q \times TRH$; $SV = Q \times \text{concentração de SV}$; $\text{Biogás} = SV \times \text{produção específica}$; $CH_4 = \text{Biogás} \times \%CH_4$; $\text{Energia} = \text{Biogás} \times \text{PCI}$ (convertida a kWh/dia quando o PCI é informado em MJ/m³, com 1 kWh = 3,6 MJ); $\text{Potência média} = \text{Energia} \div 24 \text{ h}$.

Os coeficientes de substrato/tecnologia (TRH, concentração de SV, produção específica de biogás, %CH₄ e PCI) são os informados por você, conforme a referência técnica adotada (ex.: Probiogás/GIZ, Embrapa, literatura) — este software não fixa esses valores.

Compostagem

COMPOSTAGEM — dimensionamento da leira

Entrada:

- Geração diária: 10,0 kg/dia
- Tempo de compostagem: 90,0 dias
- Densidade do material: 500,0 kg/m³ (medida ou adotada pelo responsável técnico)
- Seção da leira: 1,00 m de altura × 1,50 m de largura

Dimensionamento:

- Massa em processo: 900,0 kg
- Volume da leira: 1,80 m³
- Comprimento (na seção informada): 1,20 m
- Relação C/N da mistura, sobre 2 materiais informados: 23,8 (aceitável)
(aceitável 20–40; ótima 25–35, Kiehl; baixa perde N, alta decompõe devagar)

Tratamento de efluentes

TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS — dimensionamento

Uso/ocupação: Residência padrão médio

Número de contribuintes (N): 5 pessoas

Vazão de projeto: 650,0 L/dia

Tanque séptico (ABNT NBR 17076:2024):

- Volume útil: 1.935,0 L
- $C=130,0 \text{ L/pessoa} \cdot \text{dia} \cdot T=1,00 \text{ d} \cdot K=57,0$

Filtro anaeróbio (ABNT NBR 17076:2024):

- Volume útil: 1.040,0 L

Qualidade (von Sperling / Metcalf & Eddy):

- DBO bruta: 300,0 mg/L → tratada: 48,8 mg/L

Disposição no SOLO (infiltração — ABNT NBR 17076:2024):

- Área de infiltração: 16,2 m² (taxa pela textura 'franco' (módulo Solo) — valor de partida do módulo, sem fonte primária identificada — exige confirmação pelo ensaio de absorção in loco da norma vigente)

Parâmetros C, T, K e volume mínimo informados pelo responsável técnico conforme a norma vigente (ABNT NBR 17076:2024, que substituiu a NBR 7229:1993 e a NBR 13969:1997 em 26/04/2024).

Valores de qualidade são DEFAULTS editáveis; o responsável técnico ajusta ao caso real (medição/exigência do órgão).

Orçamento (SINAPI)

ORÇAMENTO — SINAPI

Planilha orçamentária:

- [12345] Caixa d'água 1000 L — 2 un × R\$ 800,00 = R\$ 1.600,00 [manual]
- [999] Tubo PVC 100mm — 10 m × R\$ 30,00 = R\$ 300,00 [planilha]

Custo direto (itens com preço): R\$ 1.900,00

BDI: 20,00 %

TOTAL COM BDI: R\$ 2.280,00

Custos de referência: SINAPI/Caixa MS 06/2026 (base pública oficial). O custo final é de responsabilidade do profissional.

PRAD — Recuperação de Áreas Degradadas

PRAD — PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Áreas degradadas: 2 · total: 4,00 ha · maior prazo: 24 meses

1. Talude 1 — 2,50 ha

Degradação: erosão

Medida de recuperação: revegetar (prazo 12 meses)

2. Talude 2 — 1,50 ha

Degradação: voçoroca

Medida de recuperação: conter (prazo 24 meses)

Terraceamento (Lombardi Neto)

TERRACEAMENTO — dimensionamento/espçamento entre terraços (Lombardi Neto et al., 1994)

Declividade do terreno: 7 %

Faixa de declividade documentada do método: 3 % a 20 %

Solo: Grupo A — resistência alta (solos profundos e permeáveis) (K = 1,25)

Uso/cultura: Amendoim, algodão, arroz, alho, cebola, girassol, fumo (u = 0,75)

Manejo do solo: Arado de disco ou aiveca — restos incorp./queimados (m = 0,75)

Fator de manejo (Quadro 3) — extremos tabelados: 0,50 a 2,00

Espçamento vertical (EV): 1,31 m

Espçamento horizontal (EH): 18,71 m

Comprimento de rampa: 150,0 m

Número de terraços estimado: 9

Fórmula: $EV = 0,4518 \cdot K \cdot D^{0,58} \cdot ((u+m)/2)$; $EH = 100 \cdot EV / D$ (D = declividade em %) — Bertoni (1959), com os fatores de uso e manejo de Lombardi Neto et al. (Terraceamento agrícola, CATI, Boletim Técnico 206, 1994).

FASE 1 — este relatório traz só o espaçamento (dimensionamento numérico). O traçado vetorial dos terraços sobre a curva de nível fica para uma versão futura (Fase 2).

Movimentação de terra

MOVIMENTAÇÃO DE TERRA — VOLUMES DE CORTE E ATERRO

Seções: 3 · comprimento total: 40,0 m

Volume de corte: 220,00 m³

Volume de aterro: 200,00 m³

Balanço (corte – aterro): 20,00 m³

→ Excesso de corte de 20,00 m³ (prever bota-fora / destinação).

Método das seções (média das áreas das extremidades): $V = \Sigma d \cdot (A_{\text{ant}} + A)/2$, por seção. Áreas e distâncias levantadas pelo responsável (topografia/projeto).

Energia solar

SISTEMA FOTOVOLTAICO — dimensionamento e viabilidade

Entrada — premissas do cálculo:

- Consumo mensal informado: 600,0 kWh/mês
- Recurso solar local (HSP): 5,50 kWh/m²/dia
- Taxa de desempenho (PR) adotada: 0,80
- Potência unitária do painel: 550 Wp
- Potência unitária do inversor: 5,00 kW
- Tarifa de energia informada: R\$ 0,90 por kWh
- TUSD-Fio B informada: R\$ 0,30 por kWh
- CAPEX informado: R\$ 20.000,00
- Horizonte de análise: 10 anos
- Taxa de desconto adotada: 8,0 % ao ano
- Degradação anual adotada dos painéis: 0,5 %
- Inflação da tarifa adotada: 5,0 % ao ano

Gerador:

- Potência necessária: 4,55 kWp

- Módulos: 9 · Potência instalada: 4,95 kWp
- Inversores: 1
- Geração estimada: 653,4 kWh/mês (7.840,8 kWh/ano)

Viabilidade econômica (geração distribuída, Lei 14.300/2022 — fio B):

- Fração do fio B no ano-base: 60 %
- Fração do fio B na projeção: reaplicada ano a ano pelo cronograma da Lei 14.300/2022 (15 % em 2023 a 90 % em 2028, e 100 % de 2029 em diante) — o fluxo cobre 2026–2035, e cada ano usa a fração DELE, nunca a do ano-base
- Economia anual estimada (ano-base): R\$ 5.645,38
- VPL: R\$ 19.290,13
- TIR: 25,6 %
- Payback simples: 3,5 anos
- Payback descontado: 4,5 anos

Síntese dos resultados

Grandezas-chave extraídas dos capítulos — os mesmos valores dos memoriais de cálculo, reunidos para leitura rápida; a interpretação é do responsável técnico.

Barraginhas / Bacias de Infiltração

- Volume de escoamento por evento (Ves): 150,00 m³
- Número de barraginhas estimado: 82

Drenagem Pluvial

- Vazão de pico (Q): 3,7313 m³/s
- Intensidade pluviométrica (i): 37,31 mm/h

Reservatórios de água

- Volume de reserva: 60.000,0 L
- Consumo diário: 30.000,0 L/dia

Água de chuva

- Volume aproveitável anual: 119.924,8 L/ano
- Reservatório inferior (Rippl): 13.508,3 L

Biodigestor

- Energia disponível: 45,5 kWh/dia
- Potência média disponível: 1,90 kW

Compostagem

- Massa em processo: 900,0 kg

- Volume da leira: 1,80 m³

Tratamento de efluentes

- Volume útil do tanque séptico: 1.935,0 L
- DBO tratada: 48,8 mg/L

Orçamento (SINAPI)

- Custo direto (itens com preço): R\$ 1.900,00
- Total com BDI: R\$ 2.280,00

PRAD — Recuperação de Áreas Degradadas

- Áreas degradadas: 2
- Total de área a recuperar: 4,00 ha

Terraceamento (Lombardi Neto)

- Espaçamento vertical (EV): 1,31 m
- Número de terraços estimado: 9

Movimentação de terra

- Volume de corte: 220,00 m³
- Volume de aterro: 200,00 m³

Energia solar

- Potência instalada: 4,95 kWp
- Geração estimada: 7.840,8 kWh/ano