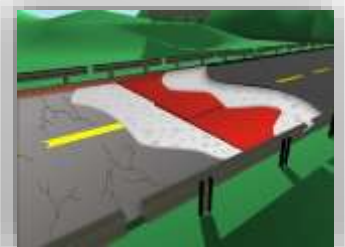
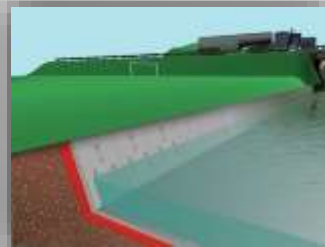
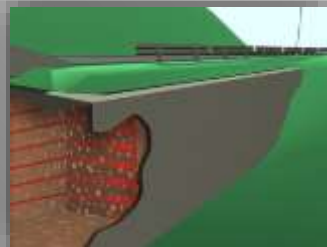


Aplicação de Geossintéticos no Tratamento de Resíduos

Eng. Fernando Lavoie

Mestre em Geotecnia



Geotecnia

Definição



mecânica dos solos

+

mecânica das rochas

+

geologia de engenharia

Geossintéticos

Definição

GEO



GEOTECNIA

SINTÉTICO



MATÉRIA PRIMA



Funções Antigas

Soluções Modernas



Muralha da China (200 a.C.)



Itatiba/SP (2006 d.C.)

Evolução dos materiais

Matérias Primas



Fibras naturais



Fibras poliméricas

Geossintéticos

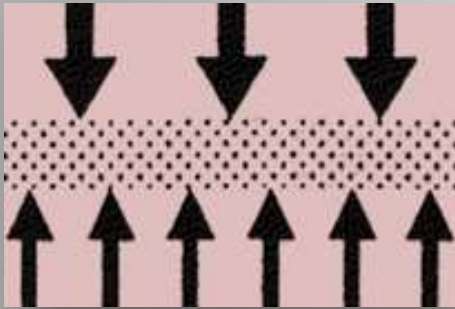
Família de Produtos

- ✓ Geotêxteis
- ✓ Geogrelhas
- ✓ Georredes
- ✓ Geomembranas
- ✓ Geocélulas
- ✓ Geocompostos

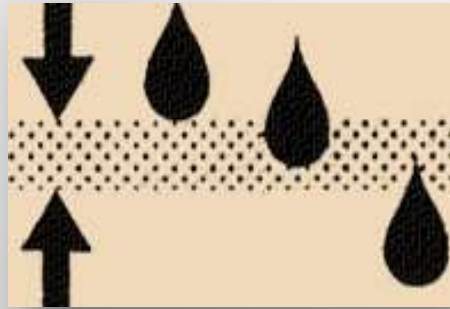


Geossintéticos

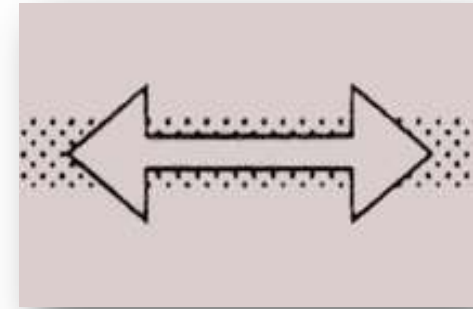
Funções e Aplicações



Separação



Filtração



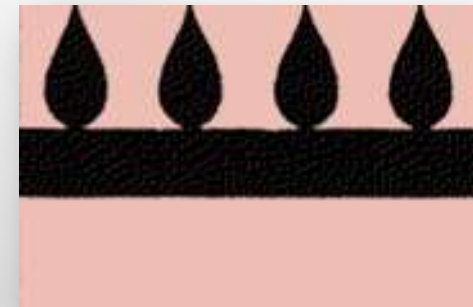
Reforço



Drenagem

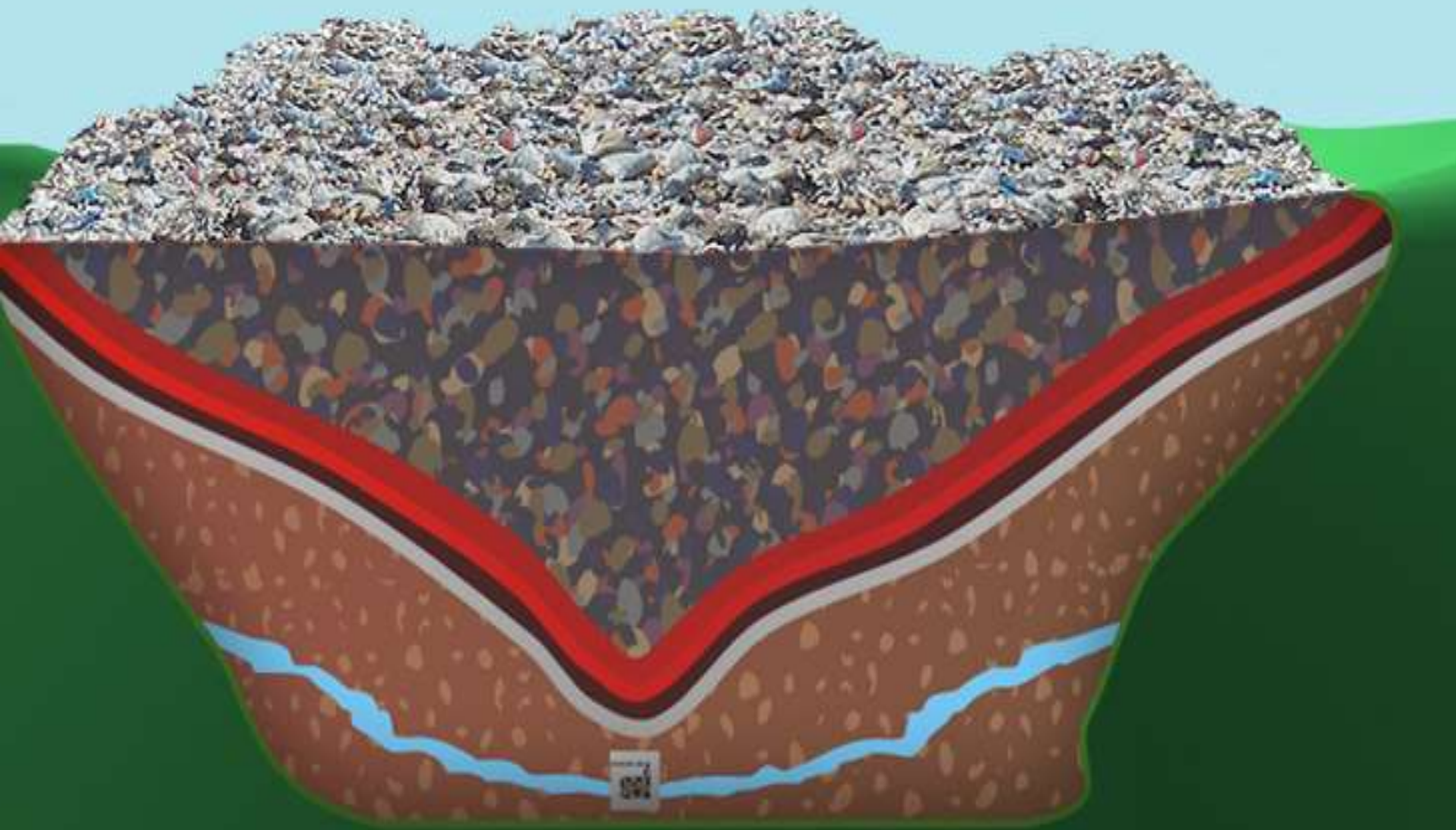


Controle de erosão



Impermeabilização

Aterros Sanitários



Aterros Sanitários

Curitiba



Aterros Sanitários

São Paulo



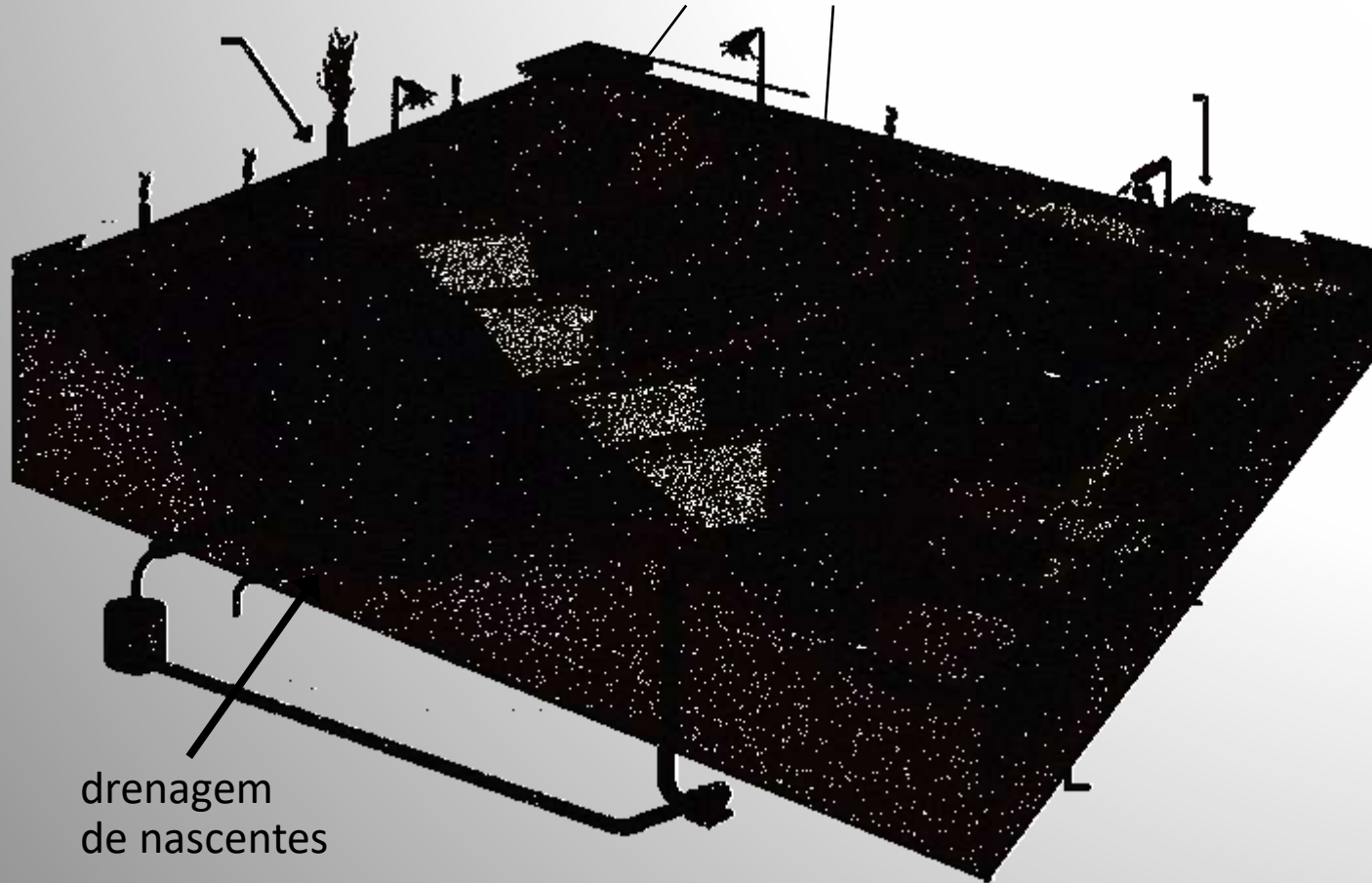
Aterros Sanitários

São Paulo



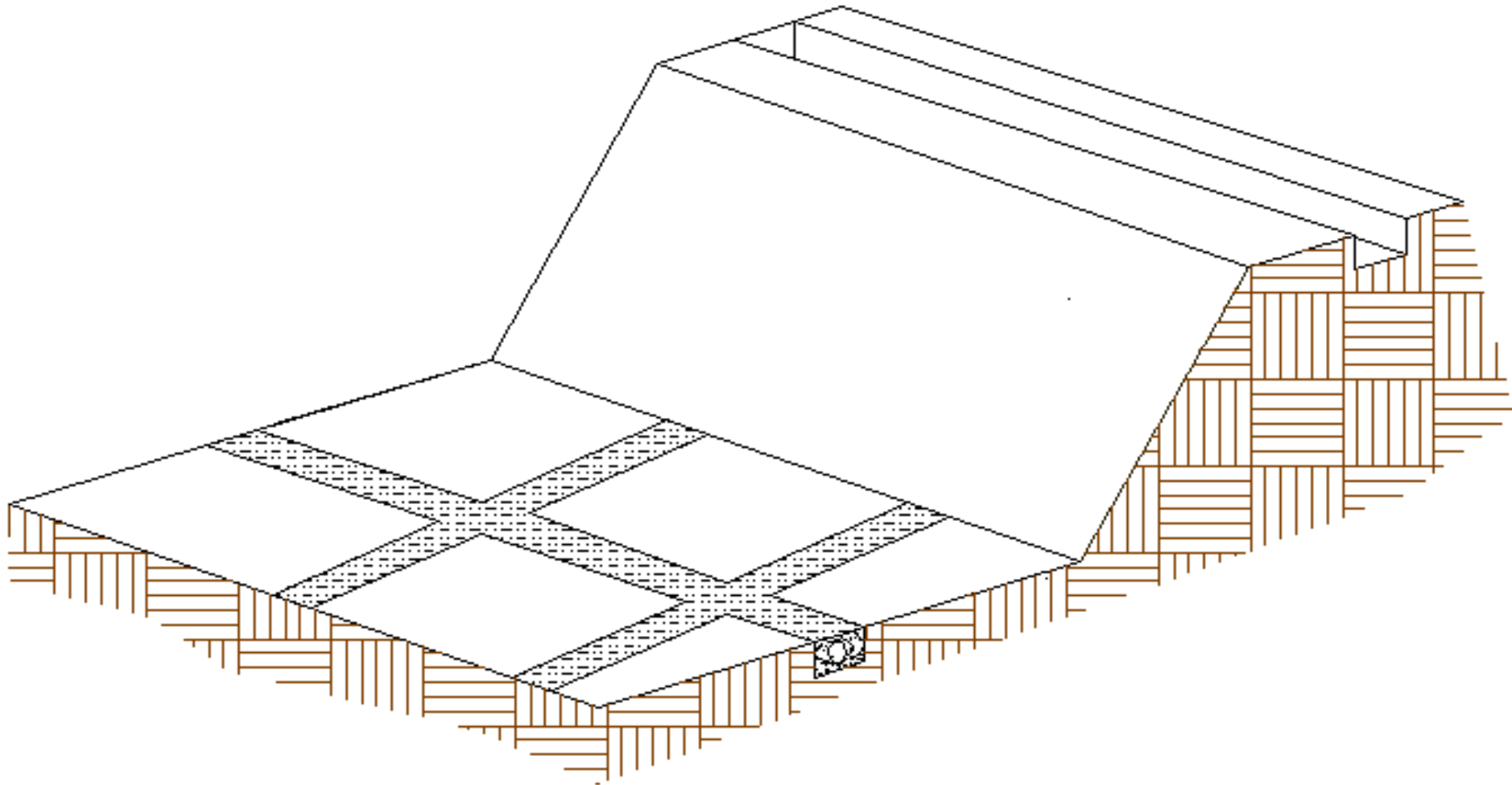
Aterros Sanitários

Elementos Básicos



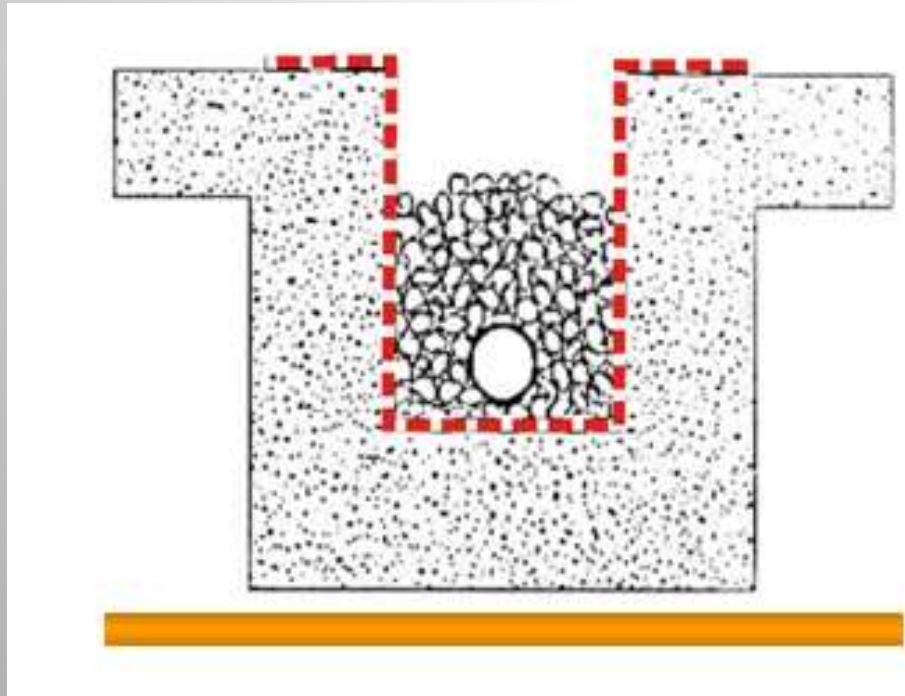
Aterros Sanitários

Drenagem Sub-Superficial



Aterros Sanitários

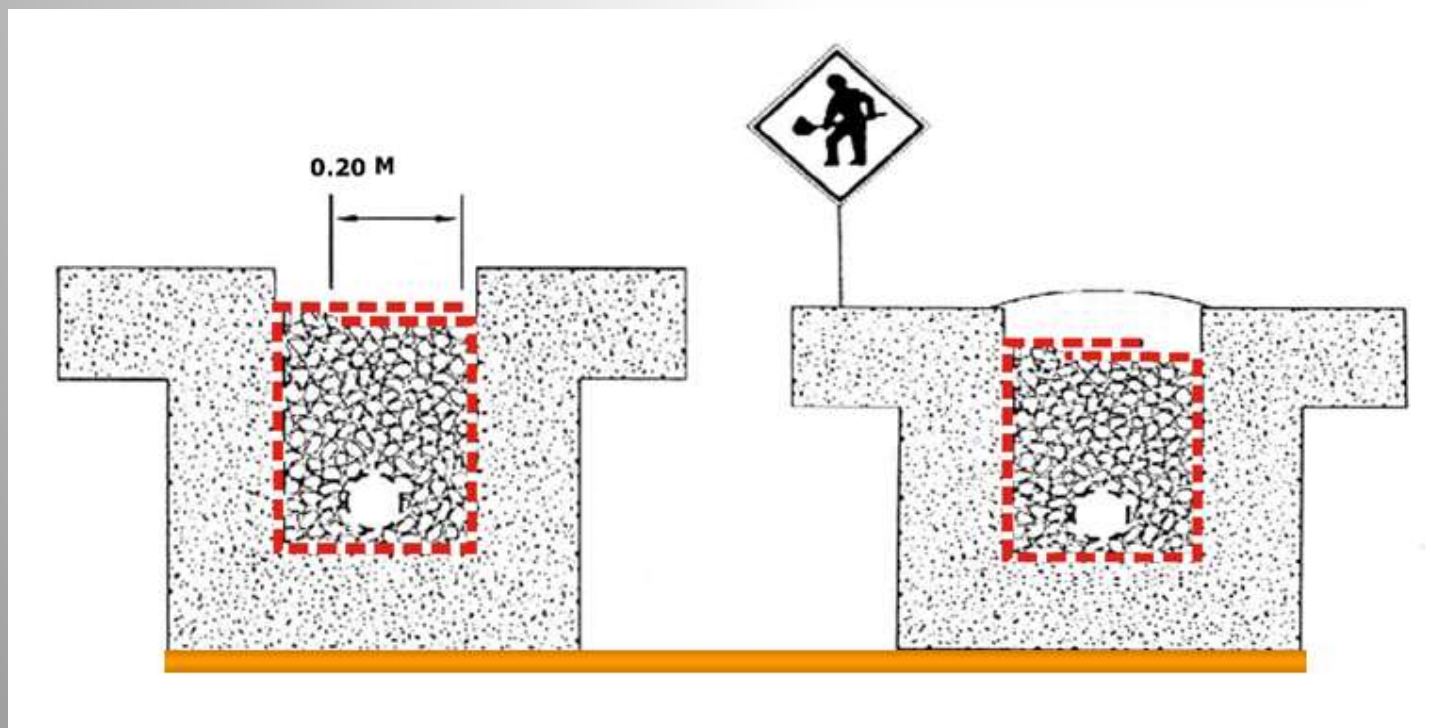
Drenagem Sub-Superficial



Dobrar as bordas do geotêxtil para fora da vala, para facilitar o lançamento do material drenante

Aterros Sanitários

Drenagem Sub-Superficial



Sobreposição mínima de 20 cm;

Parte superior deve ser selada rapidamente para prevenir o acesso de sujeira/enxurradas

Aterros Sanitários

Drenagem Sub-Superficial



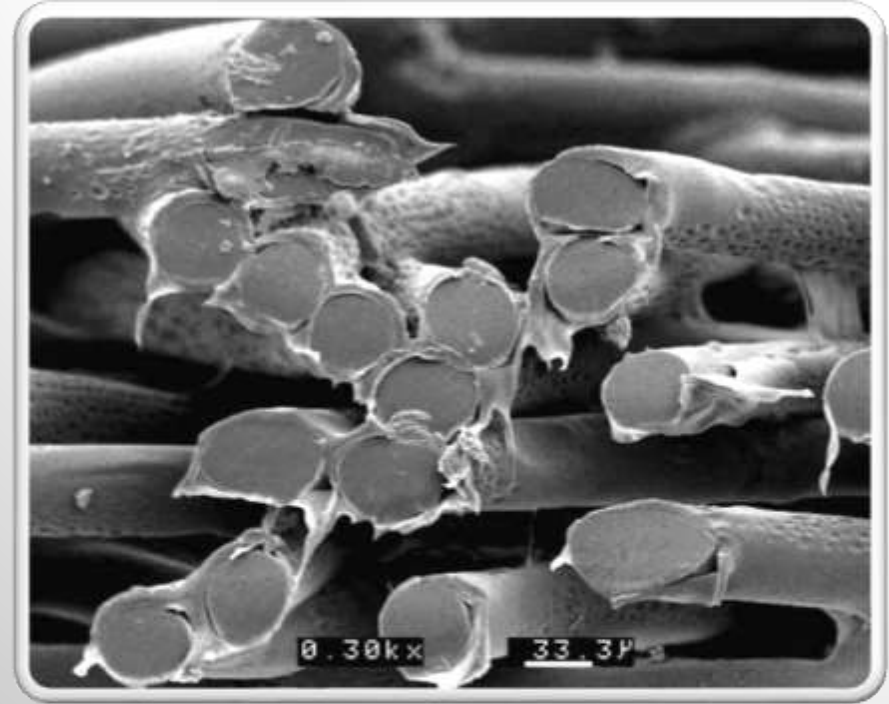
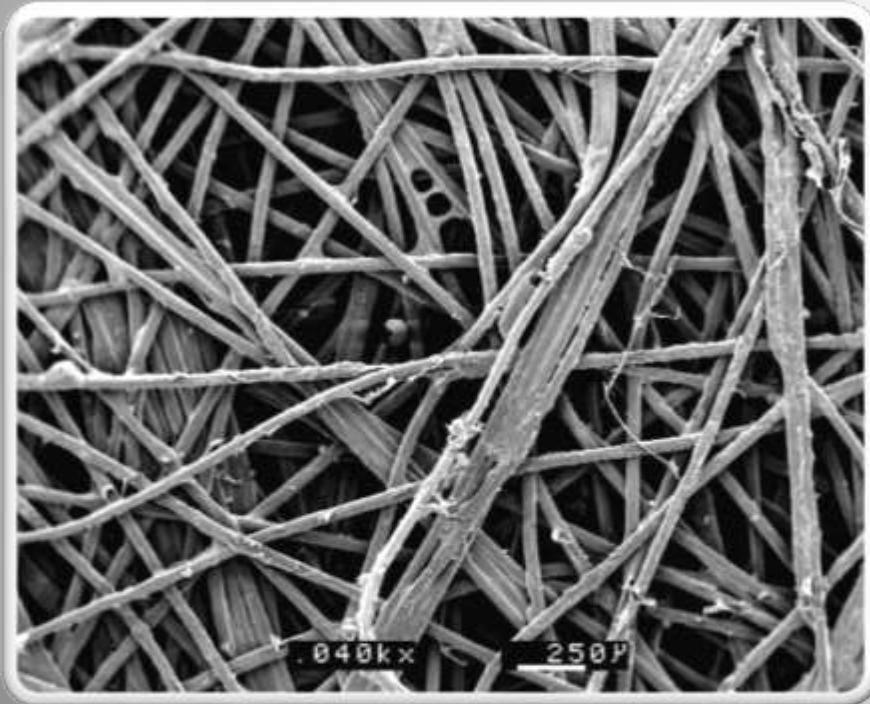
Aterros Sanitários

Drenagem Sub-Superficial



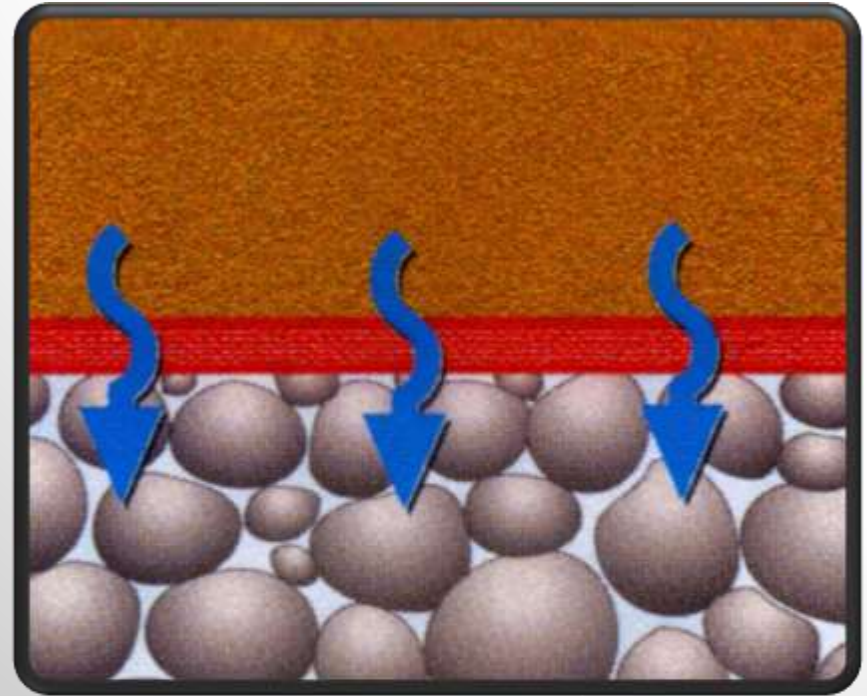
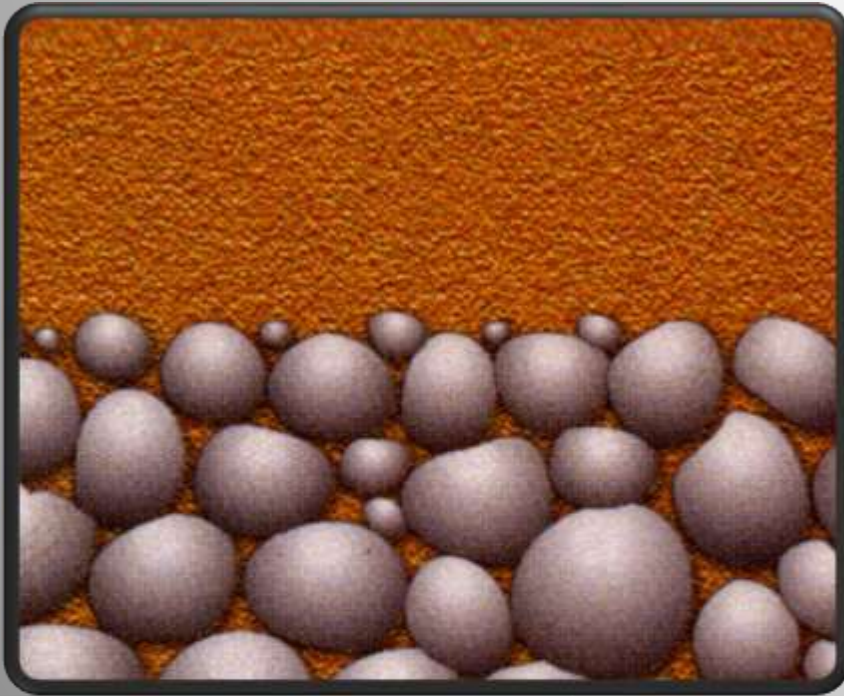
Geotêxtil Nãotecido

Elemento de Filtro



Geotêxtil Nãotecido

Elemento de Filtro



Geotêxtil Nãotecido

NORMA ABNT NBR 15224



Tabela 1 – Requisitos Mecânicos

Propriedades	NBR	I	I	II	II
Alongamento à carga máxima %	12824	≤ 30	> 30	≤ 30	> 30
Resistência à tração kN/m	12824	20	8	30	12
Resistência ao puncionamento kN	13359	3,0	1,5	4,3	2,3

Nível I: Trincheiras pouco profundas, terreno bem regularizado, agregado pouco contundente e compactação leve;

Nível II: Adotado quando pelo menos quando uma das solicitações do Nível I não se verificar.

Geotêxtil Nãotecido

NORMA ABNT NBR 15224

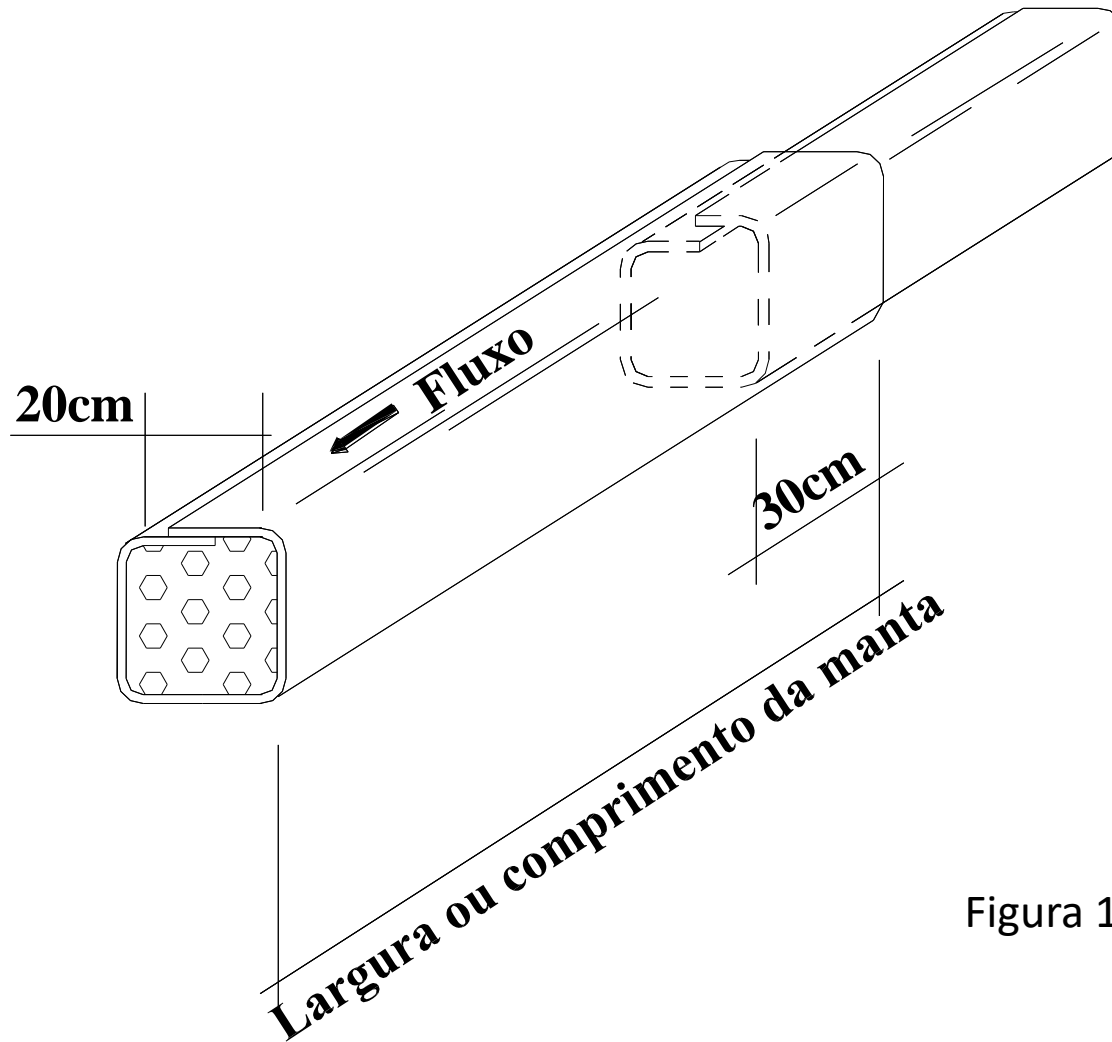


Figura 1 - Sobreposição Mínima

Geotêxtil Nãotecido

NORMA ABNT NBR 15224

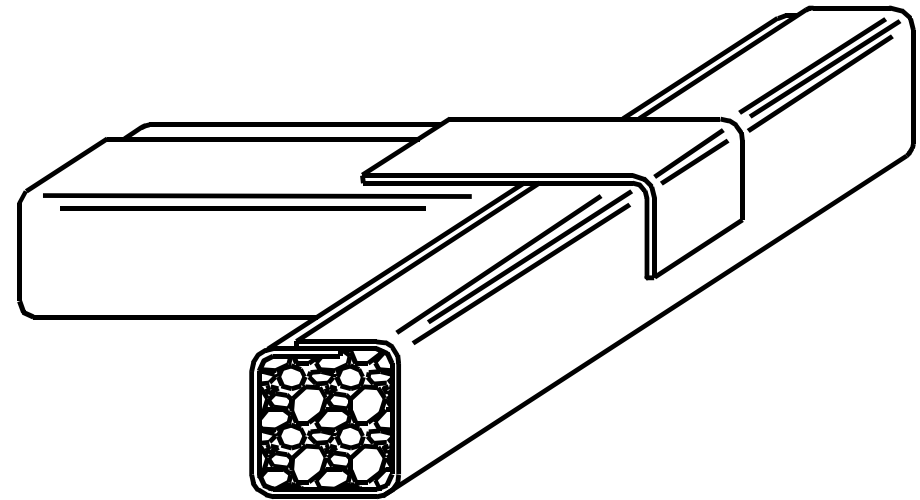
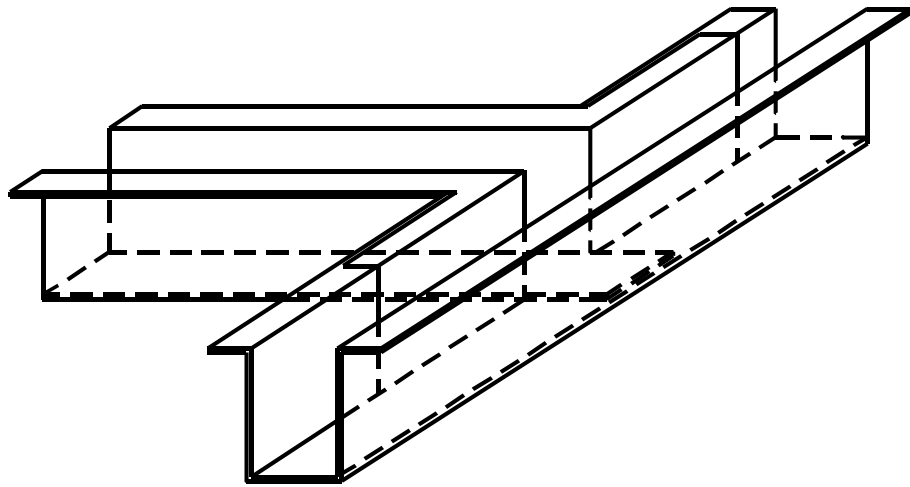


Figura 2 - Interseção da Trincheira

Geotêxtil Nãotecido

DIMENSIONAMENTO FILTRAÇÃO

Filtros em Drenos Subterrâneos

Função Principal ▶ Filtração - F

Critério de filtro do CFGG (Comitê Francês de Geotêxteis e Geomembranas)
- Particularmente eficiente para Geotêxteis nãotecidos -

Critério de Permeabilidade ▶▶▶

$$k_n \geq A \cdot k_s$$

Onde: k_s = coeficiente de permeabilidade do solo base

A = constante do método utilizado

k_n = coeficiente de permeabilidade normal do Geotêxtil

Aplicação	Coeficiente A (adimensional) numericamente igual a:
Situações com baixos gradientes hidráulicos e solos limpos, tipicamente arenosos	$t_g \cdot 10^3$
Situações com baixos gradientes e solo de baixa permeabilidade, silto-argiloso	$t_g \cdot 10^4$
Situações com gradientes elevados em obras de grande responsabilidade	$t_g \cdot 10^5$

Geotêxtil Nãotecido

DIMENSIONAMENTO FILTRAÇÃO

Filtros em Drenos Subterrâneos

Critério de Retenção



$$O_f \leq C \cdot d_{85}$$

- Onde:** d_{85} = diâmetro das partículas de solo base tal que 85%, em peso, sejam inferiores a este diâmetro.
 C = constante do método utilizado.
 O_f = abertura de filtração do Geotêxtil.

Fatores do coeficiente C , (adimensional)	Valores a serem usados	Situações de Utilização
C_1 - Fator Granulométrico	1,00	Solos bem graduados e contínuos
	0,80	Solos uniformes e contínuos
C_2 - Fator de Adensamento	1,25	Solos densos e confinados
	0,80	Solos fofos e não confinados
C_3 - Fator Hidráulico	1,00	Gradiente menor que 5
	0,80	Gradiente entre 5 e 20
	0,60	Gradiente entre 21 e 40 ou fluxo reverso
C_4 - Fator de Função	1,00	Apenas função de filtro
	0,30	Função de filtro e dreno

Geotêxtil Nãotecido

DIMENSIONAMENTO FILTRAÇÃO



Exemplo: Silte argiloso pouco arenoso com

$$k_s = 6 \times 10^{-5} \text{ cm/s} / d_{85} = 115 \text{ } \mu\text{m}$$

Geotêxtil Nãotecido de $300 \text{ g/m}^2 \Rightarrow 2,70 \text{ mm}$

Geotêxtil Nãotecido

DIMENSIONAMENTO FILTRAÇÃO



Critério de Permeabilidade:

$$k_n = A \times k_s$$

$$A = 2,70 \times 10^{-3} \times 10^4 = 27$$

$$k_n = 27 \times 6 \times 10^{-5} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$$

Geotêxtil Nãotecido

DIMENSIONAMENTO FILTRAÇÃO



Critério de Retenção:

$$O_f = C \times d_{85}$$

$$C = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,0$$

$$O_f = 1,0 \times 115 = 115 \mu\text{m}$$

Geotêxtil Nãotecido

DIMENSIONAMENTO FILTRAÇÃO

Especificações Técnicas

Propriedades		Norma	Un	GF7/130	GF8/150	GF9/180	GF10/200	GF14/250	GF16/300	GF21/400	GF26/500	GF31/600	
MECÂNICAS	Resistência à Tração em Faixa Larga	ABNT NBR 12824	T	kN/	7	8	9	10	14	16	21	26	31
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
			L	kN/	6	7	8	9	12	14	19	23	27
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533	T	N	160	200	240	260	300	340	540	720	770	
		L	N	170	220	260	280	350	420	620	800	980	
Resistência Puncionamento - CBR	ABNT NBR 13359		kN	1,20	1,30	1,55	1,80	2,35	2,60	3,60	4,90	6,00	
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491		s ⁻¹	2,35	2,1	1,85	1,77	1,48	1,31	1,02	0,87	0,74
	Permeabilidade Normal	ASTM D 4491		cm/s	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Transmissividade	ASTM D 4716		m ² /s	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,10E-05	1,20E-05	1,50E-05	1,80E-05	2,10E-05
	Abertura de Filtração (O95)	AFNOR G 38017		µm	160	150	140	130	120	110	80	70	60
Retenção de Asfalto	Task Force 25#8		l/m ²	1,3	1,5	1,8	2						
FÍSICAS	Comprimento Bobina*			m	100								
	Largura Bobina*			m	2,15 E 4,30								
	Matéria Prima				100% Poliéster ou 100% Polipropileno								
	Ponto de Fusão				100% Poliéster - 260°C / 100% Polipropileno - 165°C								

Geotêxtil Nãotecido

DIMENSIONAMENTO FILTRAÇÃO



Comparação com a Especificação:

$$k_n \geq 1,6 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$$

$$k_{n\ 300} = 4 \times 10^{-1} \text{ cm/s} \Leftrightarrow \text{OK}$$

$$O_f \leq 115 \text{ }\mu\text{m}$$

$$O_{f\ 300} = 110 \text{ }\mu\text{m} \Leftrightarrow \text{OK}$$

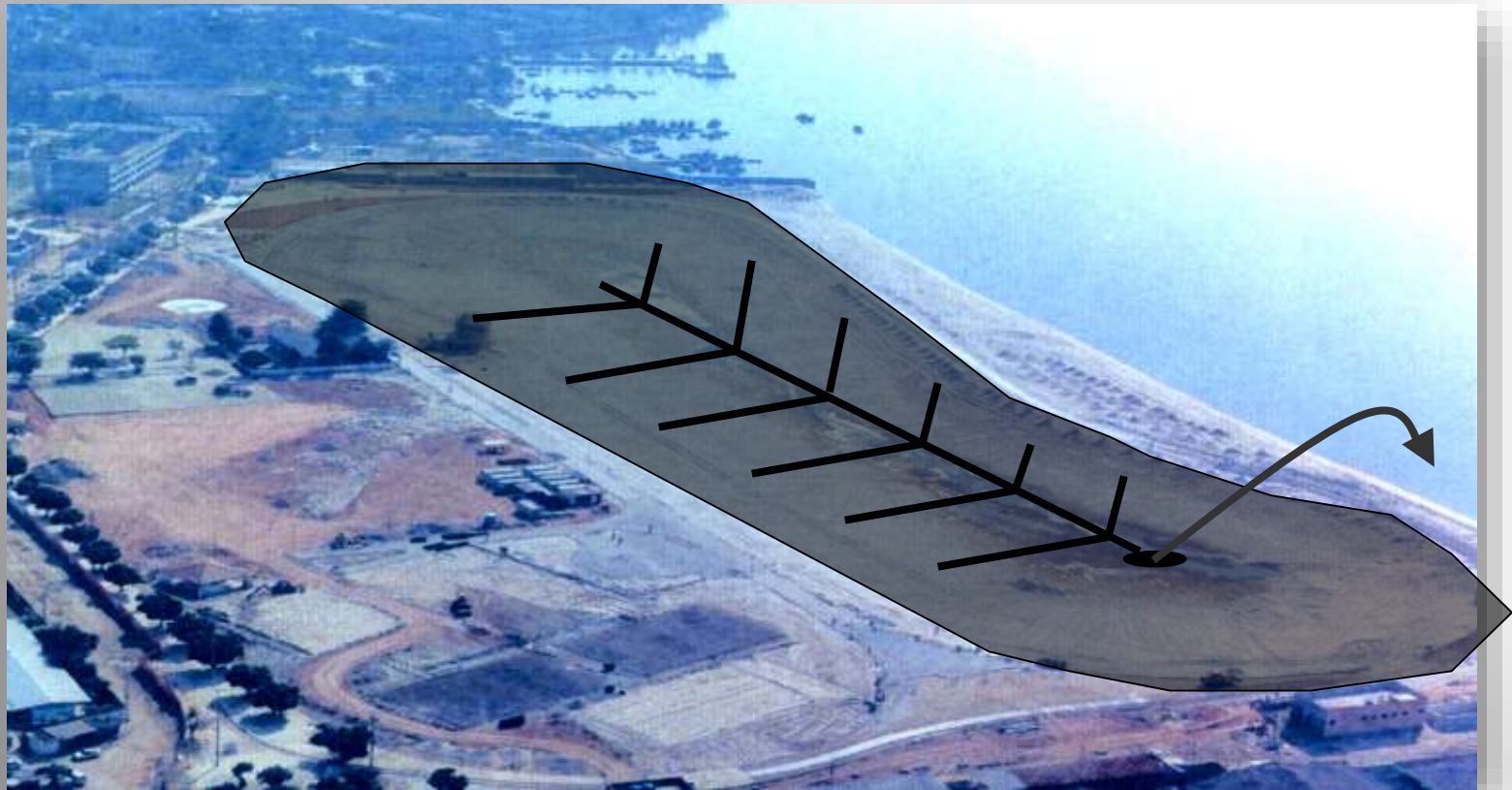
Praia de Ramos

Praias Artificiais



Praia de Ramos

Praias Artificiais



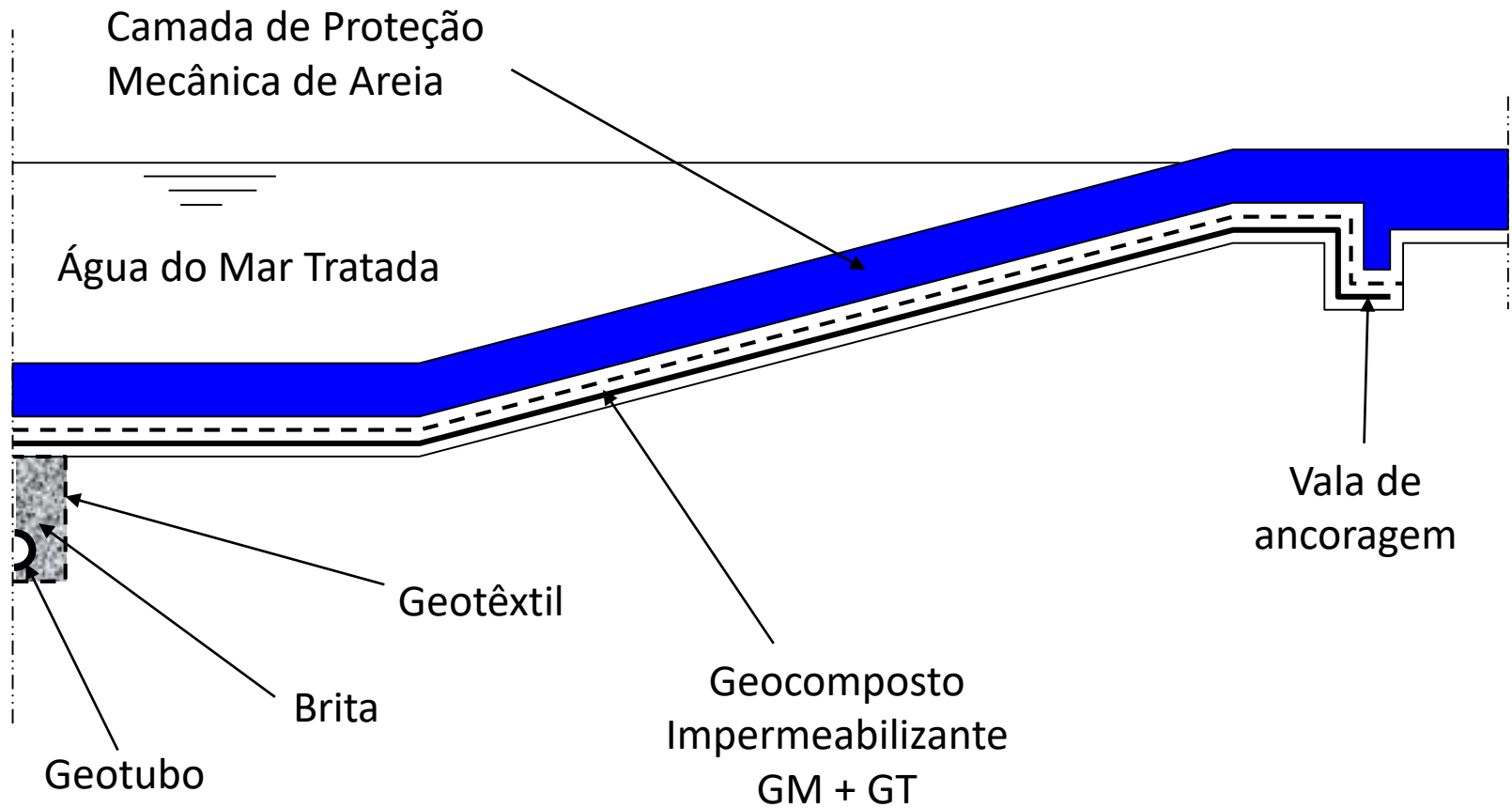
**sistema drenante em
trincheiras com geotêxtil**



**camada impermeabilizante
com geocomposto**

Praia de Ramos

Praias Artificiais



Praia de Ramos

Praias Artificiais



Praia de Ramos

Praias Artificiais



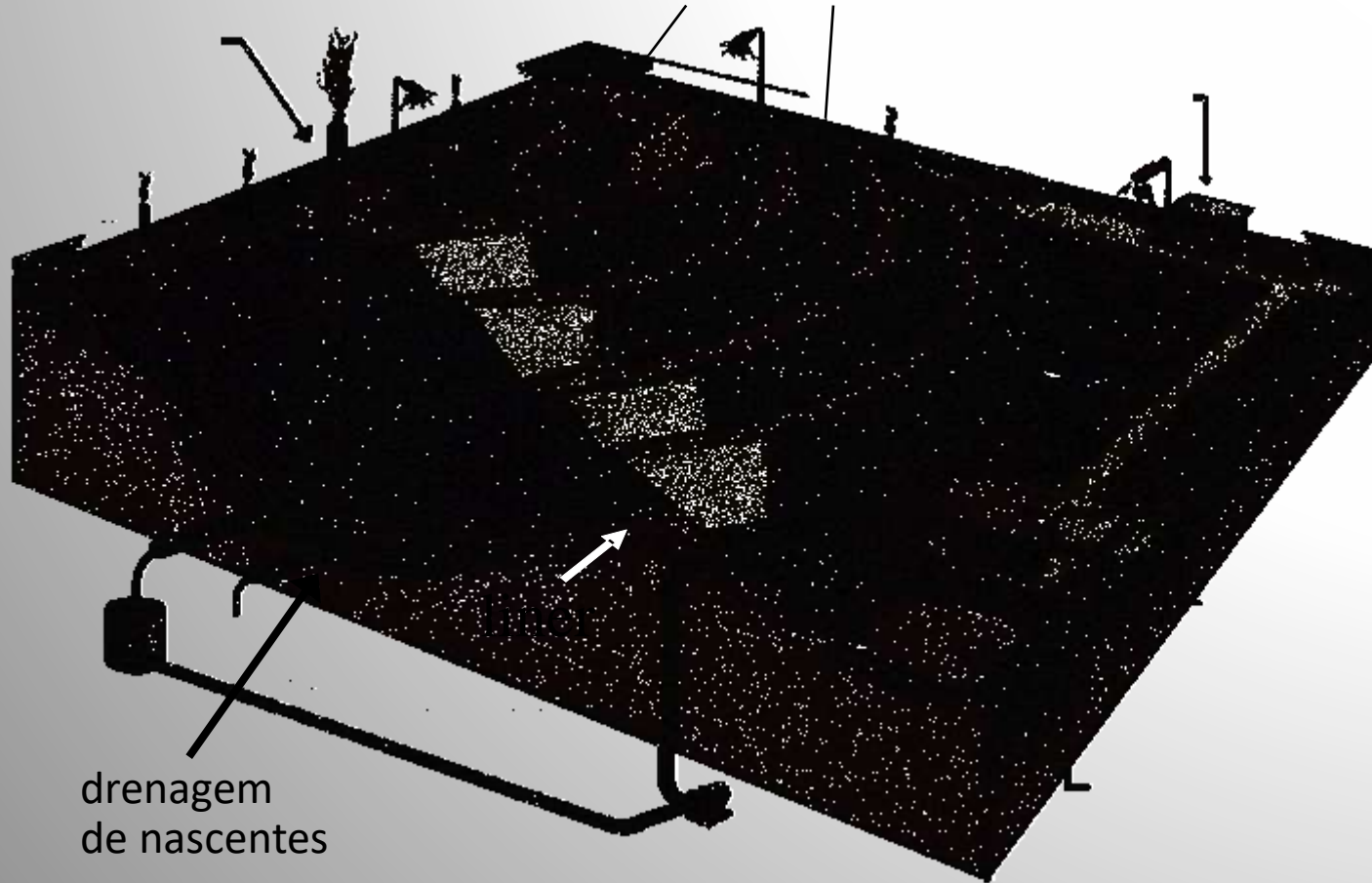
Praia de Ramos

Praias Artificiais



Aterros Sanitários

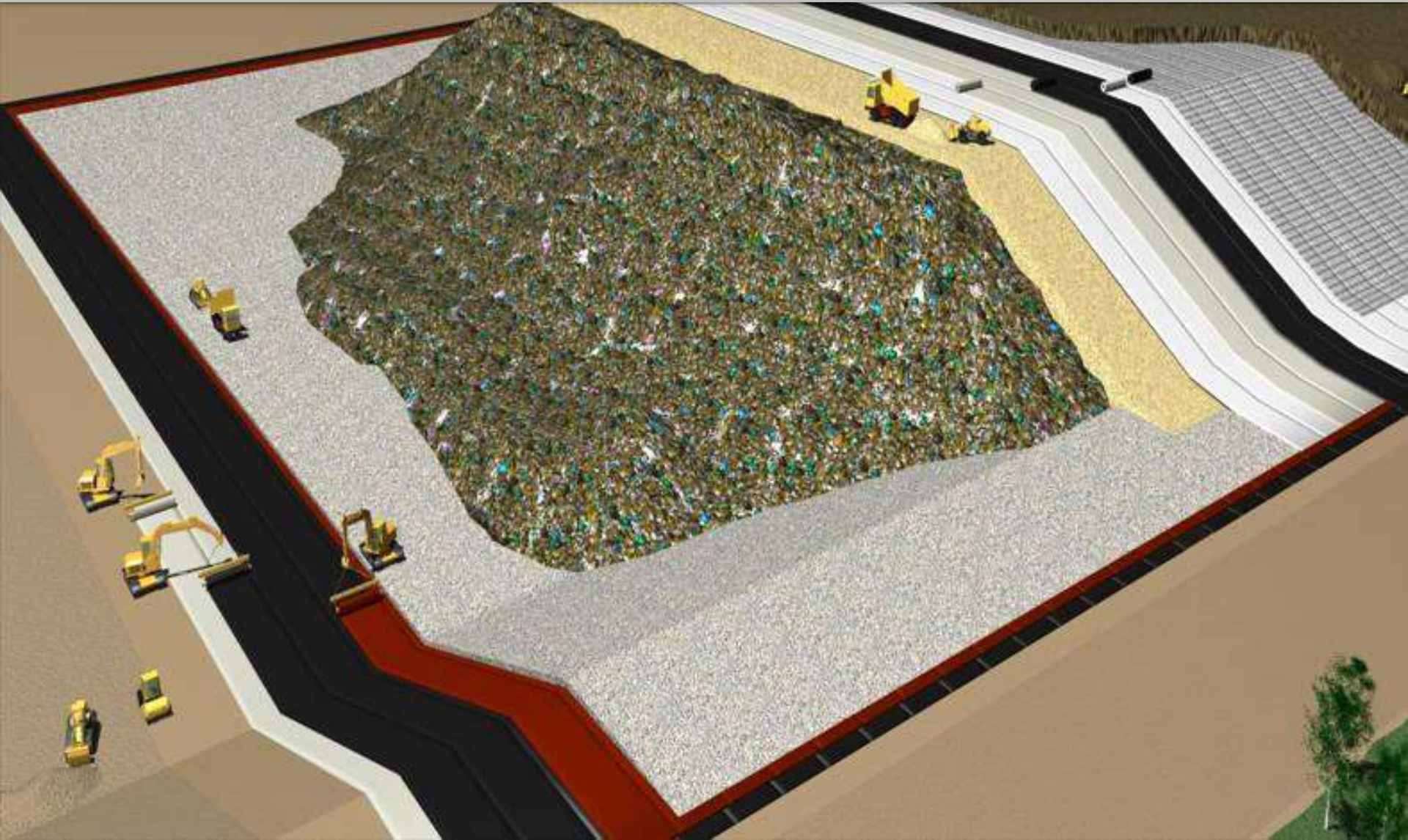
Elementos Básicos



drenagem
de nascentes

Aterros Sanitários

Células de Resíduo



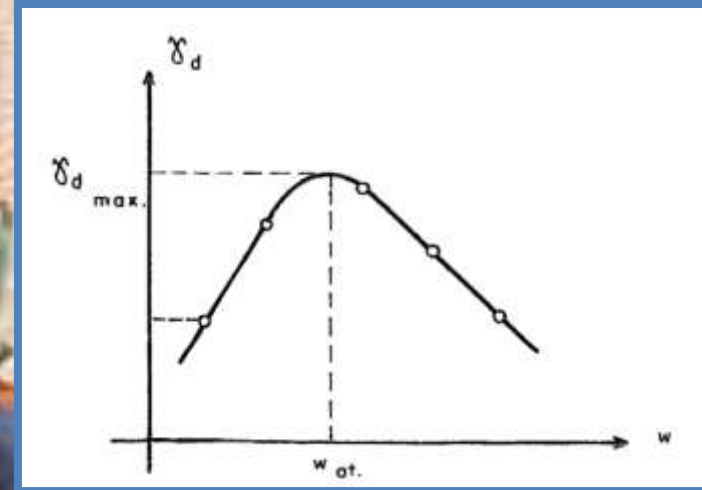
Aterros Sanitários

Argila compactada



Aterros Sanitários

Argila compactada



Aterros Sanitários

Argila compactada



Aterros Sanitários

Argila compactada



Camadas de Argila $\rightarrow k \approx 10^{-7}$ cm/s

Algumas Desvantagens:

- Espessura (tipicamente entre 0,5 a 2,0 m)
- Ressecamento ou recalques diferenciais provocam trincamento
- Permeabilidade pode aumentar em até 1000 vezes

Aterros Sanitários

Argila compactada



Aterros Sanitários

Argila compactada

descontinuidade

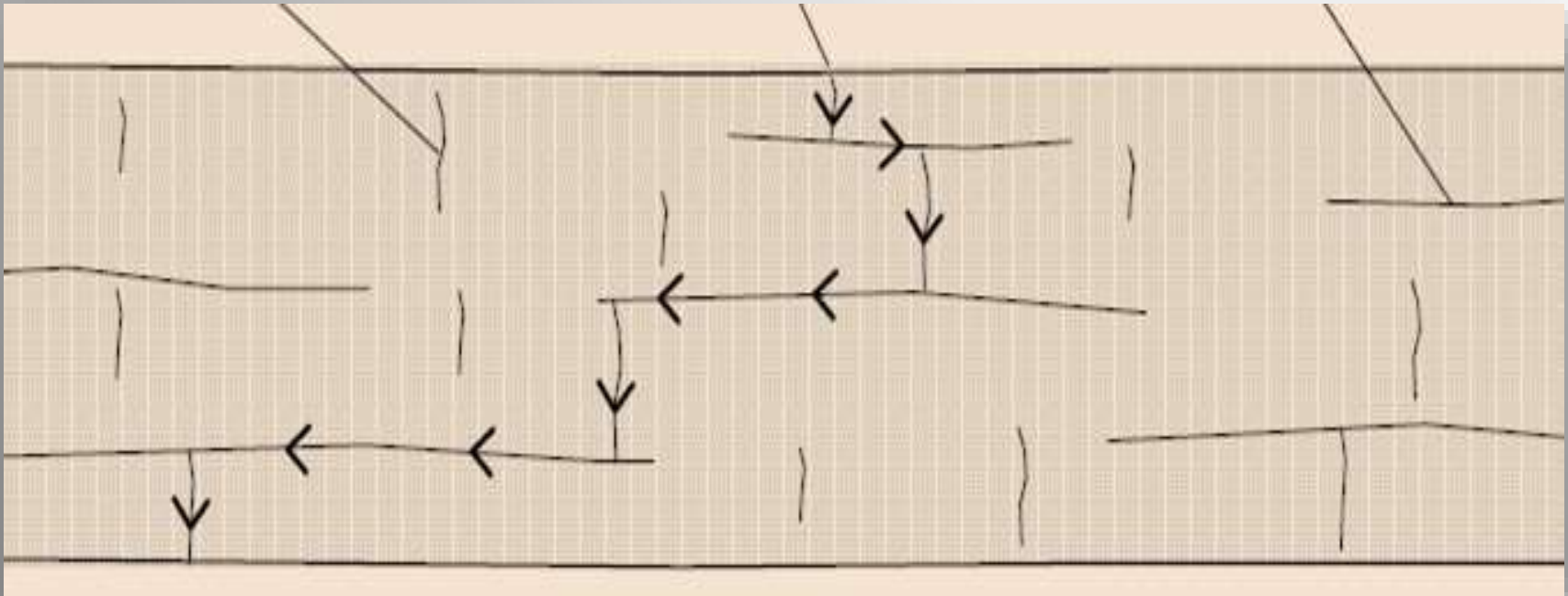
caminho

descontinuidade

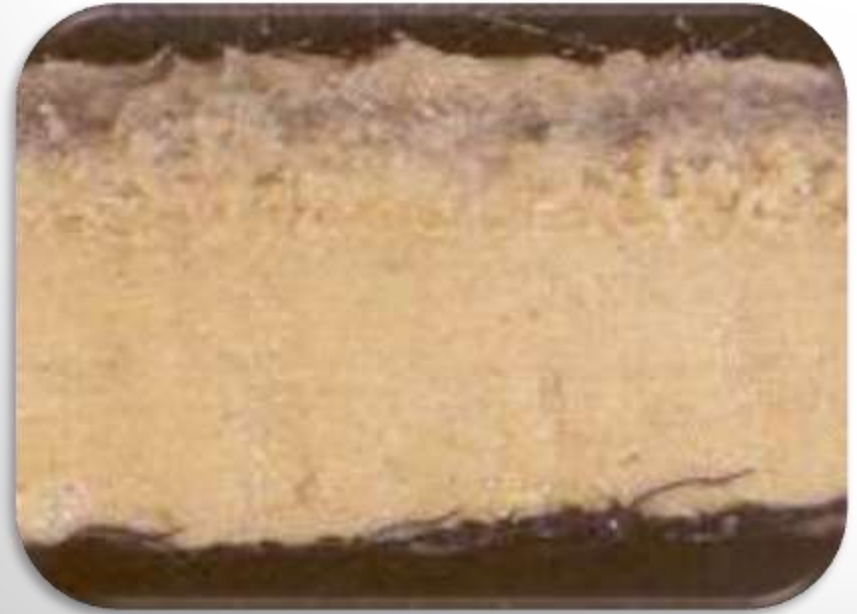
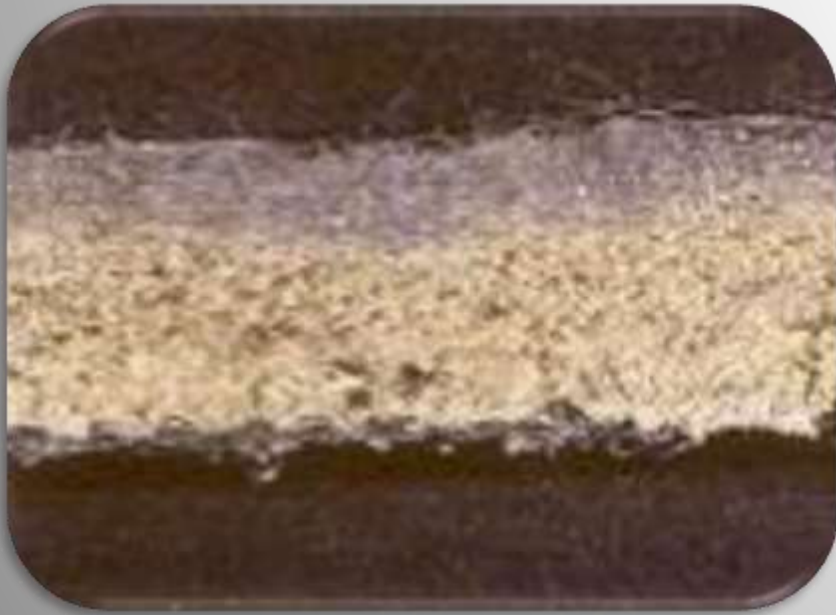
vertical

preferencial de fluxo

horizontal



Geocomposto Bentonítico



Geocomposto Bentonítico

Argilo-Minerais



São os minerais constituintes mais importantes da fração argilosa dos solos e são formados pela ação intempérica de outros minerais

Principais Grupos de Argilo-Minerais:

Caulinita

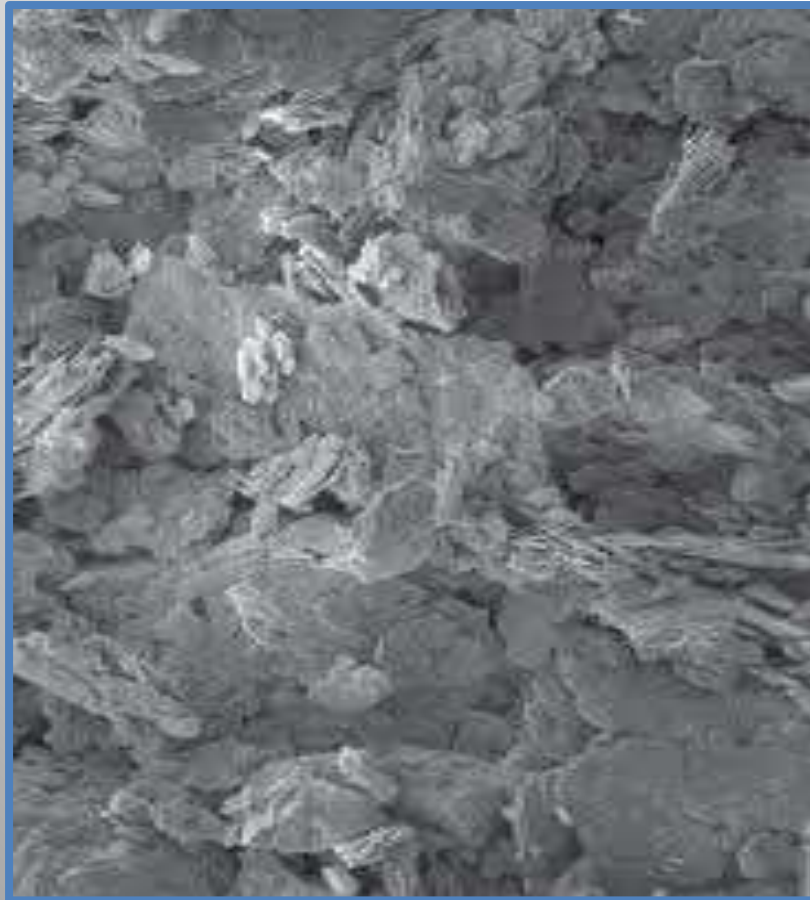
Ilita

Montmorilonita

Geocomposto Bentonítico

Argilo-Minerais

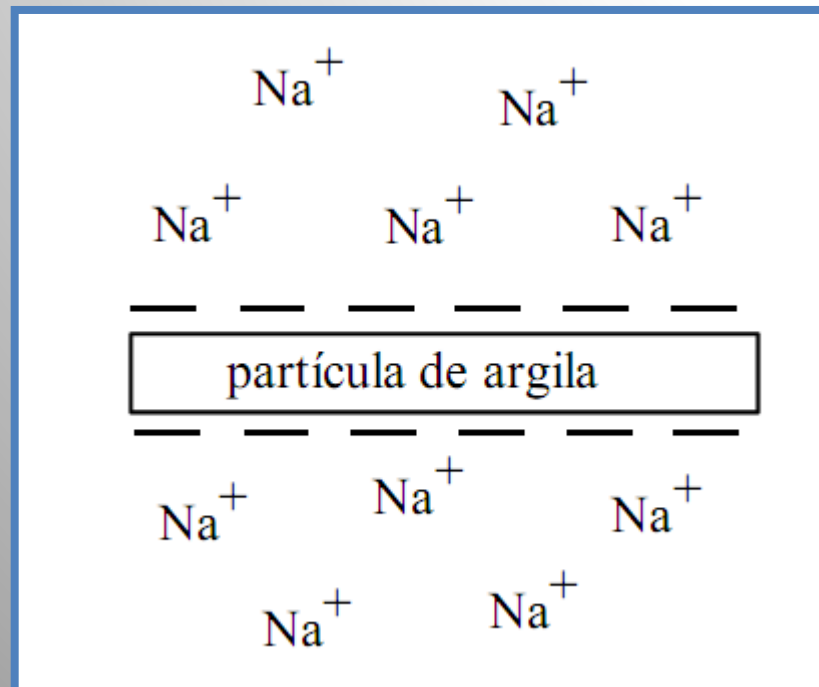
As partículas argilosas possuem forma lamelar (placas):



Geocomposto Bentonítico

Argilo-Minerais

As partículas argilosas possuem carga elétrica negativa e atraem os cátions (Na, K, Ca) e as moléculas de água:

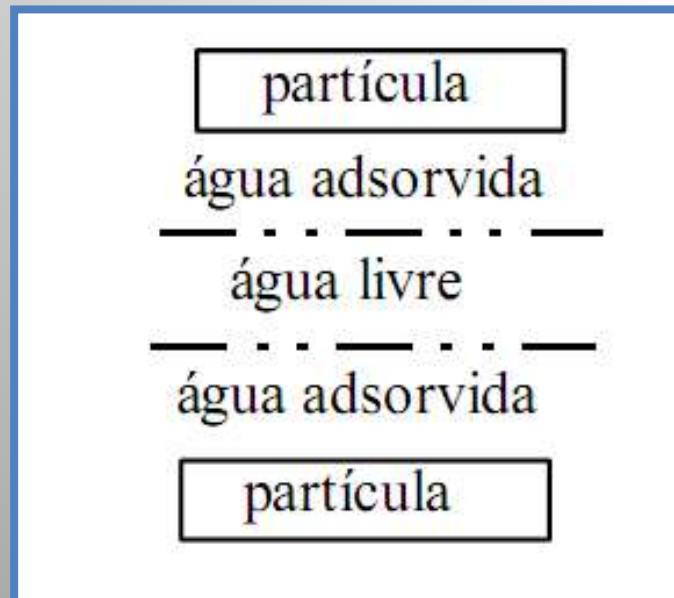


Geocomposto Bentonítico

Argilo-Minerais

Água Adsorvida: É a atraída junto com os cátions;

Água Livre: Escoa livremente nos vazios do solo



Geocomposto Bentonítico

Argilo-Minerais



Podemos medir a carga elétrica por meio da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do argilo-mineral:

Argilo - mineral	Capacidade de troca catiônica (me/100g)
caulinita	3 a 10
ilita	25
montmorilonita	100

Obs.: me: miliequivalente - grama. Um equivalente - grama corresponde a $6,02 \times 10^{23}$ íons monovalentes (n° de Avogadro).

Geocomposto Bentonítico

Argilo-Minerais



O tipo de Cátion adsorvido também interfere na quantidade de água atraída

Montmorilonita com Sódio (Na) atrai mais água do que com Cálcio (Ca)

Geocomposto Bentonítico

Argilo-Minerais

Argilo - mineral	Íon	LL (%)	LP (%)	IP (%)
montmorilonita	Na ⁺	710	54	656
	Ca ⁺⁺	510	81	429
ilita	Na ⁺	120	53	67
	Ca ⁺⁺	100	45	55
caulinita	Na ⁺	53	32	21
	Ca ⁺⁺	38	27	11

Montmorilonita Na: LL=710% / LP=54%

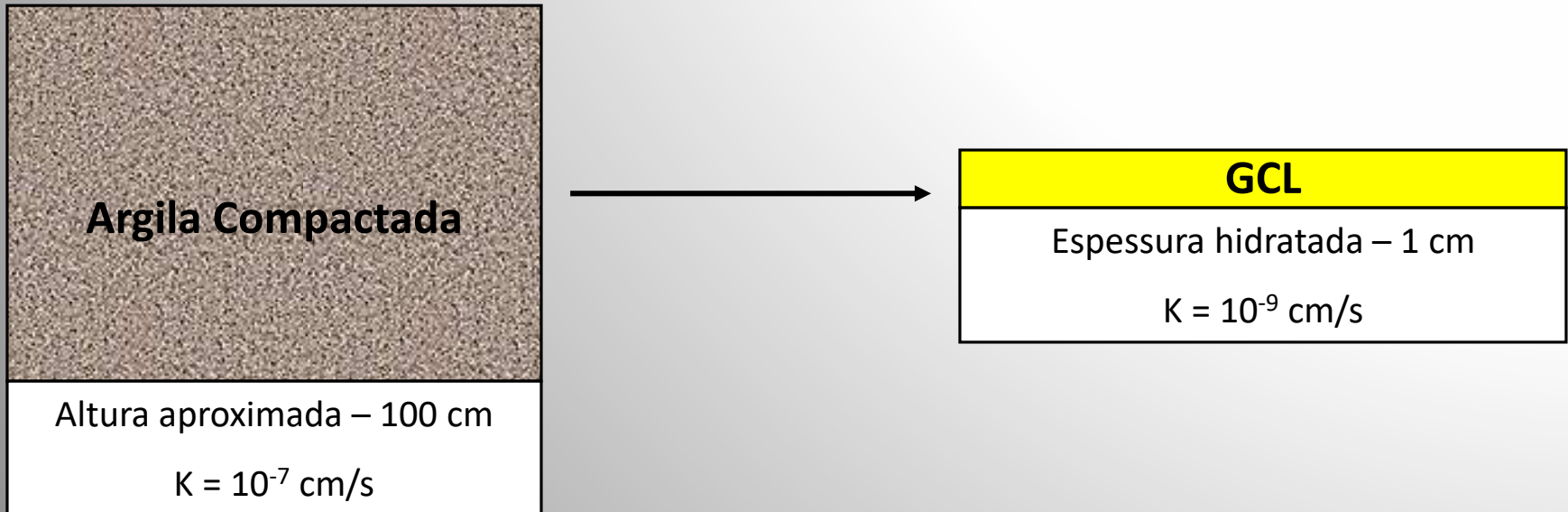
Caulinita Na: LL=53% / LP=32%

Montmorilonita Na: w=600% => Est. Plástico

Caulinita Na: w=60% => Est. Líquido

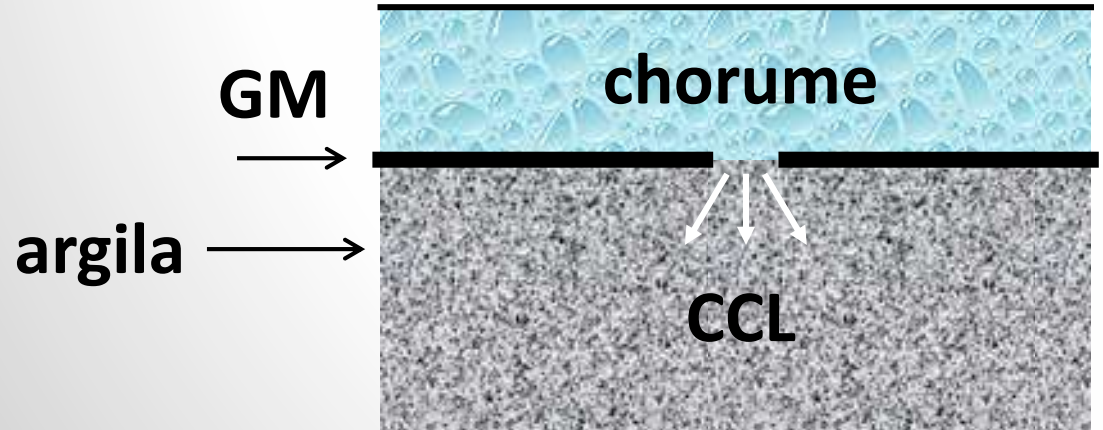
Geocomposto Bentonítico

Barreira impermeabilizante mineral, em substituição as camadas de argila compactadas (CCLs)

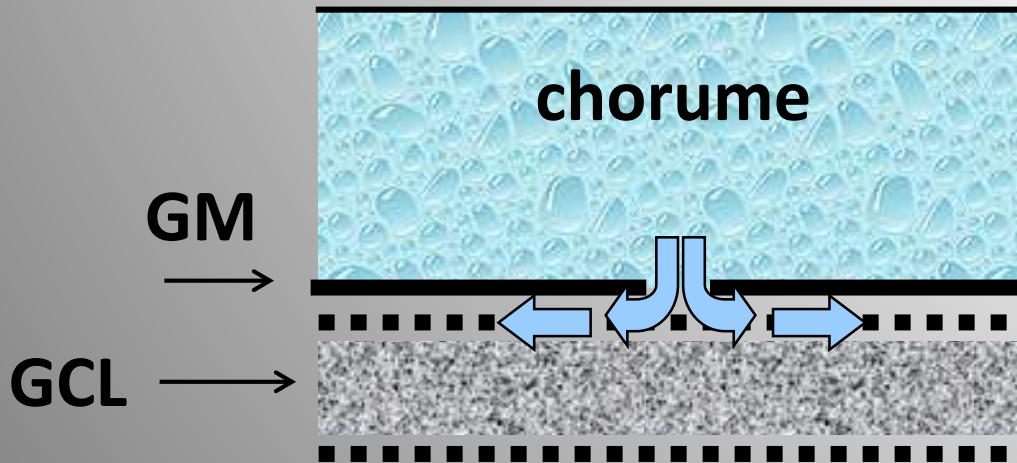


GCL

Camada composta



argila + GM



GCL + GM

$$q = \frac{\pi \cdot k_s \cdot (h_w + t) \cdot d}{\left(1 - 0,5 \cdot d/t\right)}$$

q = taxa de vazão

ks = permeabilidade da camada de argila / GCL

hw = carga hidráulica

t = espessura da camada de argila / GCL

d = diâmetro do furo

Giroud and Bonaparte (1989)

$$q = \frac{\pi \cdot k_s \cdot (h_w + t) \cdot d}{\left(1 - 0,5 \cdot \frac{d}{t}\right)}$$

ARGILA

$$k_s = 1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$$

$$h_w = 50 \text{ cm}$$

$$t = 1,0 \text{ m}$$

$$d = 2 \text{ mm}$$

$$q = 9,4 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s}$$

25.405 vezes!!

GCL

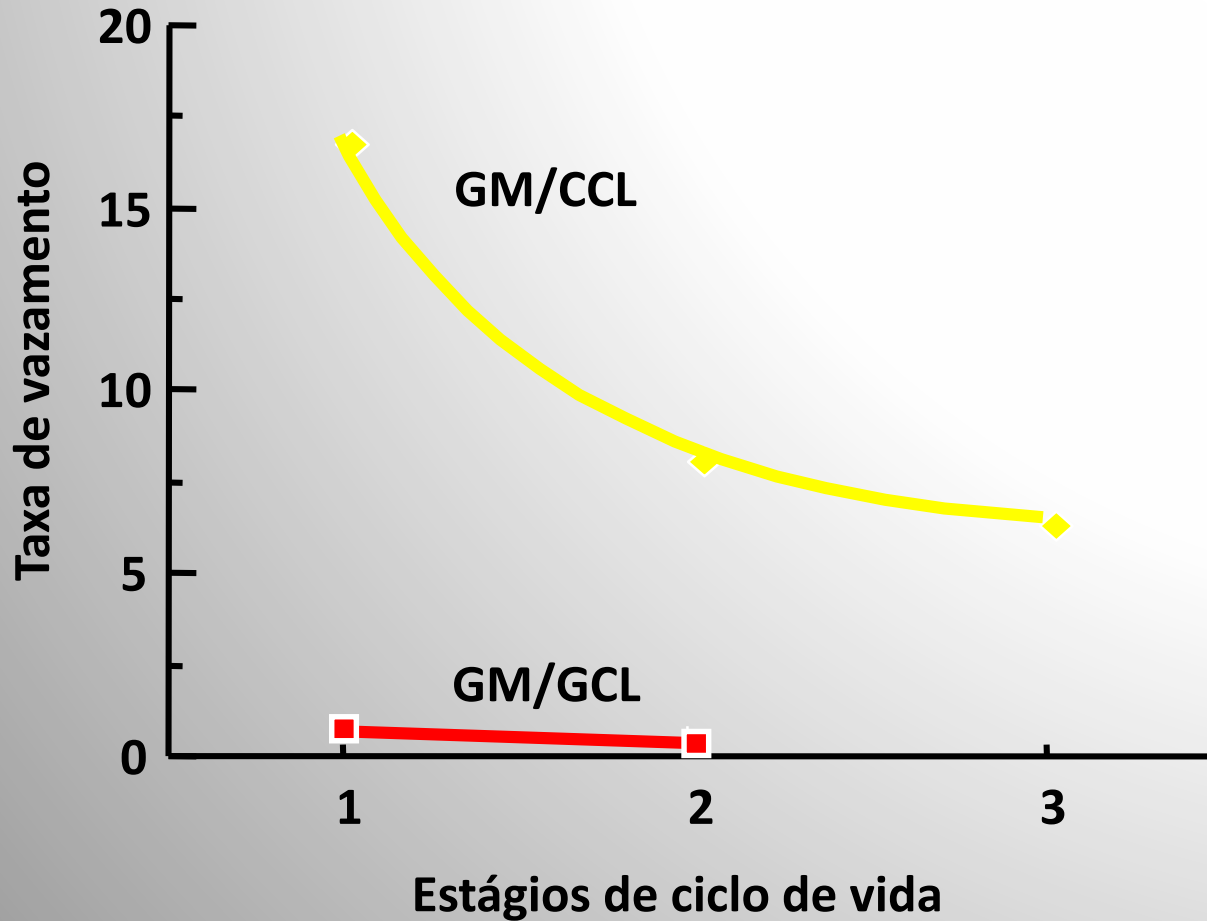
$$k_s = 1 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$$

$$h_w = 50 \text{ cm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

$$d = 2 \text{ mm}$$

$$q = 3,7 \times 10^{-14} \text{ m}^3/\text{s}$$



GCL

Essencis – Aterro Classe II



GCL

Essencis – Aterro Classe II



GCL

Essencis – Aterro Classe II



GCL

Essencis – Aterro Classe II



GCL

Essencis – Aterro Classe II



GCL

Essencis – Aterro Classe II



GCL

Essencis – Aterro Classe II



Especificações Técnicas

Propriedades	Norma	Unidade	FL 3600R	FL 4100R	FL 5000R
--------------	-------	---------	----------	----------	----------

GEOCOMPOSTO BENTONÍTICO - GCL

Massa de Bentonita por Unidade de Área	ASTM D 5993	g/m ²	3600	4100	5000
Espessura	EN 964-1	mm	6,5	7,0	8,0
Resistência à Tração Faixa larga - SL	ASTM D 4632	kN/m		12,2	
Alongamento da Ruptura	ASTM D 4632	%		35	
Resistência de Adesão	ASTM D 6496	N/m		340	
Coefficiente de Permeabilidade	ASTM D 5887	m/s		3 x 10 ⁻¹¹	

CAMADA DE BENTONITA

Índice de Inchamento	ASTM D 5890	ml/2g		24	
Perda de Fluido	ASTM D 5891	ml		≤18	
Teor de Umidade	ASTM D 4643	%		12	

GEOTÊXTIL TECIDO

Gramatura	ASTM D 5261	g/m ²		120	
Matéria-Prima				100% Polipropileno	

GEOTÊXTIL NÃOTECIDO

Gramatura	ASTM D 5261	g/m ²		350	
Matéria-Prima				100% Polipropileno	

Geomembranas

Barreiras de fluxo



Geomembranas

Barreiras de fluxo



Geomembranas

Especificações Técnicas



Propriedades	Unidades	Métodos	Espessura
		de Ensaio	2,00 mm
Espessura	mm	ASTM D 5199	2,00
Densidade	g/cm ³	ASTM D 792	≥ 0,940
		ASTM D 1505	
Resistência à Tração no Escoamento	kN/m	ASTM D 6693	29
Alongamento no Escoamento	%	ASTM D 6693	12
Resistência à Tração na Ruptura	kN/m	ASTM D 6693	53
Alongamento na Ruptura	%	ASTM D 6693	700
Resistência ao Rasgo	N	ASTM D 1004	249
Resistência à Punção	N	ASTM D 4833	640
Resistência ao <i>Stress</i> <i>Cracking</i>	hr.	Adjunto da ASTM D 5397	≥ 300
Teor de Negro de Fumo	%	ASTM D 1603/ ASTM D 4218	2,0-3,0
Dispersão de Negro de Fumo	Categoria	ASTM D 5596	1 ou 2
Tempo de Oxidação Indutiva Padrão - <i>Standard OIT</i>	min.	ASTM D 3895	≥ 100

Geomembranas

Instalação



Geomembranas

Instalação



Geomembranas

Instalação



Cunha quente dupla



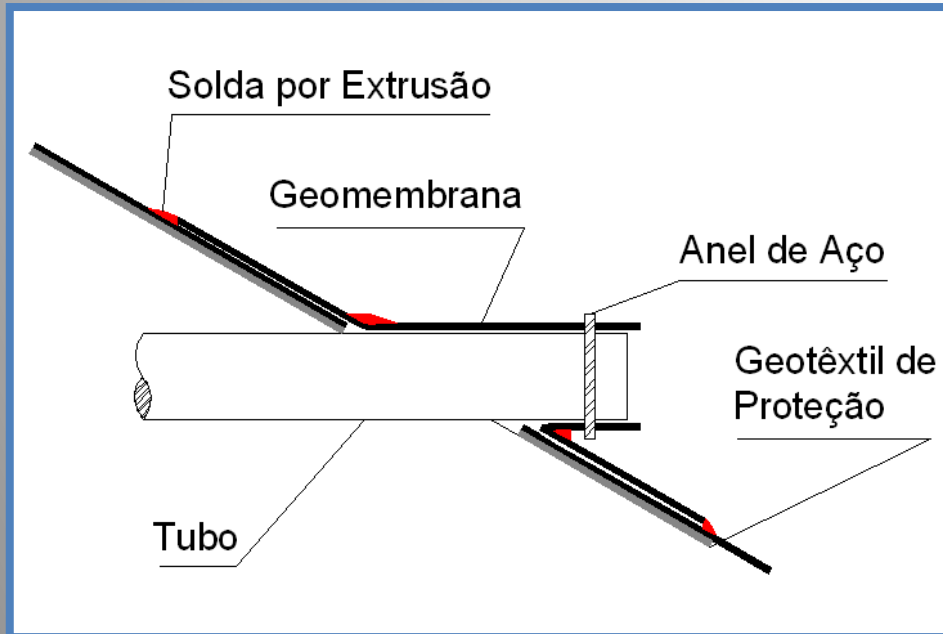
Geomembranas

Instalação



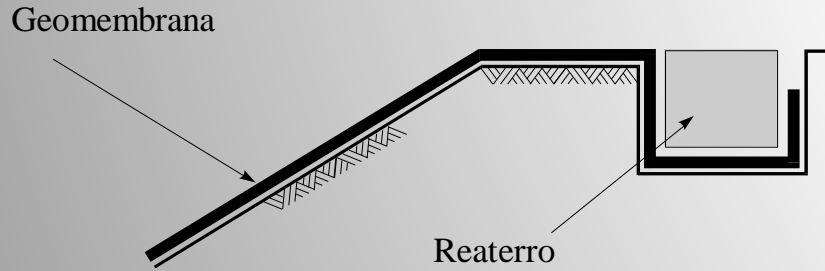
Geomembranas

Instalação



Geomembranas

Instalação



Geomembranas

Barreiras de fluxo



Geomembranas

Barreiras de fluxo



Causas dos Danos: 24% Instalação
73% Solo Acima do Liner
3% Manutenção

Média de Furos: 2 a 5 Furos/Hectare
Furo: 0,1 cm²

Geomembranas

Proteção!!!



Aterros Sanitários

Proteção de geomembranas



RECOMENDAÇÕES DA ESCOLHA DO GEOTÊXTIL

ALEMANHA

2.000 g/m²

ITÁLIA

1.200 g/m²

FRANÇA

1.000 a 1.200 g/m²

BRASIL

600 g/m² (polipropileno)

QUANDO UTILIZADO!!!

Aterros Sanitários

Proteção de geomembranas



Aterros Sanitários

Proteção de geomembranas



Geotêxtil Nãotecido

Proteção de geomembranas



Especificações Técnicas

Propriedades		Norma	Un	GF7/130	GF8/150	GF9/180	GF10/200	GF14/250	GF16/300	GF21/400	GF26/500	GF31/600	
MECÂNICAS	Resistência à Tração em Faixa Larga	ABNT NBR 12824	T	kN/	7	8	9	10	14	16	21	26	31
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
			L	kN/	6	7	8	9	12	14	19	23	27
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533	T	N	160	200	240	260	300	340	540	720	770	
		L	N	170	220	260	280	350	420	620	800	980	
Resistência Puncionamento - CBR	ABNT NBR 13359		kN	1,20	1,30	1,55	1,80	2,35	2,60	3,60	4,90	6,00	
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491		s ⁻¹	2,35	2,1	1,85	1,77	1,48	1,31	1,02	0,87	0,74
	Permeabilidade Normal	ASTM D 4491		cm/s	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Transmissividade	ASTM D 4716		m ² /s	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,10E-05	1,20E-05	1,50E-05	1,80E-05	2,10E-05
	Abertura de Filtração (O95)	AFNOR G 38017		µm	160	150	140	130	120	110	80	70	60
Retenção de Asfalto	Task Force 25#8		l/m ²	1,3	1,5	1,8	2						
FÍSICAS	Comprimento Bobina*			m	100								
	Largura Bobina*			m	2,15 E 4,30								
	Matéria Prima				100% Poliéster ou 100% Polipropileno								
	Ponto de Fusão				100% Poliéster - 260°C / 100% Polipropileno - 165°C								

Liner

Essencis – Aterro Classe II



Liner

Essencis – Aterro Classe I



Liner

Essencis – Aterro Classe I



Liner

Ciclus – Aterro Classe II



Liner

Ciclus – Aterro Classe II



Liner

Ciclus – Aterro Classe II



Liner

Ciclus – Aterro Classe II



Liner

Ciclus – Aterro Classe II



Liner

Ciclus – Aterro Classe II



Liner

Ciclus – Aterro Classe II



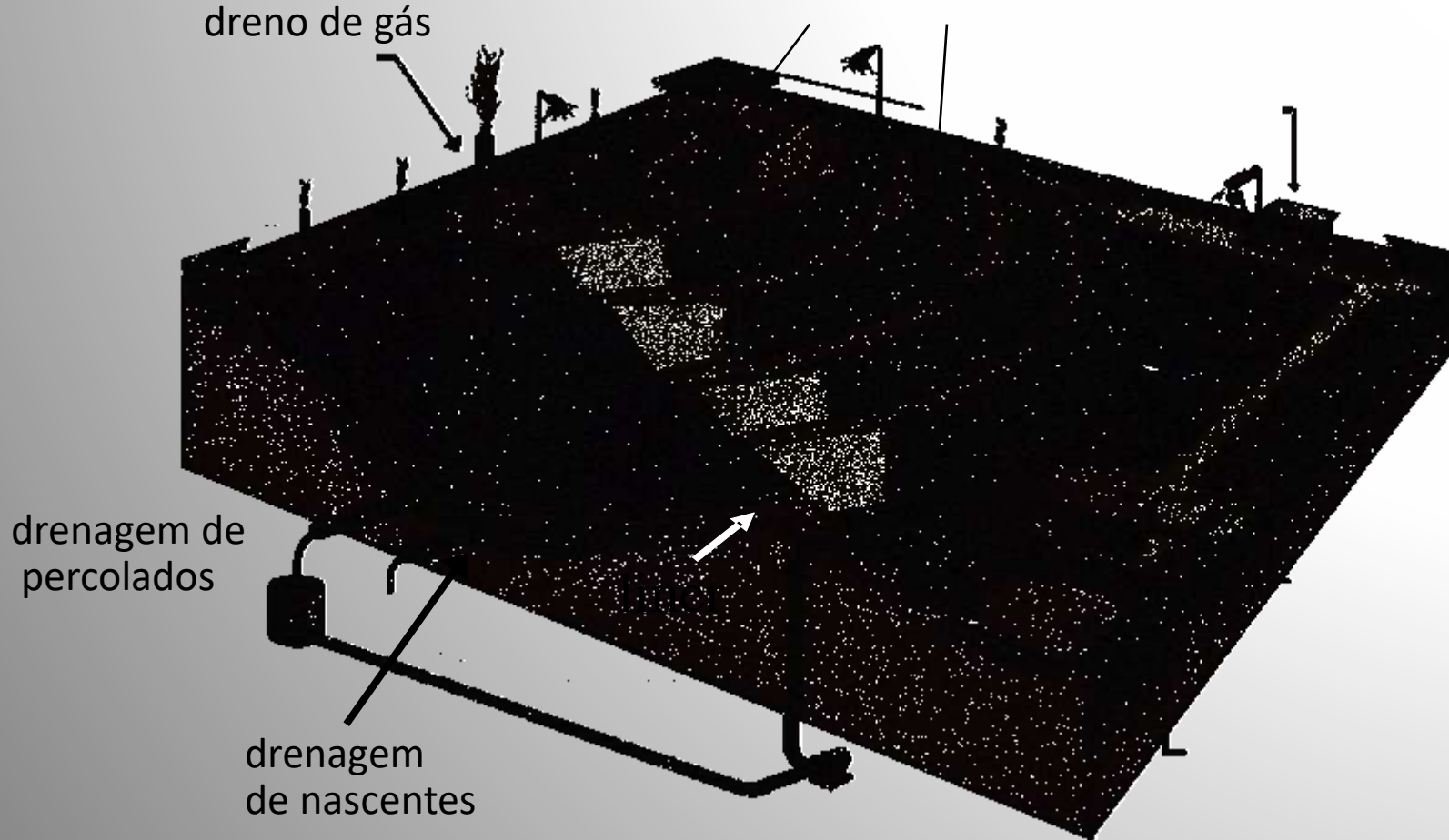
Liner

Ciclus – Aterro Classe II



Aterros Sanitários

Elementos Básicos



Aterros Sanitários

Drenagem da base



Aterros Sanitários

Drenagem da base



Aterros Sanitários

Drenagem da base



Aterros Sanitários

Drenagem da base



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Disposição de Resíduos

Aterro de Lodo



Aterros Sanitários

Drenagem da base



COLMATAÇÃO FÍSICA

GRAVIDADE (INCLINAÇÃO DESFAVORÁVEL)

COLMATAÇÃO QUÍMICA

REAÇÕES ENTRE ELEMENTOS DISSOLVIDOS NO FLUIDO PERCOLANTE, QUE RESULTAM NA FORMAÇÃO DE PRECIPITADOS

Aterros Sanitários

Drenagem da base



COLMATAÇÃO BIOLÓGICA

RESULTANTES DA COLONIZAÇÃO MICROBIANA DO RESÍDUO

- OCUPAÇÃO DOS ESPAÇOS VAZIOS PELA FORMAÇÃO DE BIOFILMES
- ACUMULAÇÃO DE SAIS INSOLÚVEIS DE SULFETO QUE OCORREM EM MEIOS ANAERÓBIOS RICOS EM MATÉRIA ORGÂNICA

Aterros Sanitários

Drenagem da base



ESPECIFICAÇÃO DO GEOTÊXTIL

FUNDAMENTAL LEVAR EM CONTA A PERDA DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA E OBSTRUÇÃO DA ABERTURA DE FILTRAÇÃO

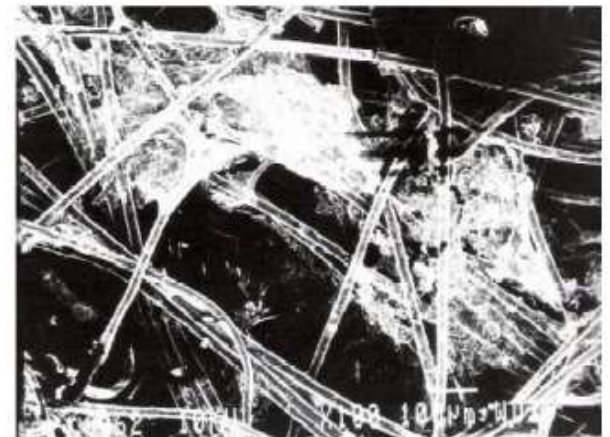
PARÂMETROS DE PESQUISAS:

GTNT: REDUÇÃO DE 70%

GTT: REDUÇÃO DE 60%

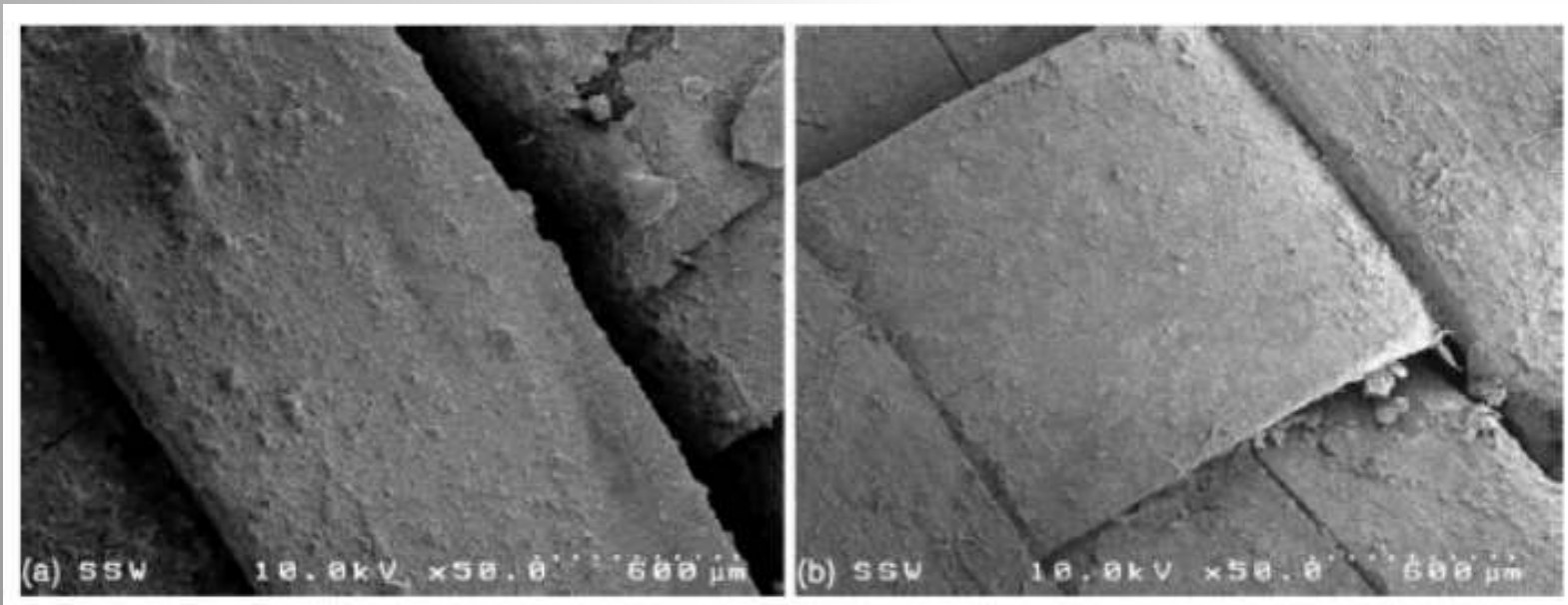
Aterros Sanitários

Drenagem da base



Aterros Sanitários

Drenagem da base



Aterros Sanitários

Drenagem da base



PROPRIEDADES	NORMA	UNIDADE	RESULTADO
Gramatura	ABNT NBR 12568	g/m ²	140
Resistência à tração (longitudinal)	ABNT NBR 12824	kN/m	25
Alongamento na ruptura		%	18
Resistência à tração (transversal)		kN/m	25
Alongamento na ruptura		%	16
Resistência ao Rasgo (longitudinal)		ASTM D 4533	N
Resistência ao Rasgo (transversal)	305		
Resistência ao Puncionamento	ABNT NBR 13359	kN	3,1
Resistência ao Estouro	ASTM D 3786	MPa	2,6
Permissividade	ASTM D 4491	s ⁻¹	0,42
Abertura de filtração	AFNOR G 38017	µm	490

Aterros Sanitários

Drenagem da base



Especificações Técnicas

Propriedades		Norma	Un	GF7/130	GF8/150	GF9/180	GF10/200	GF14/250	GF16/300	GF21/400	GF26/500	GF31/600	
MECÂNICAS	Resistência à Tração em Faixa Larga	ABNT NBR 12824	T	kN/	7	8	9	10	14	16	21	26	31
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
			L	kN/	6	7	8	9	12	14	19	23	27
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533	T	N	160	200	240	260	300	340	540	720	770	
		L	N	170	220	260	280	350	420	620	800	980	
Resistência Puncionamento - CBR	ABNT NBR 13359		kN	1,20	1,30	1,55	1,80	2,35	2,60	3,60	4,90	6,00	
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491		s ⁻¹	2,35	2,1	1,85	1,77	1,48	1,31	1,02	0,87	0,74
	Permeabilidade Normal	ASTM D 4491		cm/s	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Transmissividade	ASTM D 4716		m ² /s	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,10E-05	1,20E-05	1,50E-05	1,80E-05	2,10E-05
	Abertura de Filtração (O95)	AFNOR G 38017		µm	160	150	140	130	120	110	80	70	60
Retenção de Asfalto	Task Force 25#8		l/m ²	1,3	1,5	1,8	2						
FÍSICAS	Comprimento Bobina*			m	100								
	Largura Bobina*			m	2,15 E 4,30								
	Matéria Prima				100% Poliéster ou 100% Polipropileno								
	Ponto de Fusão				100% Poliéster - 260°C / 100% Polipropileno - 165°C								

Aterros Sanitários

Drenagem da base



PROPRIEDADES	NORMA	UNIDADE	RESULTADO
Gramatura	ABNT NBR 12568	g/m ²	140
Resistência à tração (longitudinal)	ABNT NBR 12824	kN/m	25
Alongamento na ruptura		%	18
Resistência à tração (transversal)		kN/m	25
Alongamento na ruptura		%	24
Resistência ao Rasgo (longitudinal)		ASTM D 4533	N
Resistência ao Rasgo (transversal)	310		
Resistência ao Puncionamento	ABNT NBR 13359	kN	3,4
Resistência ao Estouro	ASTM D 3786	MPa	2,6
Permissividade	ASTM D 4491	s ⁻¹	0,06
Abertura de filtração	AFNOR G 38017	µm	240

Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

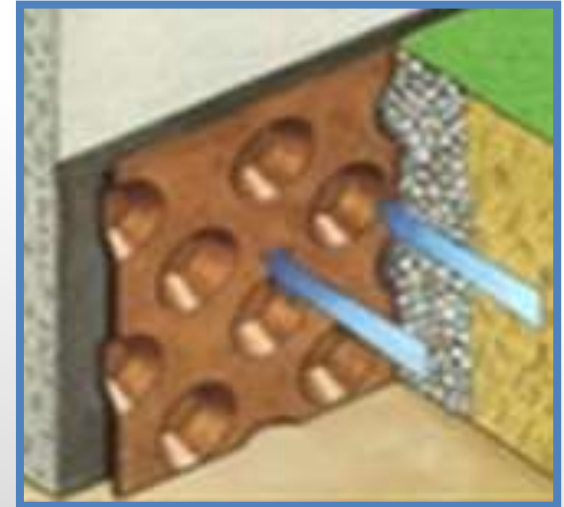
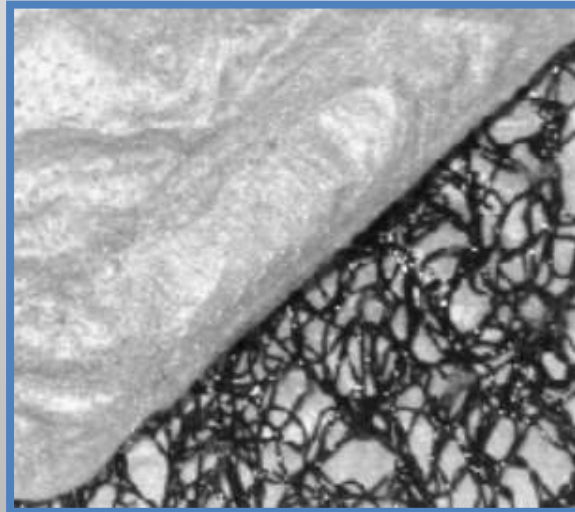
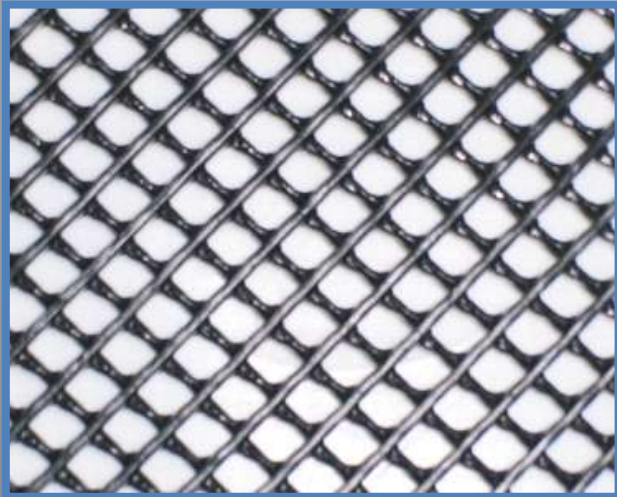
Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas

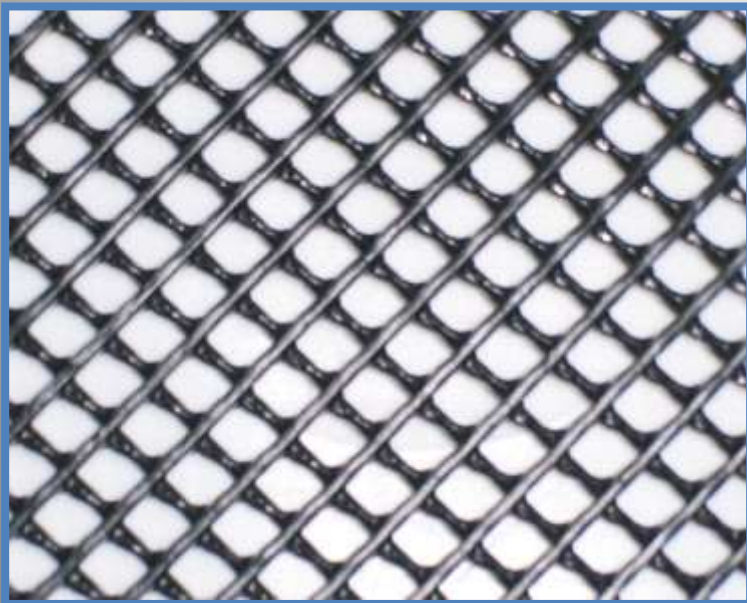
GEOCOMPOSTOS DRENANTES



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas

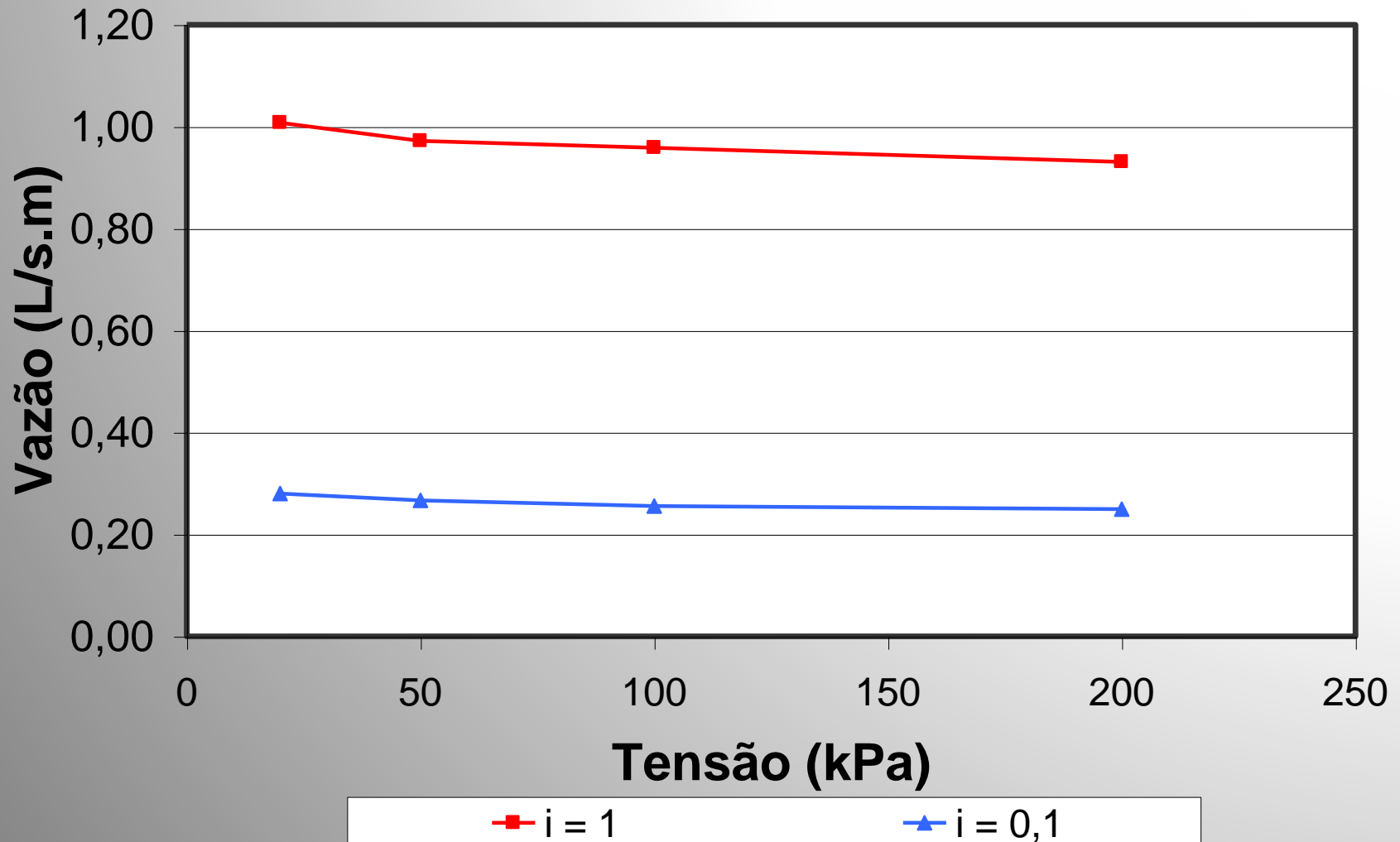
GEOCOMPOSTOS DRENANTES



730 g/m² / 5,50 mm
900 g/m² / 6,00 mm
1200 g/m² / 7,00 mm

Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Disposição de Resíduos

Pátio de Cinzas



Aterros Sanitários

Drenagem Vertical



Aterros Sanitários

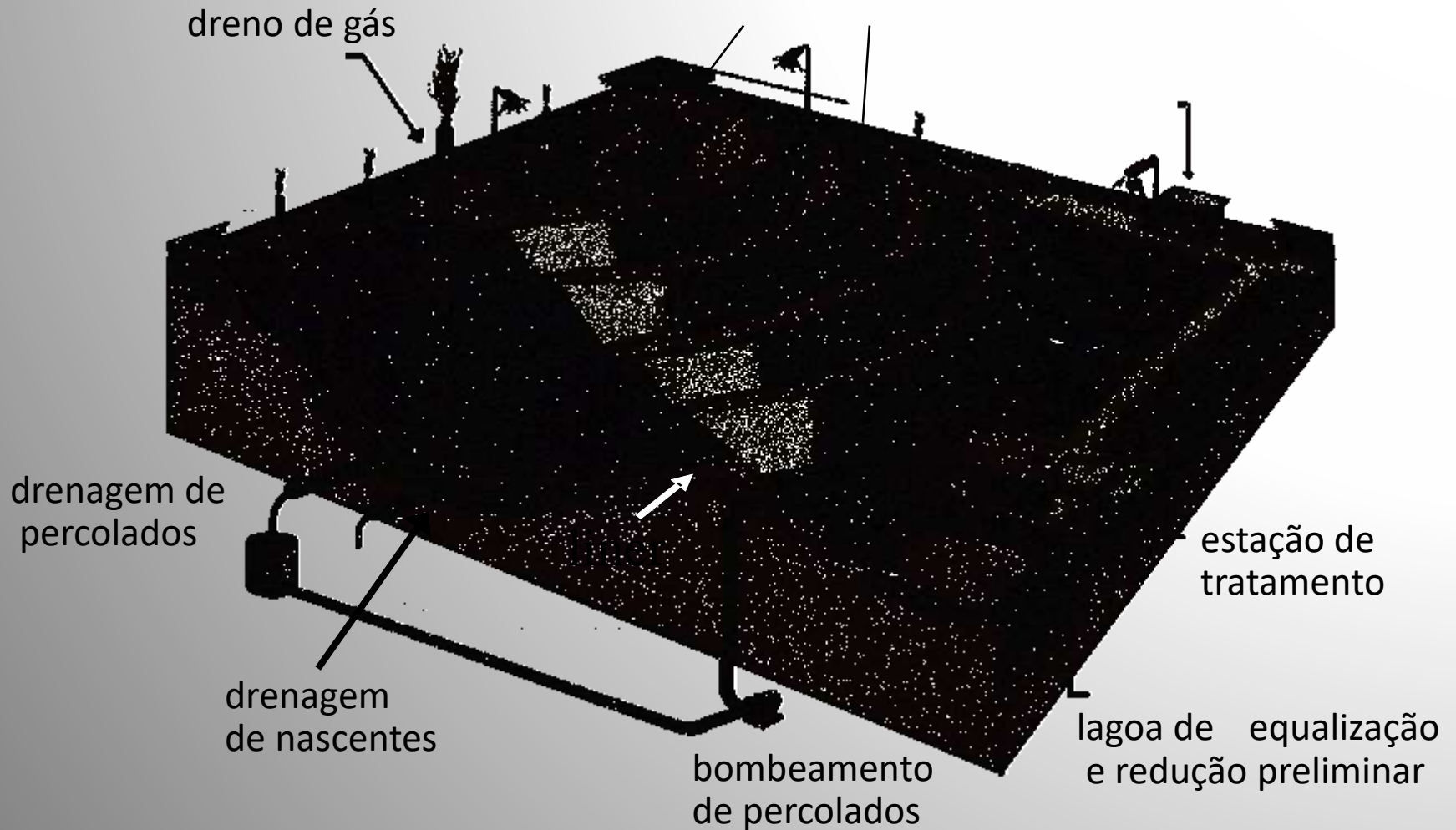
Drenagem Vertical

Especificações Técnicas

Propriedades		Norma	Un	GF7/130	GF8/150	GF9/180	GF10/200	GF14/250	GF16/300	GF21/400	GF26/500	GF31/600	
MECÂNICAS	Resistência à Tração em Faixa Larga	ABNT NBR 12824	T	kN/	7	8	9	10	14	16	21	26	31
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
			L	kN/	6	7	8	9	12	14	19	23	27
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533	T	N	160	200	240	260	300	340	540	720	770	
		L	N	170	220	260	280	350	420	620	800	980	
Resistência Puncionamento - CBR	ABNT NBR 13359		kN	1,20	1,30	1,55	1,80	2,35	2,60	3,60	4,90	6,00	
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491		s ⁻¹	2,35	2,1	1,85	1,77	1,48	1,31	1,02	0,87	0,74
	Permeabilidade Normal	ASTM D 4491		cm/s	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Transmissividade	ASTM D 4716		m ² /s	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,10E-05	1,20E-05	1,50E-05	1,80E-05	2,10E-05
	Abertura de Filtração (O95)	AFNOR G 38017		µm	160	150	140	130	120	110	80	70	60
Retenção de Asfalto	Task Force 25#8		l/m ²	1,3	1,5	1,8	2						
FÍSICAS	Comprimento Bobina*			m	100								
	Largura Bobina*			m	2,15 E 4,30								
	Matéria Prima				100% Poliéster ou 100% Polipropileno								
	Ponto de Fusão				100% Poliéster - 260°C / 100% Polipropileno - 165°C								

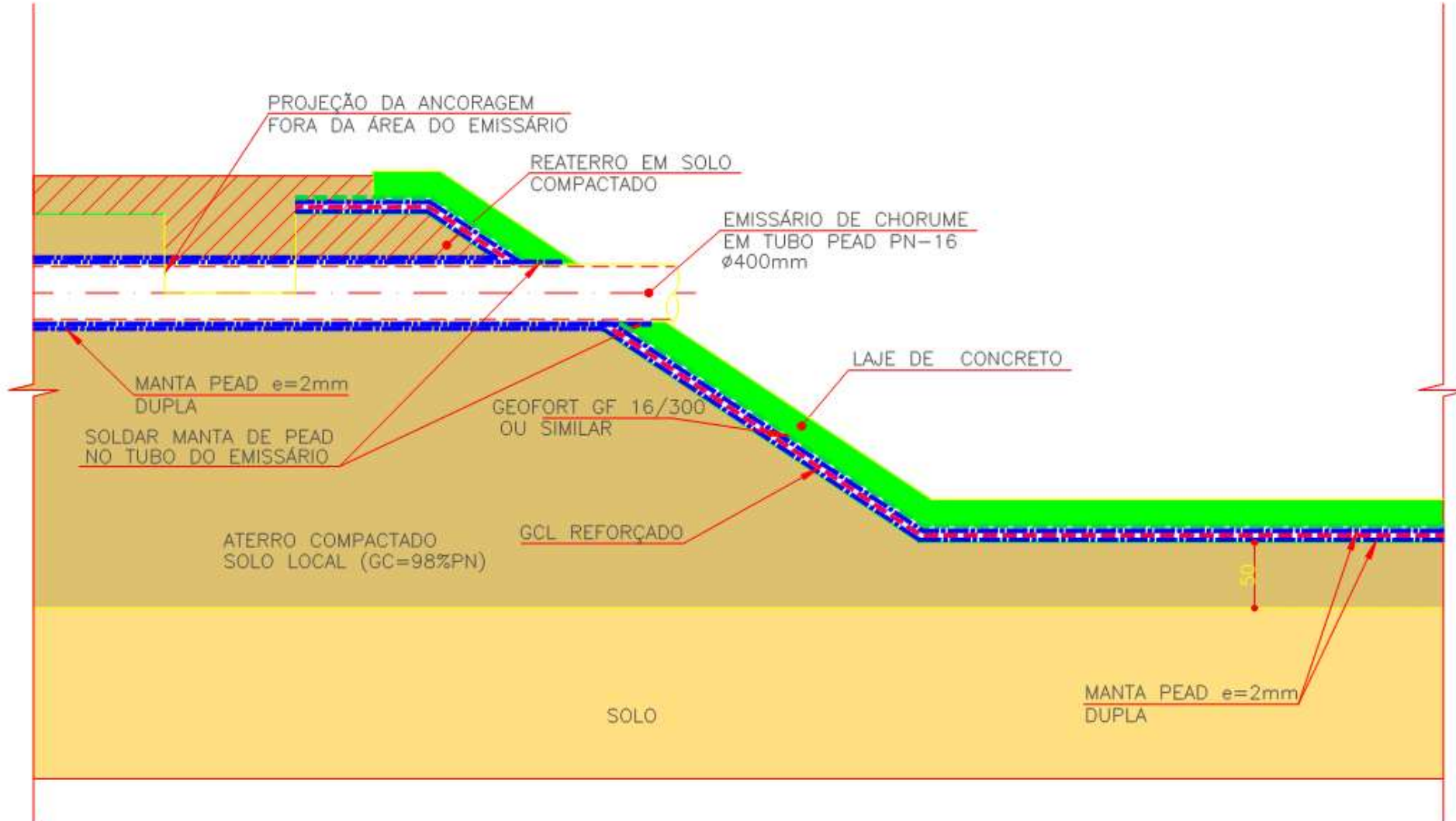
Aterros Sanitários

Elementos Básicos



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume - Geocélula



Especificações Técnicas																
Propriedades	Unid.	FC 02/20	FC 03/20	FC 04/20	FC 06/20	FC 08/20	FC 02/30	FC 03/30	FC 04/30	FC 06/30	FC 08/30	FC 02/40	FC 03/40	FC 04/40	FC 06/40	FC 08/40
Altura da célula	cm	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
Dimensão média da célula	cm	18 x 18					27 x 27					36 x 36				
Área nominal das células	cm	324					729					1296				
Dimensão da peça expandida*	m	mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60					mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60					mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60				
Área da peça expandida	m	mín. 7,80 / máx. 15,60					mín. 7,80 / máx. 15,60					mín. 7,80 / máx. 15,60				
Peso da peça	kg	2,3-4,6	3,4 - 6,7	4,4 - 8,9	6,7-13,4	8,8-17,9	1,7-3,4	2,6-5,1	3,3-6,7	5,1-10,1	6,6-13,4	1,2-2,3	1,7-3,4	2,2- 4,5	3,4- 6,7	4,4 - 8,9
Resistência transversal das juntas (NBR 13134)	N	900	1350	1800	2700	3700	900	1350	1800	2700	3700	900	1350	1800	2700	3700

Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



Disposição de Resíduos

Lagoas de Chorume



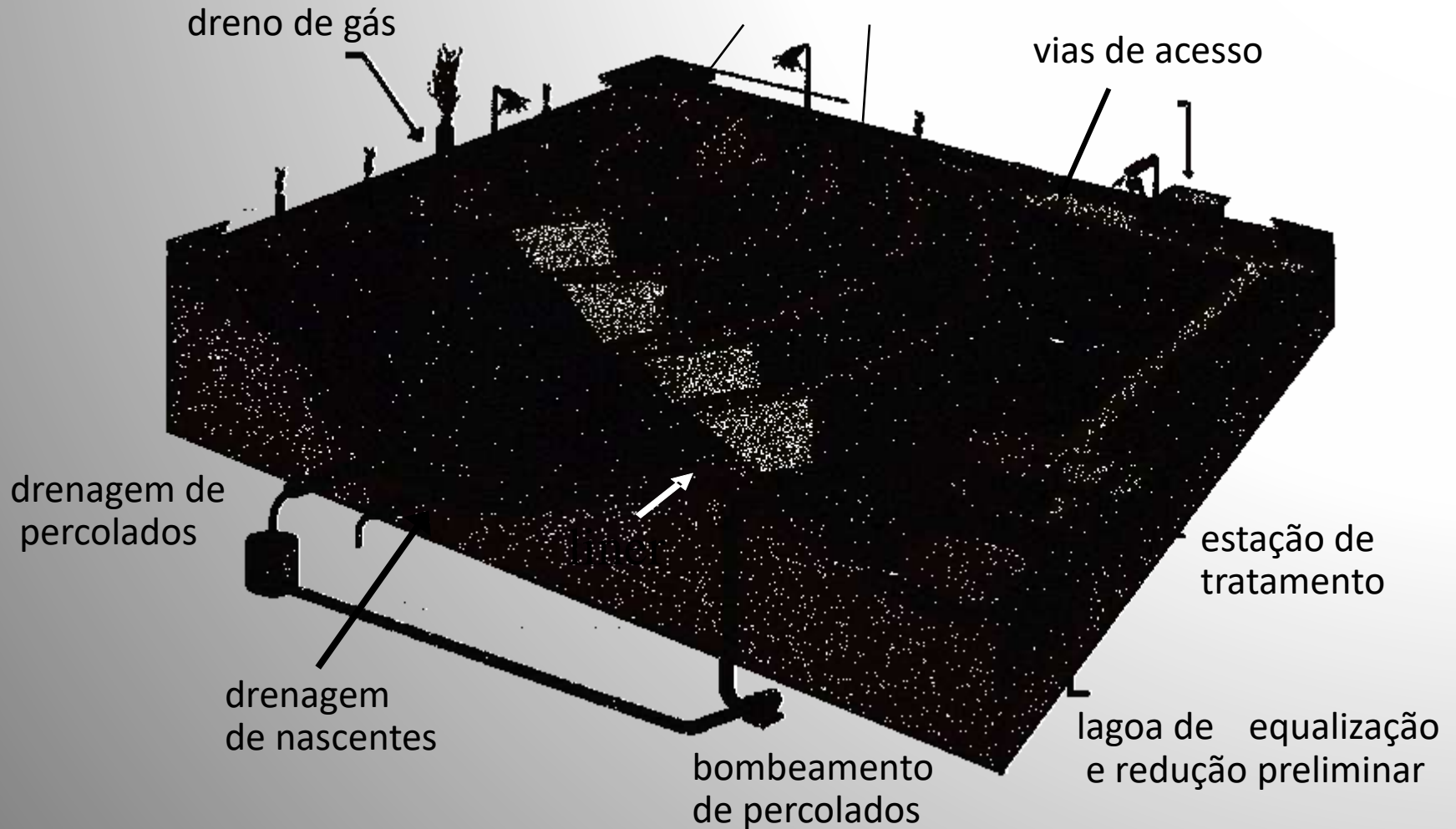
Aterros Sanitários

São Paulo



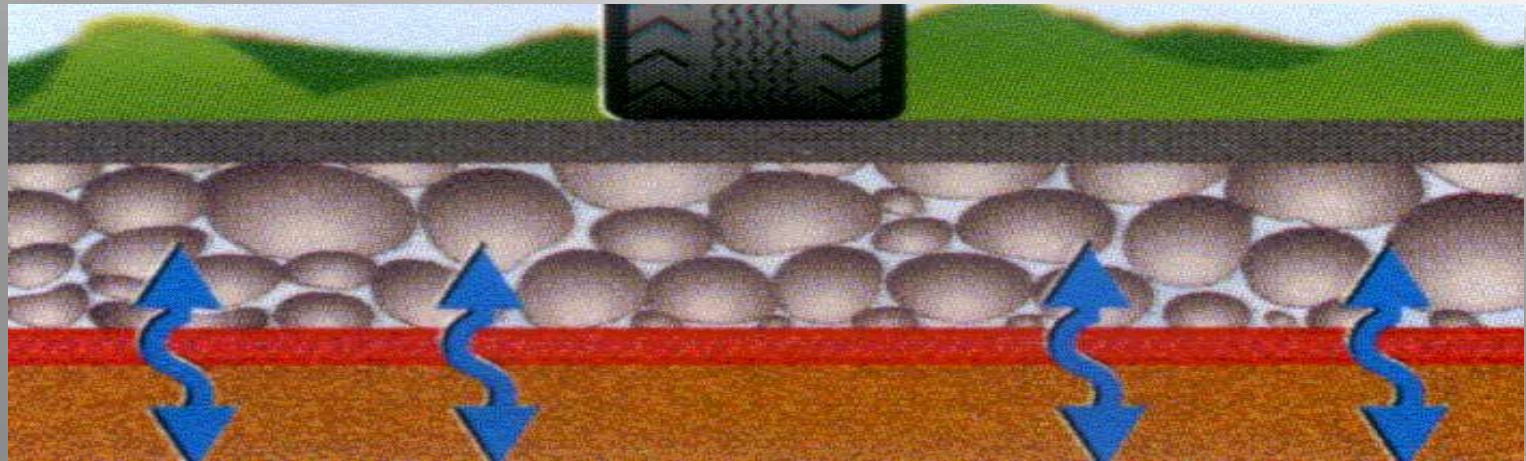
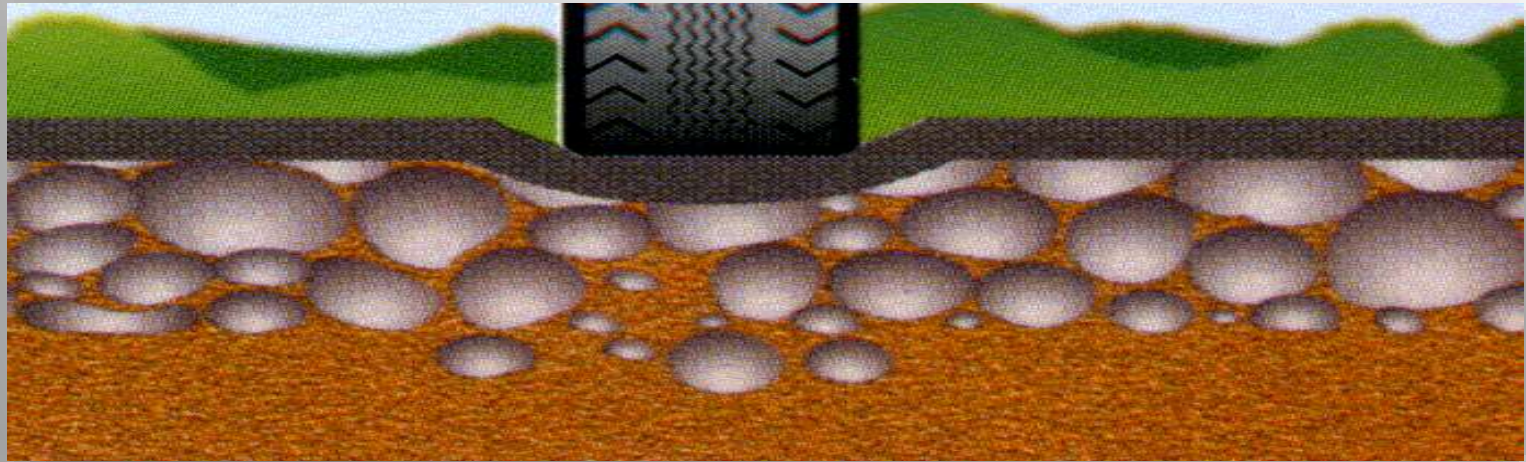
Aterros Sanitários

Elementos Básicos



Separação de Solos

Construção de Vias



Separação de Solos

Construção de Vias



Separação de Solos

Construção de Vias



Separação de Solos

Construção de Vias



Separação de Solos

Construção de Vias - Especificação



Especificações Técnicas

Propriedades		Norma	Un	GF7/130	GF8/150	GF9/180	GF10/200	GF14/250	GF16/300	GF21/400	GF26/500	GF31/600	
MECÂNICAS	Resistência à Tração em Faixa Larga	ABNT NBR 12824	T	kN/	7	8	9	10	14	16	21	26	31
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
			L	kN/	6	7	8	9	12	14	19	23	27
				%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Resistência ao Rasgo Trapezoidal	ASTM D 4533	T	N	160	200	240	260	300	340	540	720	770	
		L	N	170	220	260	280	350	420	620	800	980	
Resistência Puncionamento - CBR	ABNT NBR 13359		kN	1,20	1,30	1,55	1,80	2,35	2,60	3,60	4,90	6,00	
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491		s ⁻¹	2,35	2,1	1,85	1,77	1,48	1,31	1,02	0,87	0,74
	Permeabilidade Normal	ASTM D 4491		cm/s	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Transmissividade	ASTM D 4716		m ² /s	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,10E-05	1,20E-05	1,50E-05	1,80E-05	2,10E-05
	Abertura de Filtração (O95)	AFNOR G 38017		µm	160	150	140	130	120	110	80	70	60
Retenção de Asfalto	Task Force 25#8		l/m ²	1,3	1,5	1,8	2						
FÍSICAS	Comprimento Bobina*			m	100								
	Largura Bobina*			m	2,15 E 4,30								
	Matéria Prima				100% Poliéster ou 100% Polipropileno								
	Ponto de Fusão				100% Poliéster - 260°C / 100% Polipropileno - 165°C								

Separação de Solos

Construção de Vias - Especificação

Propriedades Técnicas

PROPRIEDADES	NORMA	UNIDADE	RESULTADO
Gramatura	ABNT NBR 12568	g/m ²	270
Resistência à tração (longitudinal)	ABNT NBR 12824	kN/m	50
Alongamento na ruptura		%	35
Resistência à tração (transversal)		kN/m	50
Alongamento na ruptura		%	35

Informações Adicionais

LARGURA	m	4,56
COMPRIMENTO BOBINA	m	200
ÁREA	m ²	912

Suporte de Carga

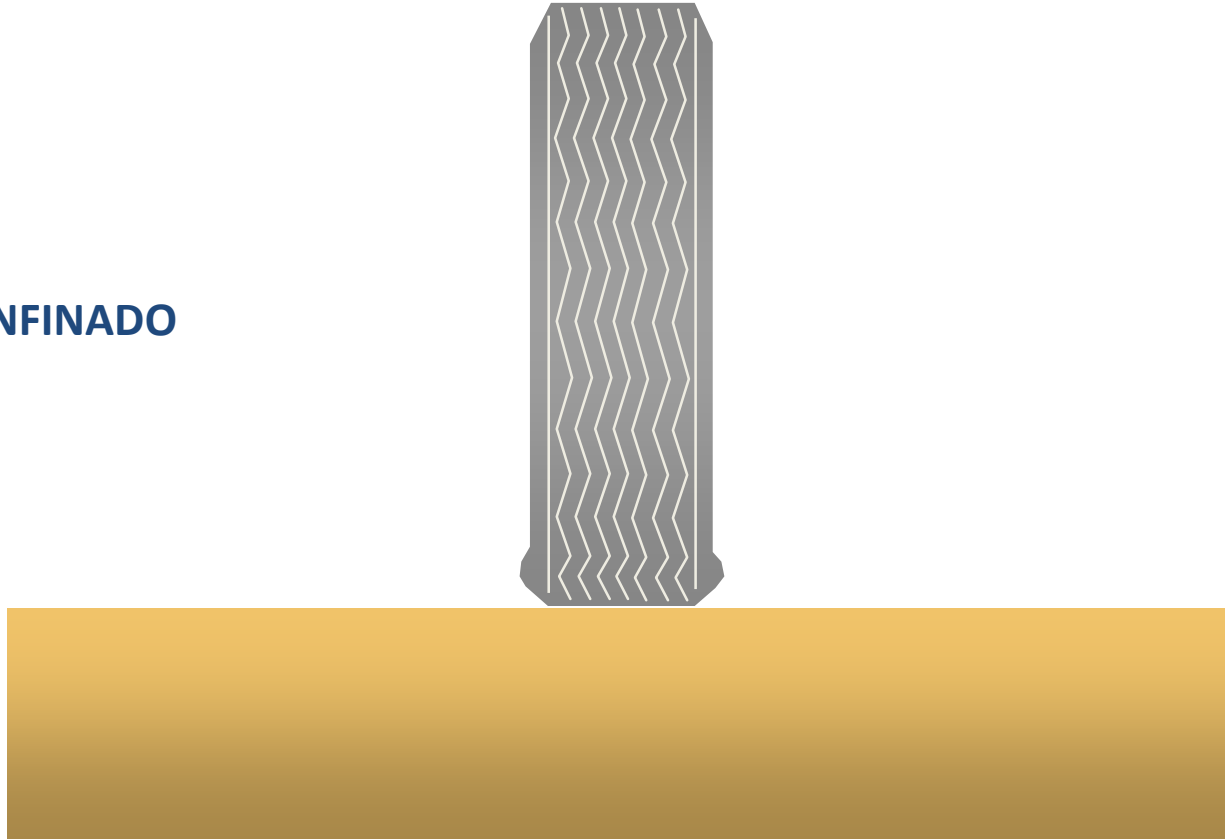
Problemas



Suporte de Carga

Confinamento Celular

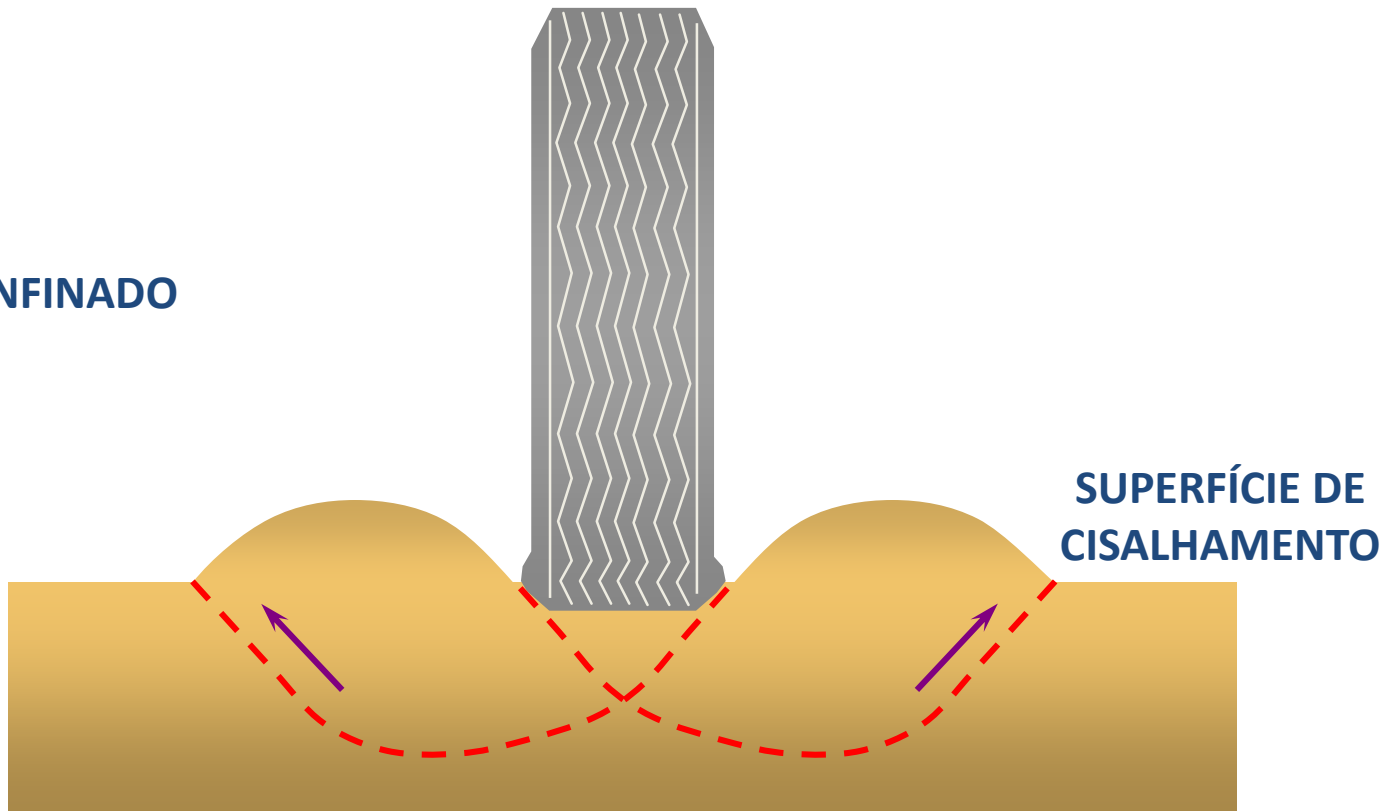
NÃO CONFINADO



Suporte de Carga

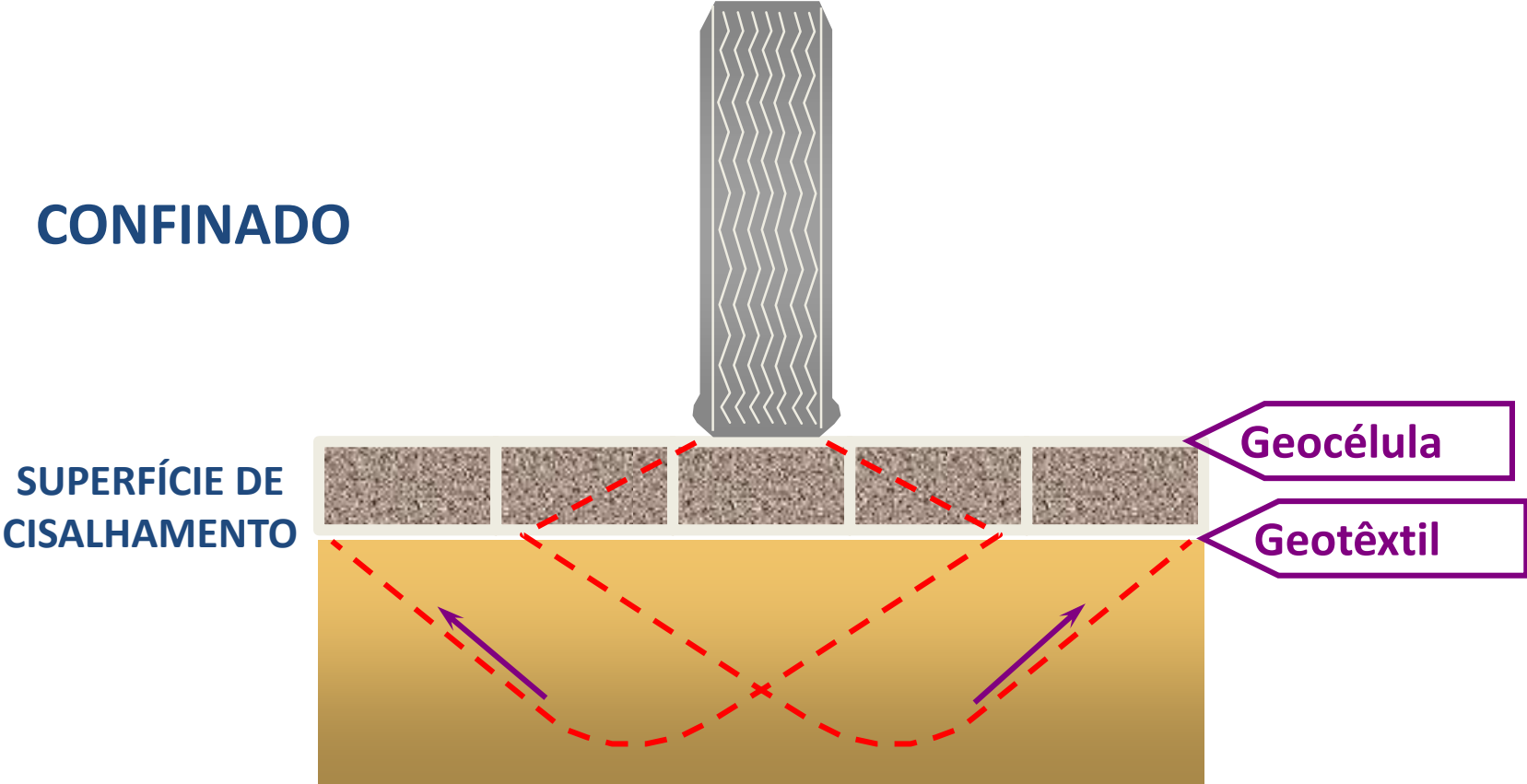
Confinamento Celular

NÃO CONFINADO

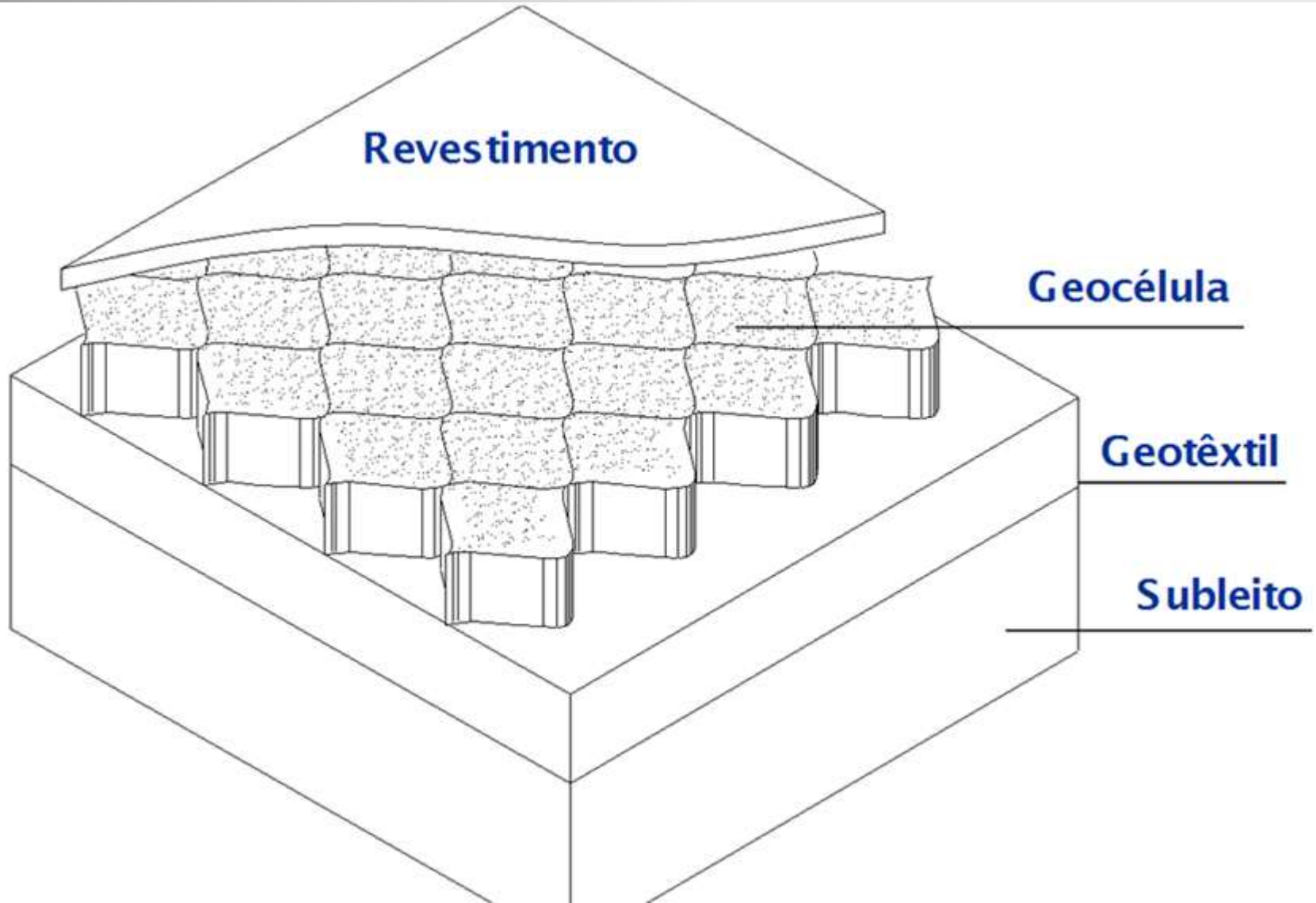


Suporte de Carga

Confinamiento Celular



Suporte de Carga Obra Industrial



Suporte de Carga

Geocélula - Especificação



Especificações Técnicas																
Propriedades	Unid.	FC 02/20	FC 03/20	FC 04/20	FC 06/20	FC 08/20	FC 02/30	FC 03/30	FC 04/30	FC 06/30	FC 08/30	FC 02/40	FC 03/40	FC 04/40	FC 06/40	FC 08/40
Altura da célula	cm	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
Dimensão média da célula	cm	18 x 18					27 x 27					36 x 36				
Área nominal das células	cm	324					729					1296				
Dimensão da peça expandida*	m	mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60					mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60					mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60				
Área da peça expandida	m	mín. 7,80 / máx. 15,60					mín. 7,80 / máx. 15,60					mín. 7,80 / máx. 15,60				
Peso da peça	kg	2,3-4,6	3,4 - 6,7	4,4 - 8,9	6,7-13,4	8,8-17,9	1,7-3,4	2,6-5,1	3,3-6,7	5,1-10,1	6,6-13,4	1,2-2,3	1,7-3,4	2,2- 4,5	3,4- 6,7	4,4 - 8,9
Resistência transversal das juntas (NBR 13134)	N	900	1350	1800	2700	3700	900	1350	1800	2700	3700	900	1350	1800	2700	3700

Suporte de Carga Obra Viária



Suporte de Carga

Obra Viária



Suporte de Carga Obra Viária



Suporte de Carga Obra Viária



Suporte de Carga Obra Viária



Suporte de Carga

Obra Viária



Suporte de Carga

Obra Viária



Suporte de Carga

Obra Viária



Suporte de Carga

Obra Viária



Suporte de Carga

Obra Viária



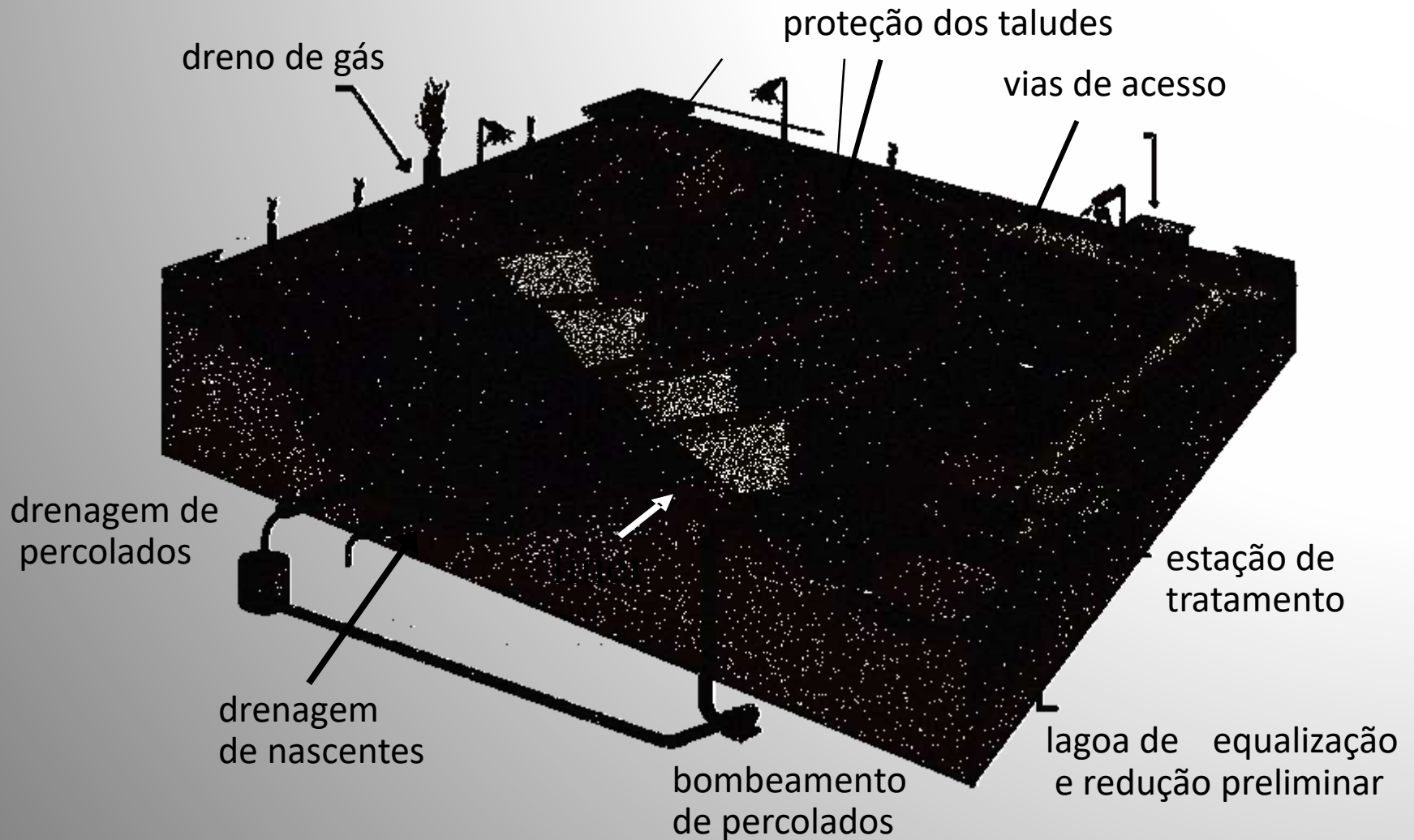
Suporte de Carga

Obra Viária



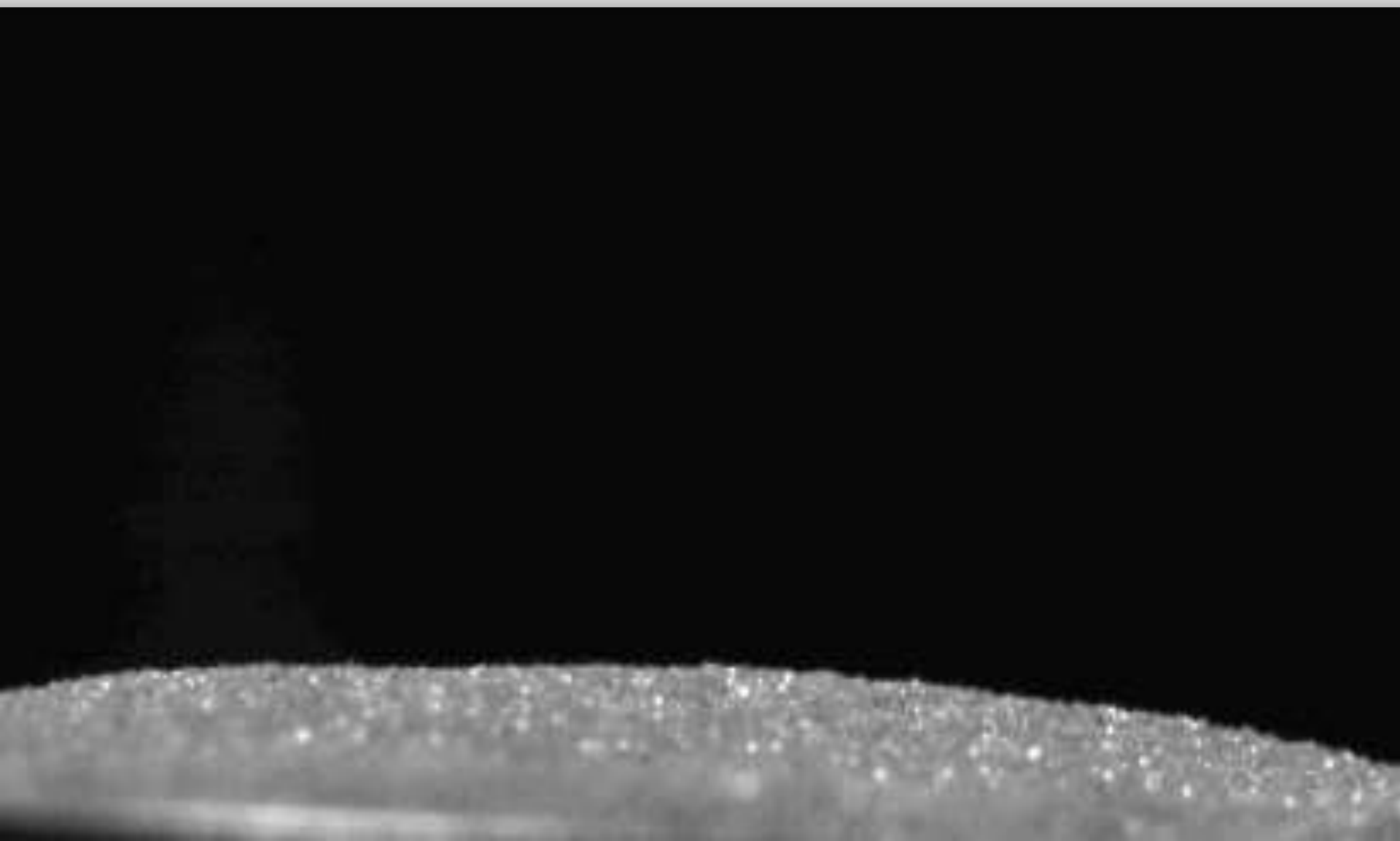
Aterros Sanitários

Elementos Básicos



Erosão

Ação da Chuva



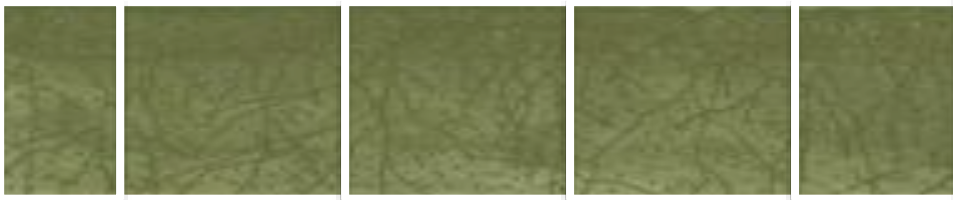
Controle de Erosão

Como resolver??



Controle de Erosão

Confinamento Celular



Suporte de Carga

Geocélula - Especificação



Especificações Técnicas																
Propriedades	Unid.	FC 02/20	FC 03/20	FC 04/20	FC 06/20	FC 08/20	FC 02/30	FC 03/30	FC 04/30	FC 06/30	FC 08/30	FC 02/40	FC 03/40	FC 04/40	FC 06/40	FC 08/40
Altura da célula	cm	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
Dimensão média da célula	cm	18 x 18					27 x 27					36 x 36				
Área nominal das células	cm	324					729					1296				
Dimensão da peça expandida*	m	mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60					mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60					mín. 3,00 x 2,60 / máx. 6,00 x 2,60				
Área da peça expandida	m	mín. 7,80 / máx. 15,60					mín. 7,80 / máx. 15,60					mín. 7,80 / máx. 15,60				
Peso da peça	kg	2,3-4,6	3,4 - 6,7	4,4 - 8,9	6,7-13,4	8,8-17,9	1,7-3,4	2,6-5,1	3,3-6,7	5,1-10,1	6,6-13,4	1,2-2,3	1,7-3,4	2,2- 4,5	3,4- 6,7	4,4 - 8,9
Resistência transversal das juntas (NBR 13134)	N	900	1350	1800	2700	3700	900	1350	1800	2700	3700	900	1350	1800	2700	3700

Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



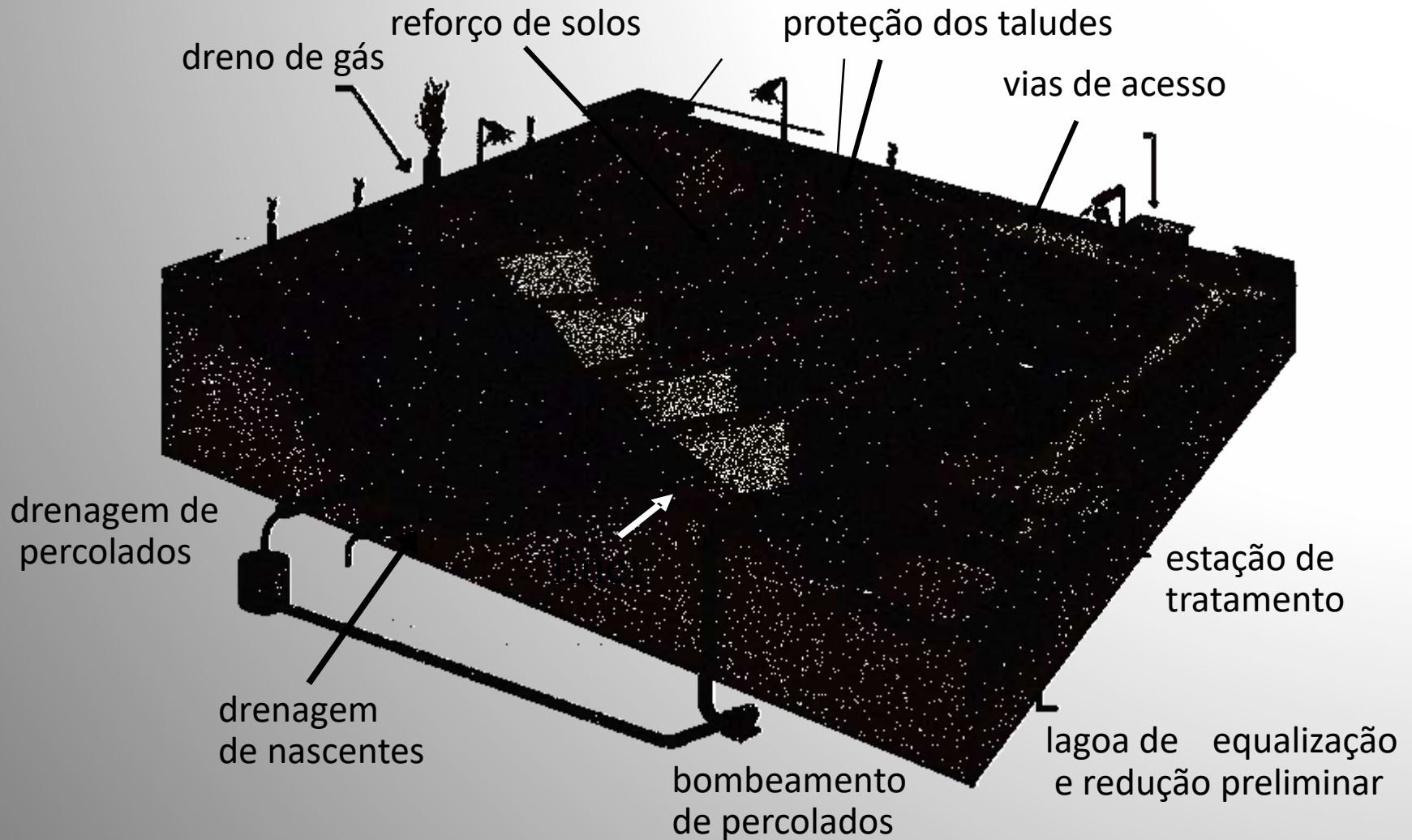
Revestimiento de Taludes

Obras Industriais



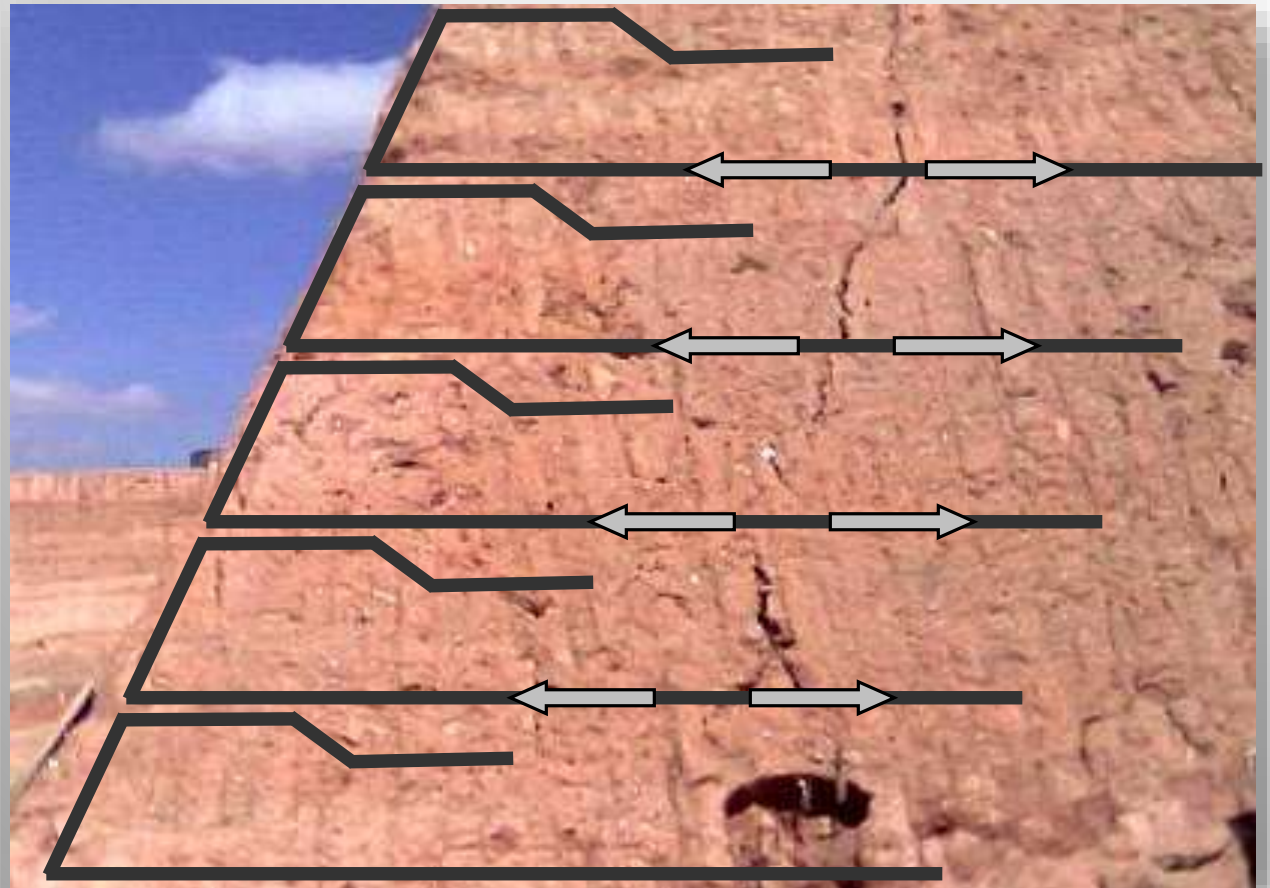
Aterros Sanitários

Elementos Básicos



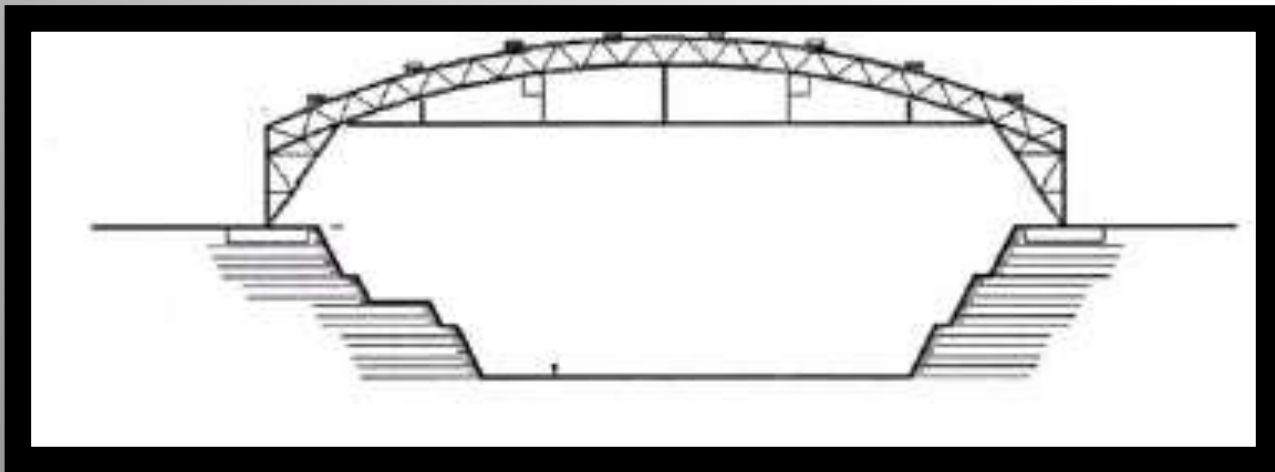
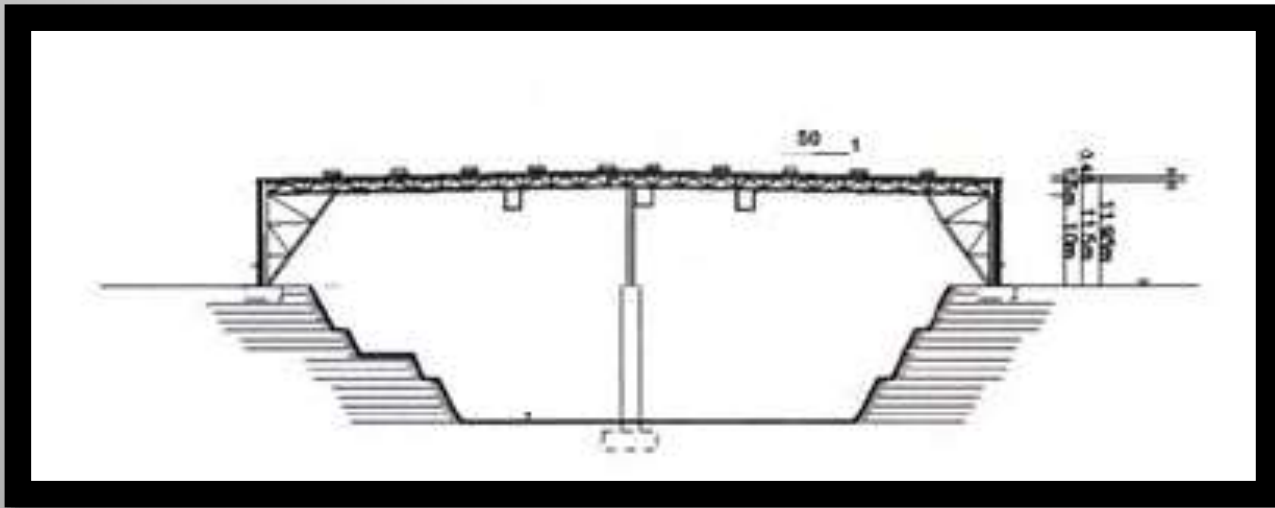
Estruturas de Contenção

Solo Reforçado



Aterros Sanitários

Verticalização de Aterros



Aterros Sanitários

Verticalização de Aterros



Aterros Sanitários

Verticalização de Aterros



Aterros Sanitários

Verticalização de Aterros



Aterros Sanitários

Verticalização de Aterros



Solo Reforzado

Método Construtivo



Solo Reforçado

Método Construtivo



Solo Reforçado

Método Construtivo



Solo Reforçado

Método Construtivo



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



Solo Reforçado

Acabamento da Face



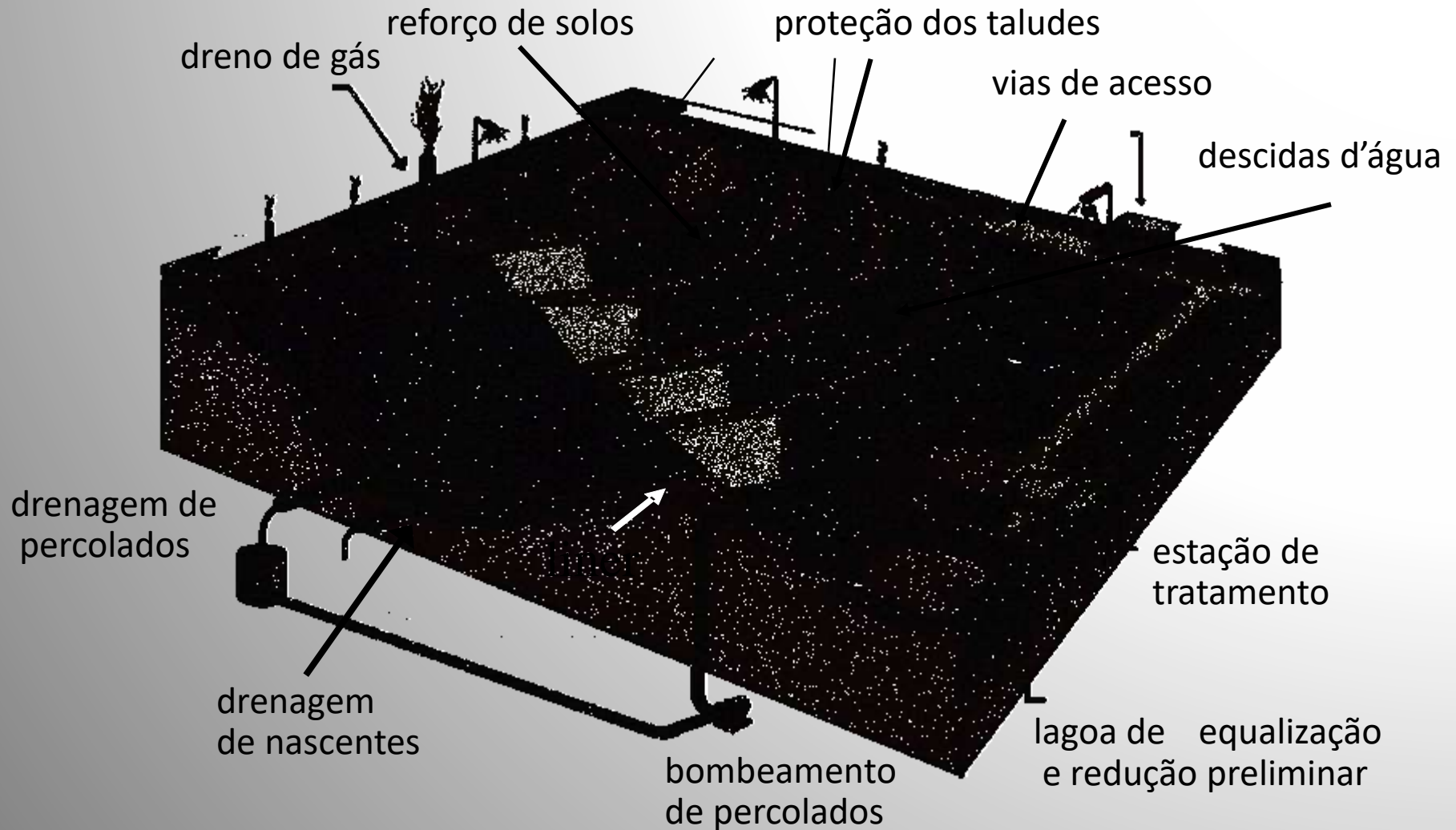
Solo Reforçado

Acabamento da Face



Aterros Sanitários

Elementos Básicos



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



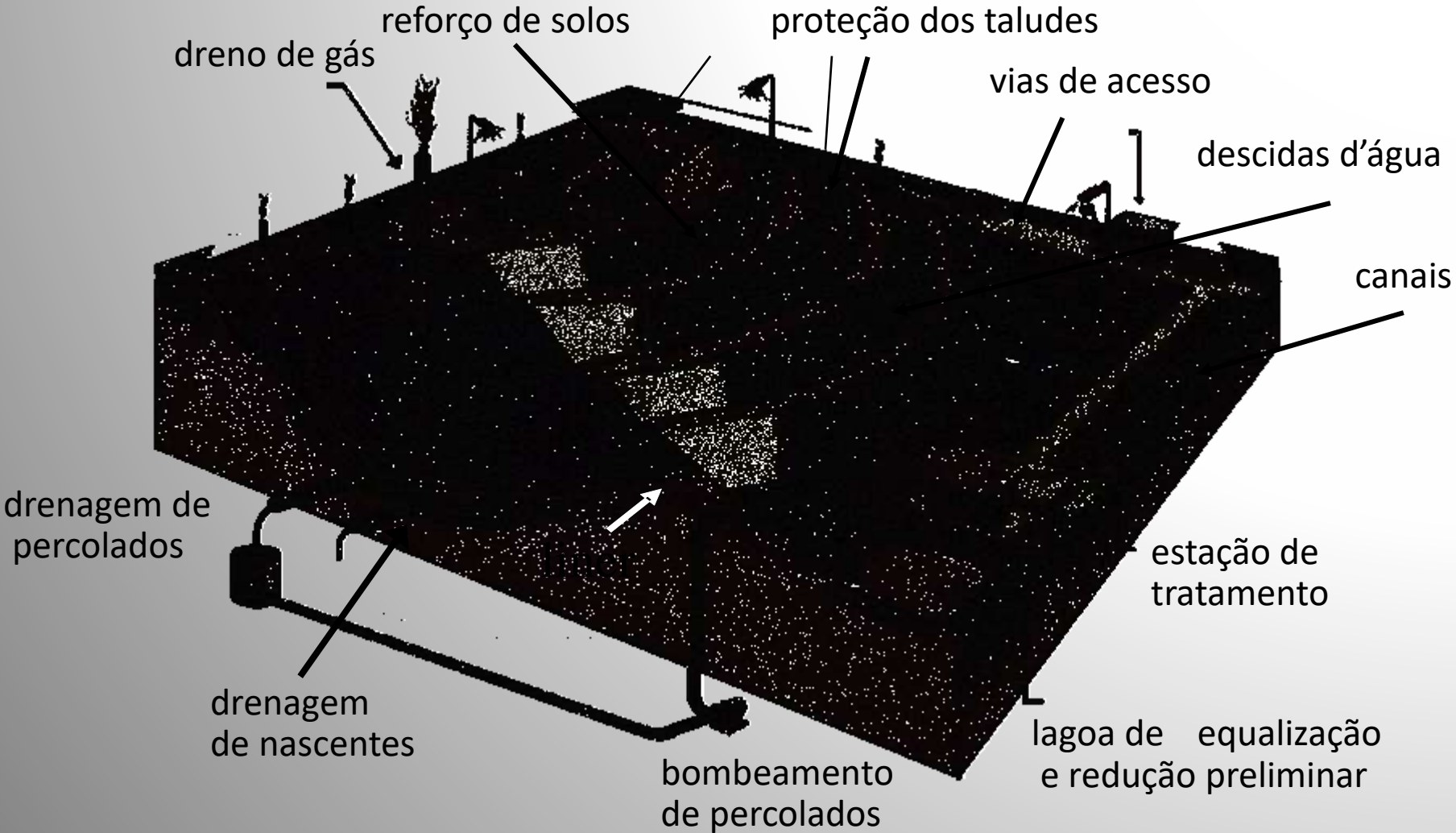
Sistema de Drenagem

Descidas d'água em Aterros Sanitários



Aterros Sanitários

Elementos Básicos



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Mineração



Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



01/05/2013 10:47

Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



09/05/2013 09:16

Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



25/04/2013 14:02

Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



25/04/2013 14:05

Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



23/04/2013 17:03

Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



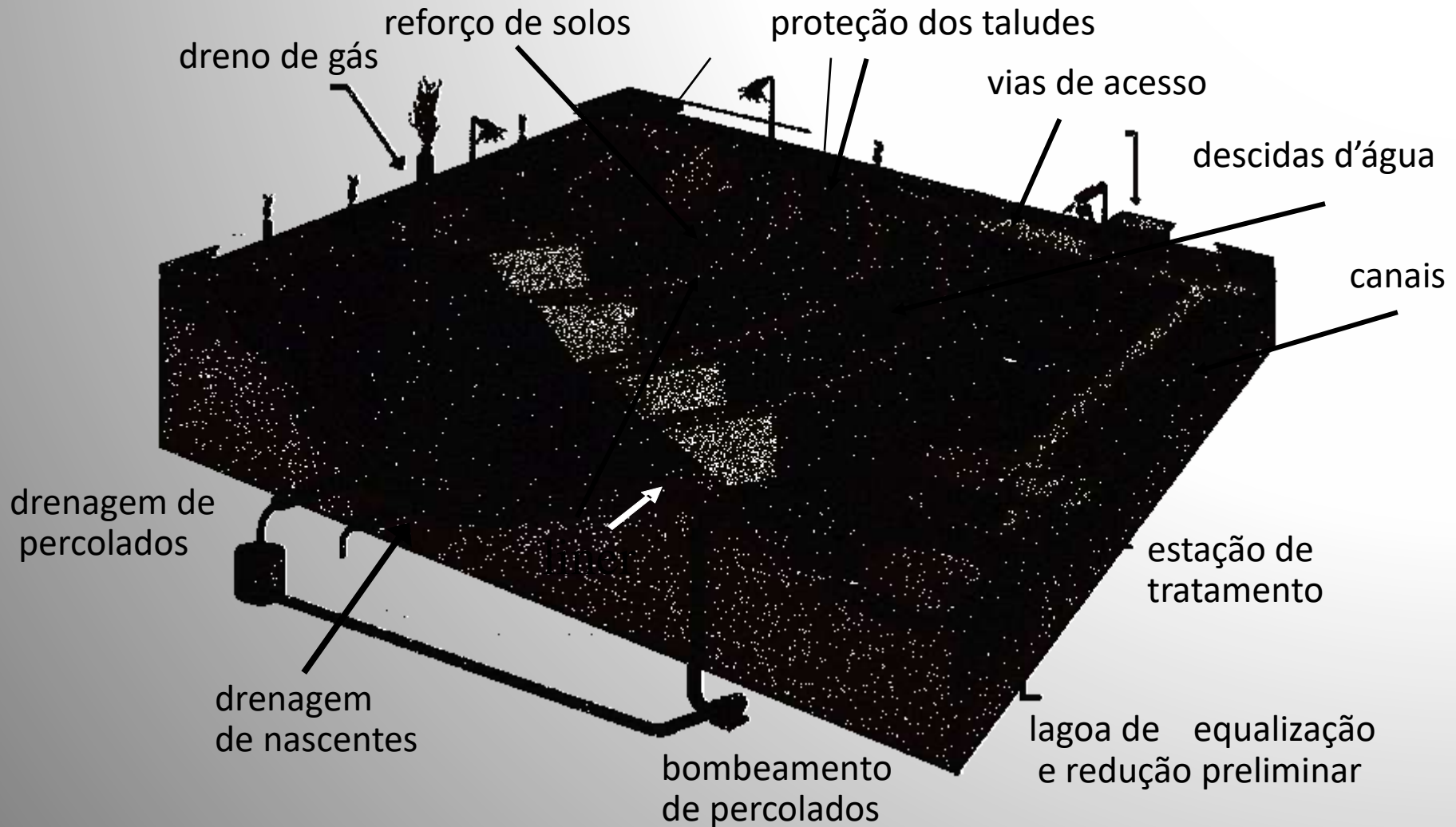
Canais Revestidos com Concreto

Infraestrutura Aeroportuária



Aterros Sanitários

Elementos Básicos



Disposição de Resíduos

Liner de Cobertura



Disposição de Resíduos

Liner de Cobertura



Disposição de Resíduos

Liner de Cobertura



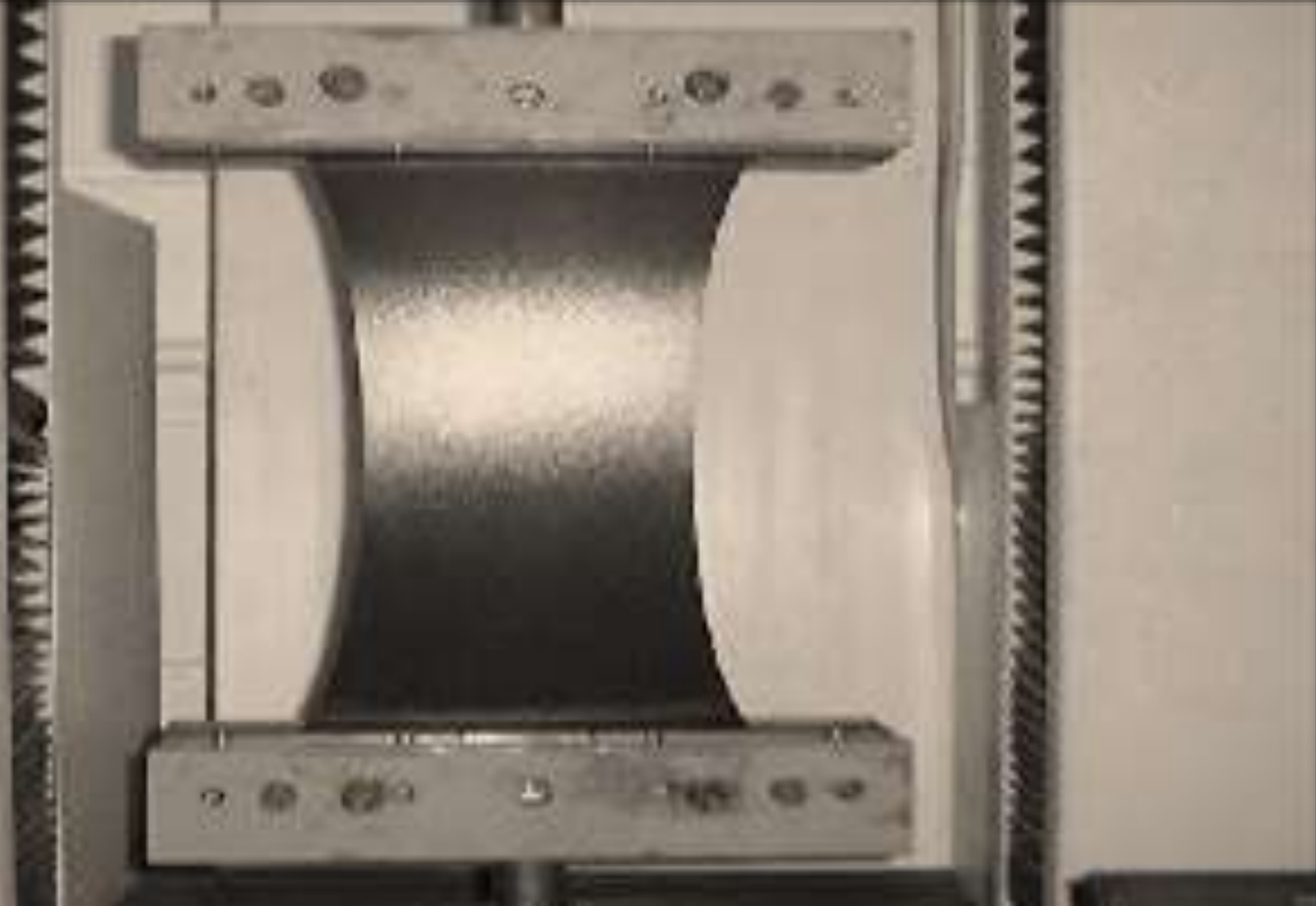
Disposição de Resíduos

Liner de Cobertura



Controle de Qualidade

Ensaio de Laboratório



Controle de Qualidade

Ensaaios de Laboratório



As principais propriedades dos Geotêxteis e Produtos Correlatos, se classificam em quatro grupos:

Físicas

espessura, gramatura (ou massa por unidade de área), porosidade e porcentagem de área aberta.

Mecânicas

resistência à tração, compressibilidade, resistência ao puncionamento, resistência à propagação do rasgo, resistência ao estouro e fluência.

Hidráulicas

permissividade, transmissividade e abertura de filtração.

Desempenho

resistência à tração confinada, fluência confinada, resistências de interface, resistência à abrasão, filtração de longa duração e danos de instalação.

Literatura Sugerida

Manual Brasileiro de Geossintéticos



Mais informações:

fernando@obergeo.com.br / 19 - 9206-0623



OBRIGADO PELA ATENÇÃO!!!