

Gestão Urbana de águas pluviais

– Guia Técnico

Como reter e drenar
a água da chuva



O AGREGADO LEVE LECA[®]

é adequado para a infiltração, retenção e tratamento de águas pluviais.

Gestão Urbana das águas pluviais com Leca®



As estratégias locais de gestão das águas pluviais são alternativas economicamente eficientes para a prevenção de inundações e transbordos dos sistemas de drenagem.

Este guia explica como gerir as águas pluviais usando o agregado leve Leca® como meio de retenção e drenagem. O correto dimensionamento das estruturas é crítico para a definição da melhor solução de gestão urbana das águas. O objetivo deste manual é fornecer as orientações adequadas à aplicação do agregado leve Leca® em sistemas de gestão de águas pluviais tais como: valas e trincheiras drenantes, jardins de chuva, coberturas verdes e superfícies permeáveis.

Porquê gerir a água da chuva?

As chuvadas intensas, provocadas pelas alterações climáticas estão a transformar as formas tradicionais de nos prepararmos para as condições climáticas extremas. O foco mudou de encontrar simplesmente uma resposta a fenómenos meteorológicos regulares para a necessidade de reduzirmos os riscos sociais associados a fenómenos meteorológicos extremos provocados pelas alterações climáticas. A preparação para as consequências causadas por estes fenómenos extremos está na agenda política e muitos governos desenvolveram programas ambiciosos para gerir estes desafios. A necessidade de gerir as águas provenientes das chuvas, em meio urbano, tem despoletado o desenvolvimento de inovações e de novas soluções em todo o mundo.

Devido à densificação urbana, o escoamento das águas pluviais em grandes cidades pode causar problemas nas infraestruturas existentes. As águas escoadas acumulam-se rapidamente quando as superfícies naturais são substituídas por superfícies impermeáveis como o asfalto e o betão. Além disso, o escoamento superficial excessivo resulta na proliferação de poluentes e agentes patogénicos que podem representar um risco para a saúde pública. Em geral, para aumentar a resiliência da cidade às águas pluviais, os municípios incentivam a uma gestão local da água com vista à redução de transbordos dos sistemas de drenagem e de esgotos.

Um fator determinante para a economia circular é a capacidade de gerir a água utilizando processos sustentáveis e ecológicos, com pegadas ambientais reduzidas. Um ciclo hídrico saudável pode ser mantido implementando medidas que simulam mecanismos semelhantes aos ambientes naturais em florestas e espaços verdes, tais como o atraso, retenção e infiltração da água.



As estratégias locais de gestão das águas pluviais podem permitir o escoamento e impedir a acumulação de água à superfície e o transbordo das condutas de drenagem e dos sistemas de esgotos.

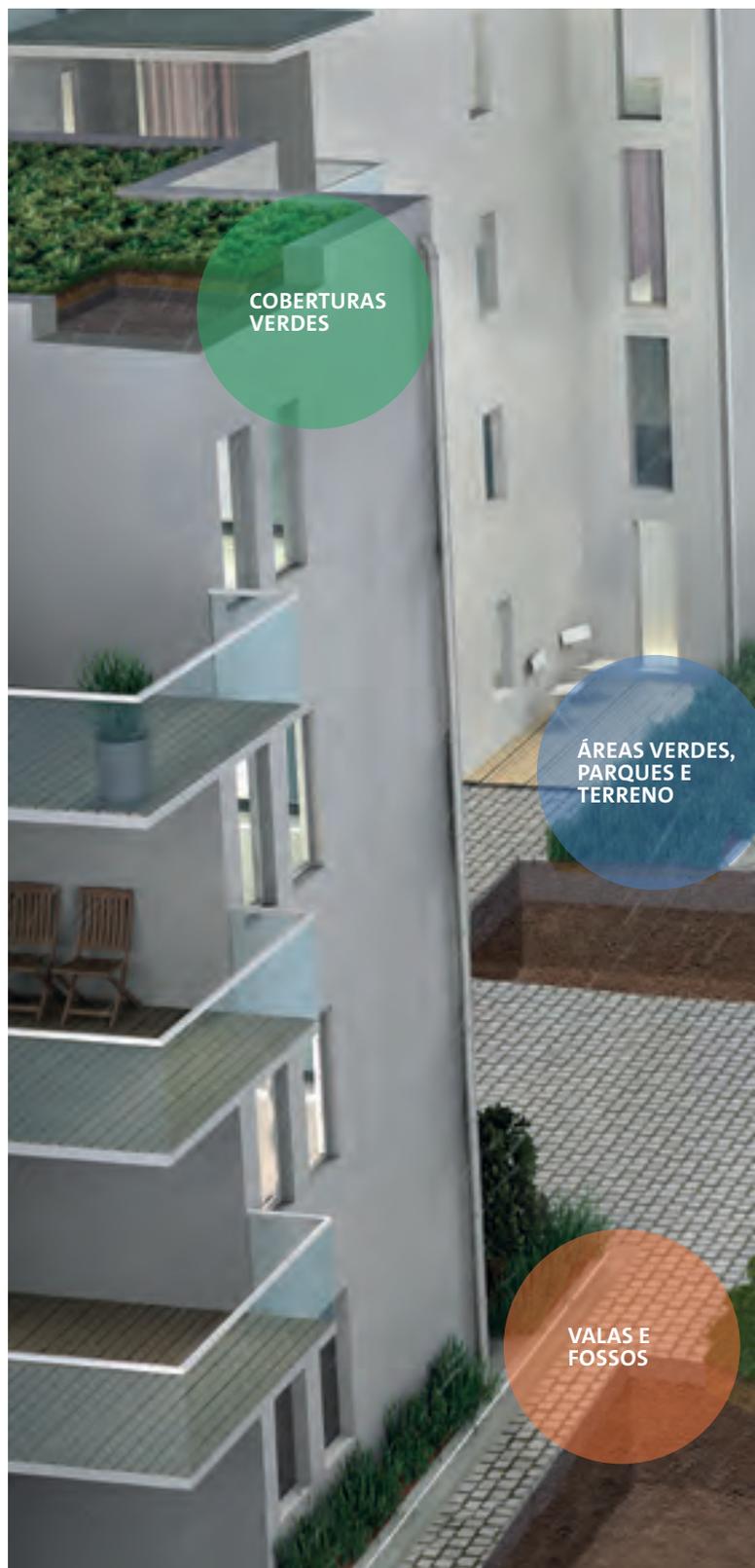


Utilização de espaços verdes para a gestão das águas pluviais

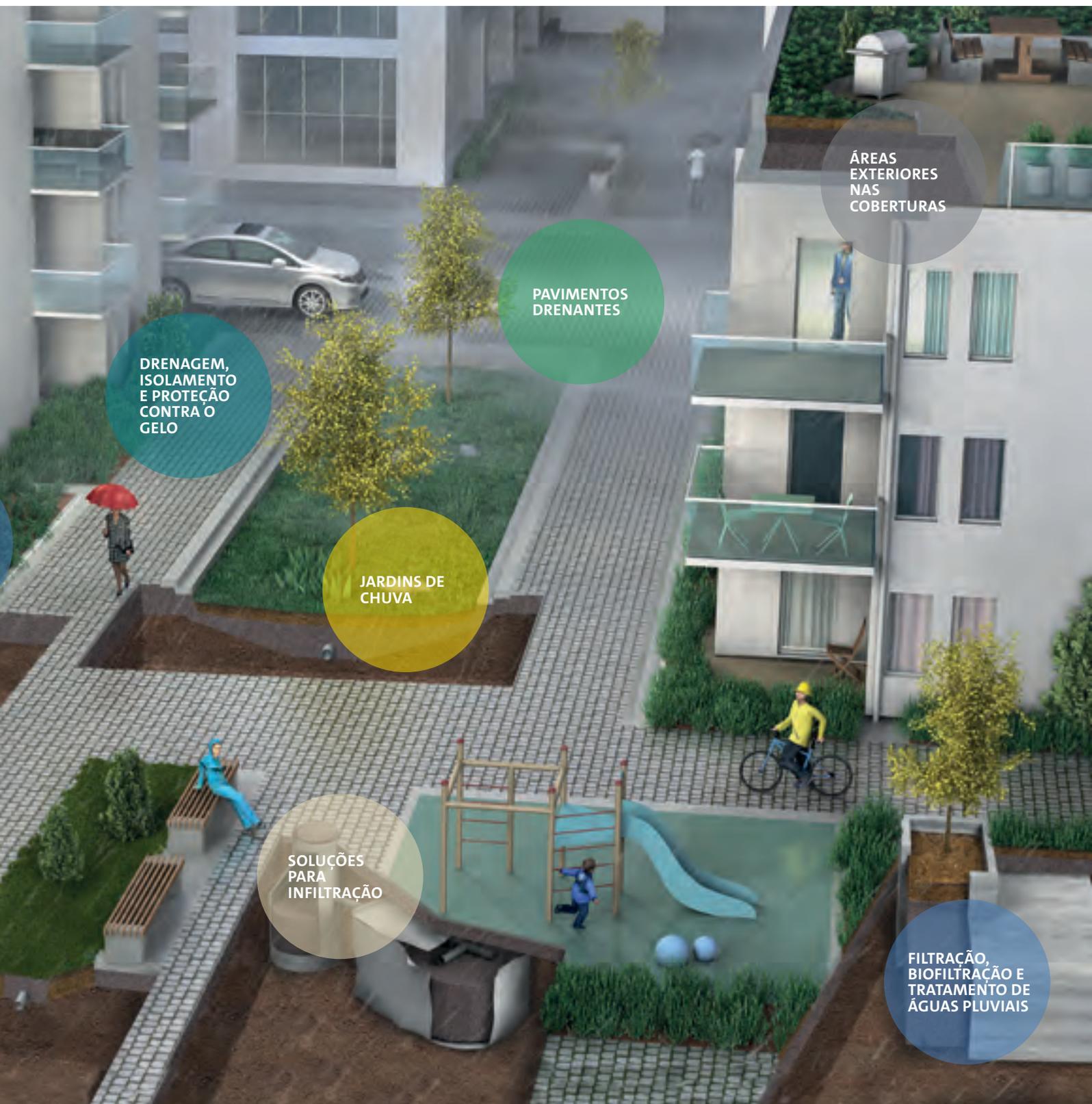
O agregado leve Leca® contribui para a infiltração, drenagem e retenção.

A gestão das águas pluviais apenas através da drenagem por condutas ou sistemas combinados de esgoto é um método ultrapassado. Hoje em dia, as limitações geográficas, de infraestruturas e de tratamento das águas residuais aumentaram drasticamente o custo de construção de novos reservatórios e de condutas de drenagem. Embora estejam disponíveis muitas soluções alternativas, a identificação das melhores e das mais sustentáveis práticas de gestão das águas pluviais é um desafio para os gestores autárquicos e para os projetistas. O agregado leve Leca® pode ser utilizado na gestão das águas pluviais a partir de uma bacia de captação uma vez que retém a água. Além disso, o agregado leve Leca® pode facilitar os processos de infiltração de água no solo.

Usando o agregado leve Leca®, as áreas adequadas podem tornar-se reservatórios funcionais e locais de armazenamento temporário, transformando-se em áreas de retenção. O agregado leve Leca® pode ajudar as cidades a cumprir as suas estratégias de adaptação climática e, usando áreas de gestão de águas pluviais como espaços de lazer, a comunidade pode construir ambientes saudáveis e esteticamente valorizados, promovendo o bem-estar e a diversidade biológica. As avaliações da redução do escoamento de águas pluviais, risco de inundação e controlo de poluição devem ser incluídas nas análises de custo-benefício, para além dos benefícios adicionais de ter áreas exteriores atrativas.



es exteriores



ÁREAS EXTERIORES NAS COBERTURAS

PAVIMENTOS DRENANTES

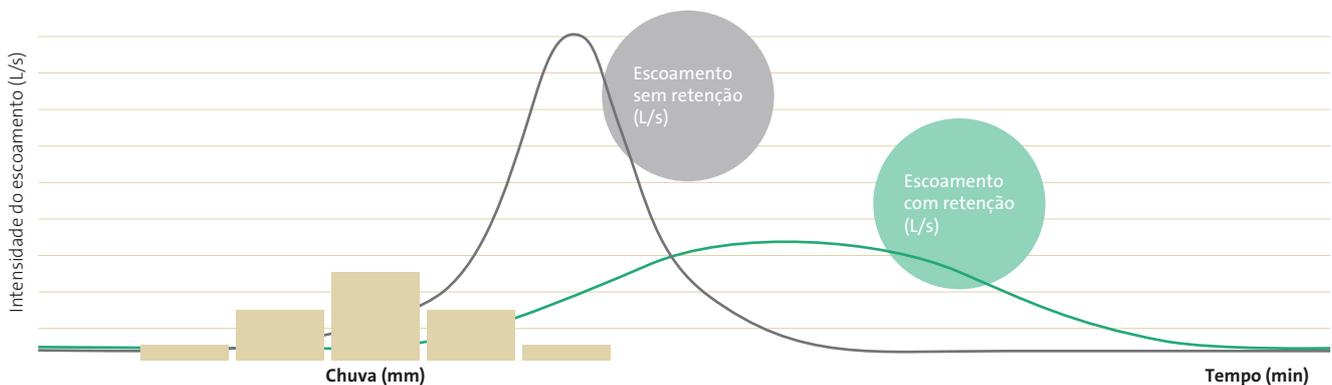
DRENAGEM, ISOLAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA O GELO

JARDINS DE CHUVA

SOLUÇÕES PARA INFILTRAÇÃO

FILTRAÇÃO, BIOFILTRAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Escoamento com e sem medidas de retenção de água



O gráfico mostra o princípio básico do escoamento de água com o agregado leve Leca[®]. A redução da intensidade do escoamento numa área com agregado leve Leca[®] (linha verde) é comparada com uma área impermeável e não controlada (linha cinzenta).

A linha cinzenta representa a quantidade de água que se escoou da área impermeável sem qualquer mecanismo de gestão de água. A água satura rapidamente a secção do terreno e o pico da intensidade de descarga é proporcional ao pico da intensidade de chuva. Na situação de utilização de agregado leve Leca[®], ilustrada pela linha verde, a água é retida, atrasando o pico da intensidade de fluxo e reduzindo a intensidade média de escoamento, libertando a água lentamente durante um período prolongado. O agregado leve Leca[®] regenera rapidamente a sua capacidade de retenção, mesmo quando exposto a sucessivas chuvadas.



Gestão urbana das águas pluviais com o agregado leve Leca®

O que é a Leca®?



A Leca® é a marca registrada de um agregado leve de argila expandida. A argila em bruto é seca e cozida em grandes fornos rotativos, expandindo-se a cerca de 1200° C. O produto resultante é um material cerâmico robusto com uma superfície externa dura e uma estrutura interna de pequenos poros cheios de ar. Tanto os grânulos britados como os de forma mais esférica são muito resistentes e leves. As aplicações descritas nesta brochura utilizam Leca® com forma esférica ou britada, com diferentes granulometrias.

Características gerais

Todos os tipos de Leca® podem ser usados na maioria das soluções para gestão de águas pluviais. Os grânulos de Leca® pequenos, grandes, britados ou esféricos têm características diferentes, mas todos eles têm em comum o seguinte:

- Produto natural
- Leve
- Neutro e quimicamente inerte
- Promove um bom crescimento de raízes para plantas
- Alta permeabilidade ao ar
- Alta permeabilidade hidráulica
- Qualidade estável
- Isolamento sonoro e térmico
- Totalmente resistente ao fogo

A estratégia de gestão de água numa bacia de captação é geralmente definida pelos requisitos estabelecidos pelas autoridades locais. Os construtores e proprietários de terrenos são obrigados a cumprir os regulamentos, mas as limitações físicas, como a topografia, condições do solo e tendências meteorológicas, são igualmente importantes na escolha de um projeto de gestão de água pluvial.

Retenção

O agregado leve Leca® tem a capacidade de atrasar o escoamento da água através de um princípio conhecido como retenção de água. Uma retenção adequada proporciona um fluxo constante e controlado de água e reduz o risco de inundações. O agregado leve Leca® possui uma estrutura interna altamente porosa e uma abundância de vazios entre os grânulos. Esta propriedade permite que o agregado leve Leca® atrase o fluxo, reduzindo assim a intensidade do pico do escoamento numa determinada área. Assim, o agregado leve Leca® reduz o impacto da água proveniente de chuvadas fortes e moderadas através da sua retenção e libertação lenta e gradual durante e após a ocorrência da chuva. Sem esta subcamada de retenção, a vantagem de uma superfície com vegetação ou permeável pode ser limitada; com o agregado leve Leca®, o benefício da utilização dessas superfícies pode ser maximizado, uma vez que a Leca® constitui uma subcamada fiável e robusta, retendo a água independentemente da capacidade de infiltração do solo.

Infiltração

As condições ideais do solo permitem a infiltração da água superficial até ao nível do terreno. O agregado leve Leca® possui poros e muitos espaços vazios entre os grânulos que funcionam como espaços de armazenamento temporário de água. Após a adsorção, a água pode infiltrar-se no solo por infiltração ou ser descarregada para um local próximo. Ao promover a infiltração é possível obter uma quantidade de água mais controlável através da redução constante do volume total de escoamento.

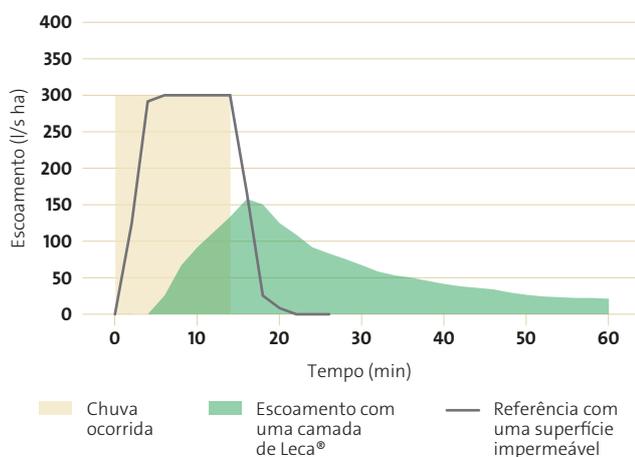
Drenagem

O agregado leve Leca® tem excelentes propriedades de drenagem uma vez que possui espaços vazios para a água fluir entre os grânulos. Se, por exemplo, for usado na construção de valas ou diques de drenagem fechados, o agregado leve Leca® pode desviar a água para locais mais adequados. Se a preservação das linhas de drenagem natural de uma área for importante, ou seja, os percursos preferenciais para a água, o agregado leve Leca® pode ser aplicado como um material de aterro que suporta carga sem prejudicar as necessidades de drenagem existentes. A condutividade hidráulica do agregado leve Leca® impedirá a criação de frentes de água ou a sua acumulação em lagos superficiais. Os materiais Leca® esféricos (não britados) têm uma condutividade hidráulica mais elevada e permitem que grandes volumes de água sejam drenados rapidamente durante fenómenos extremos.

O agregado leve Leca® e a retenção de água

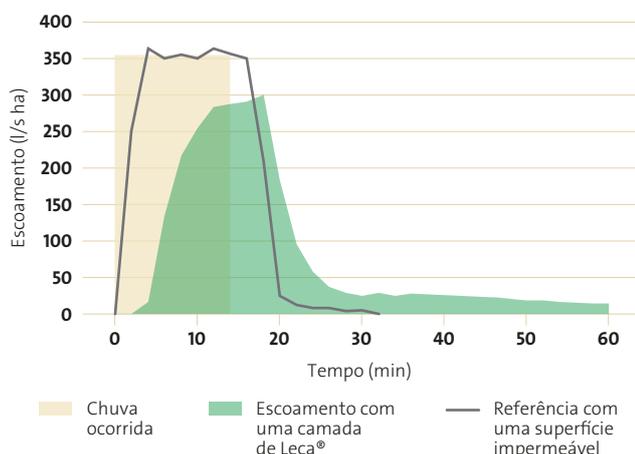
Os gráficos seguintes mostram os resultados laboratoriais do escoamento de três materiais Leca® diferentes, de acordo com os testes descritos no Guia da FLL (Orientações para Coberturas Verdes - FLL 2008). Os testes demonstram a redução do pico da intensidade de escoamento e a capacidade de retenção de vários tipos de agregado leve Leca®. A sua capacidade de reter ou drenar continuamente grandes volumes de água pode ser claramente observada.

O agregado leve Leca® foi devidamente saturado de água antes do teste. Daí resulta que a capacidade para armazenamento prolongado de água resultante da absorção já estava quase totalmente atingida antes da execução dos testes. Não há efeito da infiltração ou de qualquer outra perda de água total, não contabilizada. Os resultados foram ajustados para corresponder a uma área em hectares (ha).



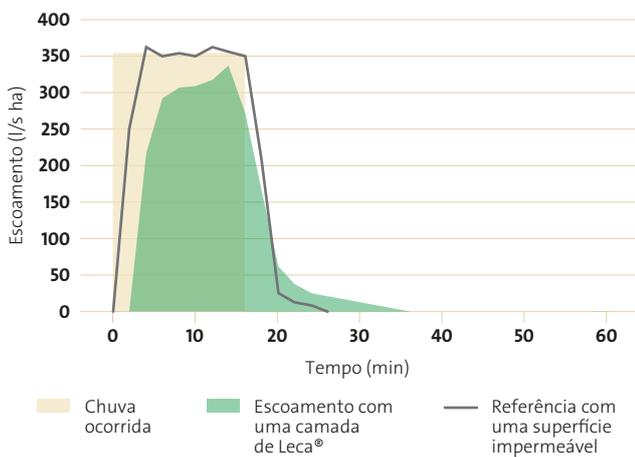
Agregado leve Leca® S

O gráfico apresenta os resultados laboratoriais do comportamento do escoamento para uma secção de agregado Leca® S. Foi simulado um evento extremo de chuva com 27l/m² num intervalo de 15 minutos, com uma inclinação superficial de 2%. A área cinzenta representa a chuva ocorrida e a linha cinzenta a intensidade do escoamento de uma área de referência sem medidas de retenção. A área amarela mostra o escoamento da água retida por uma camada de 200 mm de agregado leve Leca® S. Pode-se claramente observar o efeito de retenção e o atraso do valor total de escoamento, que é calculado em 71% em comparação com a referência. Além disso, a intensidade máxima do pico do escoamento é reduzida em 53%.



Agregado leve Leca® M

O gráfico apresenta os resultados laboratoriais do comportamento do escoamento para uma secção de Leca® M. Foi simulado um evento extremo de chuva com 36 l/m² num intervalo de 15 minutos, com uma inclinação superficial de 2%. O agregado leve Leca® M tem propriedades semelhantes ao S, mas os grânulos maiores permitem uma drenagem mais rápida, além do efeito de retenção de água. 41% da água recebida é retida e o pico da intensidade de escoamento é reduzido em 35% em comparação com a referência.



Agregado leve Leca® L

O gráfico apresenta os resultados laboratoriais do comportamento do escoamento para uma secção com Leca® L. Foi simulado uma chuvada com 36 l/m² num intervalo de 15 minutos, com uma inclinação superficial de 2%. O comportamento primário é de drenagem, mas pode ser observada também retenção de água. A elevada permeabilidade garante um fluxo constante e quase sem restrições da água através do meio. Isto é ideal para sistemas em que elevados volumes de água têm de ser rapidamente drenados ou desviados através de uma subcamada de agregado leve Leca®.

Ø 1-5 mm



435
585
KG/m³

Leca® S

Ideal para maximizar a retenção de água. O material é especialmente adequado como sub base para pavimentos permeáveis. A densidade a granel é de 435-585 kg/m³.

Ø 4-12,5 mm



280
380
KG/m³

Leca® M

Não tem grânulos finos e apresenta uma permeabilidade hidráulica mais elevada. Isto é uma vantagem quando têm de ser evitadas grandes variações de peso devido à absorção de água. A Leca® grossa britada é muito leve e a densidade a granel é de 280-380 kg/m³.

Ø 10-20 mm



235
315
KG/m³

Leca® L

É ótima para drenagem e armazenamento de água. Entre os grânulos há grandes vazios com espaço para a água, quando usados em soluções de armazenamento subterrâneo. A Leca® redonda também é comumente utilizada como aterro de drenagem e em paisagismo. A densidade é de 235-315 kg/m³.

Aplicações

	Leca® S	Leca® M	Leca® L
Filtragem e biofiltração	● ● ●	● ●	●
Infiltração	● ●	● ● ●	● ● ●
Retenção de água em coberturas verdes	● ● ●	● ● ●	●
Retenção de água em jardins de infiltração, fossos e valas	● ● ●	● ●	●
Retenção sob superfícies permeáveis	● ● ●	● ●	●
Proteção e isolamento contra gelo	●	● ●	● ● ●
Drenagem	●	● ●	● ● ●

● ● ● MUITO ADEQUADO

● ● ADEQUADO

● USO LIMITADO



Retenção de águas pluviais com Leca®

A tabela seguinte resume os comportamentos de retenção de água de camadas de agregado leve Leca® com espessuras variando entre 200 mm e 100 mm. Os dados são obtidos em experiências controladas em laboratório com cenários de chuva extrema e mostram a contribuição (%) do agregado leve Leca® em comparação com uma superfície de referência impermeável. A redução do pico de intensidade é a redução da intensidade máxima do escoamento de saída. Isto é importante, pois as descargas sem restrições com elevada intensidade causam transbordo nos sistemas de drenagem. A quantidade de água com atraso no fluxo de escoamento é um parâmetro diretamente relacionado com o coeficiente de escoamento e representa a água total que é temporariamente retida após 15 minutos de chuva intensa. As propriedades de retenção e escoamento são alteradas se a intensidade da chuva e o gradiente variarem.

Tipo de Leca®	Agregado leve Leca® S		Agregado leve Leca® M		Agregado leve Leca® L	
	108 mm/h		126 mm/h		126 mm/h	
Intensidade da chuva	108 mm/h		126 mm/h		126 mm/h	
Espessura da camada	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm	200 mm	100 mm
Redução do pico da intensidade de escoamento	53%	45%	35%	18%	17%	6%
Água de escoamento após 45 min.	70%	55%	40%	30%	20%	15%



Para nos adaptarmos às mudanças climáticas temos de ser inovadores no controlo do escoamento da água da chuva.

Coeficiente de escoamento

Os cálculos são importantes para prever o comportamento do volume de escoamento numa determinada área. Esta é uma precaução necessária para evitar inundações e atender a outros requisitos. Um indicador básico geralmente usado para quantificar o escoamento de água de uma superfície é o coeficiente de escoamento (C).

O coeficiente de escoamento (C) é um valor adimensional de 0 a 1 que indica o escoamento superficial de uma bacia de captação. C refere-se à quantidade escoada relativamente à quantidade de precipitação recebida - áreas com pouca infiltração (por exemplo: pavimentos) e alto escoamento (por exemplo: áreas com declives acentuados) têm um coeficiente próximo de 1 e superfícies permeáveis (como o solo com vegetação) têm um valor mais próximo de 0.

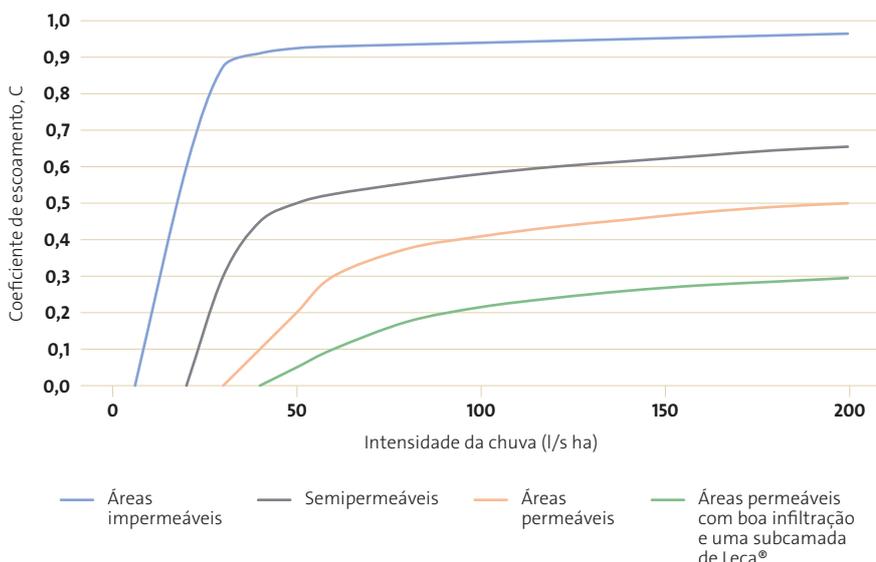
O coeficiente de escoamento (C) é definido por:

$$C = \frac{\text{volume escoado/tempo}}{\text{volume total de precipitação/tempo}}$$

O valor de C tem algumas limitações de rigor e omite fatores que podem afetar o verdadeiro valor do escoamento. Alguns exemplos desses fatores são os efeitos de evapotranspiração (retenção), atraso no escoamento (armazenamento temporário), linhas de drenagem, declives (topologia) e condições de fluxo, bem como os dados meteorológicos, considerações sobre águas subterrâneas e subsolo.

Em geral, o coeficiente sobrestima a descarga de água, mas a sua simplicidade faz dele uma forma rápida de estimar o escoamento. As tabelas para as diferentes superfícies com os valores característicos de C estão acessíveis na internet. Normalmente, áreas grandes e planas com terra e vegetação, permeáveis, têm os valores menores - e áreas pequenas, impermeáveis, como o asfalto, argilas densas e declives, têm os valores maiores de C. Ao usar materiais inovadores para a gestão da água, deve ser considerada a sua contribuição para uma redução correspondente do valor de C. Por isso, os valores com os agregados leves Leca® foram medidos e documentados em ambientes controlados.

À medida que o interesse e a necessidade de gerir as águas pluviais se intensifica, as ferramentas de modelização são mais difundidas. Softwares de modelização como o SWMM, MIKE Urban, MIKE 21 ou StormTac podem utilizar cálculos avançados com base noutras variáveis para além do coeficiente de escoamento.



Quanto mais chuva, maior será o coeficiente de escoamento, pois as superfícies saturam. O agregado leve Leca® atua em sinergia com os componentes da superfície e reduz o escoamento de toda a área quando colocado como uma camada de subsuperfície. O efeito aumentará com a espessura da camada de agregado leve Leca® e a sua contribuição aumentará com a resiliência dos materiais de superfície permeáveis e semipermeáveis.



Exemplos do comportamento dos coeficientes de escoamento (C) para diferentes superfícies com o aumento da intensidade da chuva. Uma superfície permeável combinada com uma subcamada de agregado leve Leca® resistirá melhor ao aumento do escoamento, mesmo com elevadas intensidades de chuva.

Tipo de superfície, chuva intensa

Tipo de superfície, chuva intensa		Coefficiente de escoamento, C
Áreas impermeáveis	Coberturas planas, betão, áreas urbanas densas, asfaltos	0.9 - 1.0
Áreas semipermeáveis	Edifícios dispersos, estradas de cascalho, superfícies compactadas	0.3 - 0.9
Áreas permeáveis	Parques, florestas, superfícies permeáveis, áreas com elevada infiltração	0.2 - 0.3

A tabela apresenta várias superfícies e o intervalo típico de coeficientes de escoamento (C) durante chuvas intensas. De notar que os coeficientes de escoamento do agregado leve Leca® dependem da espessura da respetiva camada e da intensidade da precipitação.

Princípios de retenção de água com o agregado leve Leca®

Cálculo do dimensionamento do fluxo de escoamento com base na intensidade de chuva (l/s), área e coeficiente de descarga.



As instruções seguintes mostram como determinar a quantidade e a intensidade da água escoada de uma determinada área e podem ser usadas no planeamento local da gestão eficiente da água. De notar que os municípios podem ter os seus próprios regulamentos e métodos para os cálculos da drenagem.

Cálculos básicos

Os cálculos de escoamento são geralmente executados usando o método racional. O método racional, também chamado de fórmula racional é, na sua forma mais simples, definido como:

$$Q = C \cdot i \cdot A.$$

Q = escoamento de águas pluviais [(l x m²)/s ou m³/s]

C = coeficiente de escoamento

i = intensidade de precipitação (l/s ou m³/s)

A = área de captação (m²)

O método racional foi originalmente desenvolvido como uma análise simplificada das linhas de escoamento de água com igual tempo de percurso numa área definida. A fórmula acima não inclui armazenamento temporário e pressupõe que a taxa de pico do escoamento e a intensidade de precipitação sejam iguais à razão entre o volume de água da chuva e o volume do escoamento. Se necessário, podem ser introduzidas outras variáveis na fórmula racional, por exemplo:

$$Q = C_s \cdot S_L \cdot i \cdot A \cdot K_f$$

Q = escoamento de águas pluviais [(l x m²)/s ou m³/s]

C_s = coeficiente de escoamento ajustado com o declive, subsolo ou superfície com Leca *

S_L = coeficiente de armazenamento **

i = intensidade de precipitação (l/s ou m³/s)

A = área de captação (m²)

K_f = fator climático (projeção de alterações futuras na intensidade das chuvas devido às mudanças climáticas)

O escoamento da água da área em questão pode ser reduzido por medidas locais de gestão de água que a podem reter temporariamente.

* Embora o agregado leve Leca® não seja aplicado à superfície, pode dar um contributo para o coeficiente de escoamento C_s , dependendo do seu uso e das considerações de cálculo.

** Para o agregado leve Leca®, isto está relacionado com a capacidade não saturada de absorção de água e tem um fator de 0,95 ou menos.

Nas construções, o valor final de C de uma bacia de captação é específico para cada caso. Os volumes necessários de agregado leve Leca® podem ser estimados calculando e comparando os volumes esperados de escoamento “pré” e “pós” desenvolvimento com a quantidade de água que deve ser retida. Deve ter-se em conta que, em muitos casos, os cálculos sobrestimam os requisitos de escoamento e armazenamento.

guas pluviais

Coeficientes típicos de C _s	Espessura da camada de Leca® (mm)	Agreg. leve Leca® brit. fino		Agreg. leve Leca® brit. grosso		Agreg. leve Leca® redondo	
		200	100	200	100	200	100
Intensidade da precipitação (mm/h)	72	0,15	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
	108	0,25	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
	144	0,40	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8

A tabela apresenta os coeficientes estimados de escoamento (CS) dos materiais Leca®. Os valores são baseados em medições laboratoriais para camadas de 100 mm e 200 mm de agregado leve Leca® pré-molhado com inclinação de 2%. Os resultados foram ampliados para corresponder a uma área em hectares (ha). Tenha em conta que o fluxo de saída é mais lento que o fluxo de entrada no sistema e que os testes mostram apenas a contribuição do agregado leve Leca®, não havendo contribuições adicionais de outros materiais.

Como alternativa à infiltração natural e aos efeitos de superfície, o agregado leve Leca® pode ser usado para reduzir os coeficientes de escoamento local. A sucção capilar dos poros e a fricção entre a água e os grânulos permitem que o material simule mecanismos encontrados no ambiente natural, como as florestas e pastagens.

Os coeficientes de escoamento (CS) para o agregado leve Leca® apresentados nesta publicação são exclusivamente para os materiais da marca Leca®. As áreas com sedum, relva, calçada e outros componentes adicionais como solo, geotêxteis e areia, têm os seus próprios coeficientes de escoamento que contribuem para a retenção total de água. Isto significa que a contribuição da camada Leca® atuará em conjunto com os outros meios de retenção, os quais possuem os seus próprios valores C.

O exemplo seguinte ilustra como planejar e implementar estruturas usando o agregado leve Leca® como subcamada. O agregado leve Leca® vai reter, drenar e promover a infiltração no terreno e, simultaneamente, impedir o alagamento e a formação de lagos. A estrutura interna porosa absorve e armazena a água que, após a chuva, pode ser infiltrada ou libertada no sistema de drenagem. A redução do escoamento de uma subcamada de agregado leve Leca® atuará em sinergia com a camada superficial escolhida e outros meios existentes de retenção natural.

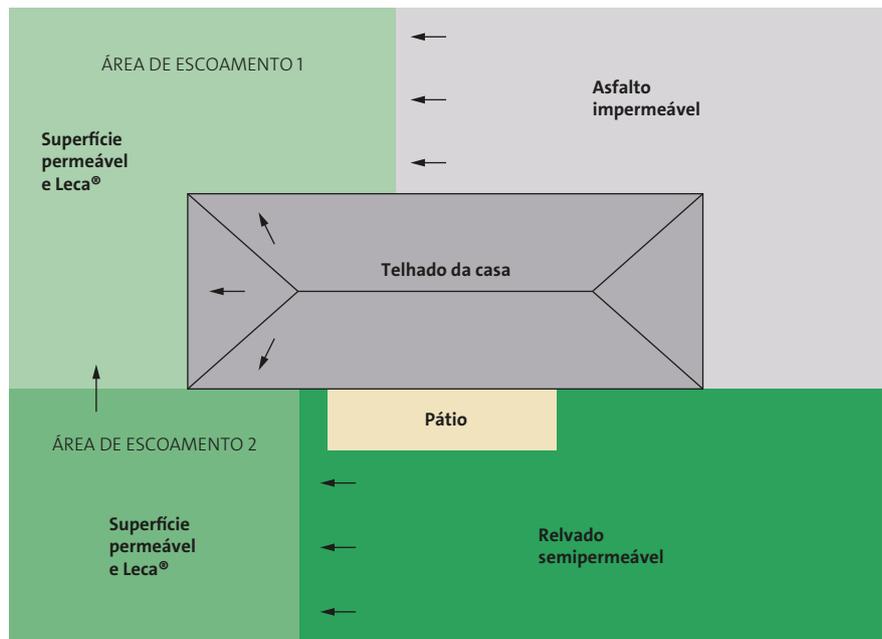


O agregado leve Leca® simula mecanismos que existem em ambientes naturais e, abaixo das superfícies permeáveis e nas valas, o agregado leve Leca® funcionará como um meio de retenção e drenagem de elevada capacidade.

Ao usar o agregado leve Leca® sob uma superfície permeável, os efeitos de superfícies naturais como a relva, solo ou areia, aumentam. As superfícies naturais obtêm os seus coeficientes de escoamento por infiltração, sucção e atrito capilar, sendo esse também o caso do agregado leve Leca®.



As superfícies permeáveis naturais podem ter inicialmente um baixo coeficiente de escoamento C. Com chuvas intensas, uma subcamada de agregado leve Leca® garantirá a retenção e a infiltração e, portanto, um valor de C baixo e contínuo. A subcamada com agregado leve Leca regenera-se rapidamente ficando pronta para aguaceiros consecutivos.



Uma bacia de captação pode ser formada por zonas com diferentes coeficientes de escoamento (C). O coeficiente médio de escoamento para zonas ligadas entre si pode ser calculado medindo ou estimando as intensidades de escoamento para cada uma das áreas individuais:

$$C_{average} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Para calcular o escoamento, tem de ser estimada a quantidade de precipitação. Neste caso, a área precisará gerir uma precipitação de 108 mm/h, que corresponde a uma intensidade: $i = 0,03 \text{ l/s m}^{-2}$.

Suponhamos uma contribuição de duas áreas com subcamadas de Leca® com espessuras de 200 mm e 100 mm e com valores de C de 0,25 e 0,40, respetivamente, com uma inclinação de 2%. As áreas são 40 m² e 60 m² (ver ilustração). O volume de entrada de água nas duas áreas, para uma precipitação de 108 mm/h, seria de 10,8 m³/hora (3,00 l/s) de água durante o período:

Área 1 (camada de 200 mm de agregado leve Leca®):

$$C_1 = 0,25$$

$$A_1 = 60 \text{ m}^2$$

Área 2 (camada de 100 mm) de agregado leve Leca®:

$$C_2 = 0,40$$

$$A_2 = 40 \text{ m}^2$$

$$C_{average} = \frac{0,25 \cdot 60 \text{ m}^2 + 0,40 \cdot 40 \text{ m}^2}{60 \text{ m}^2 + 40 \text{ m}^2} = 0,35$$

Usando a fórmula racional, $Q = C \cdot i \cdot A$:

$Q = 0,35 \cdot 0,03 \text{ l/s m}^{-2} (60 \text{ m}^2 + 40 \text{ m}^2) = 1,05 \text{ l/s} = 3,78 \text{ m}^3/\text{hora}$ de água escoada para uma área de 100 m².

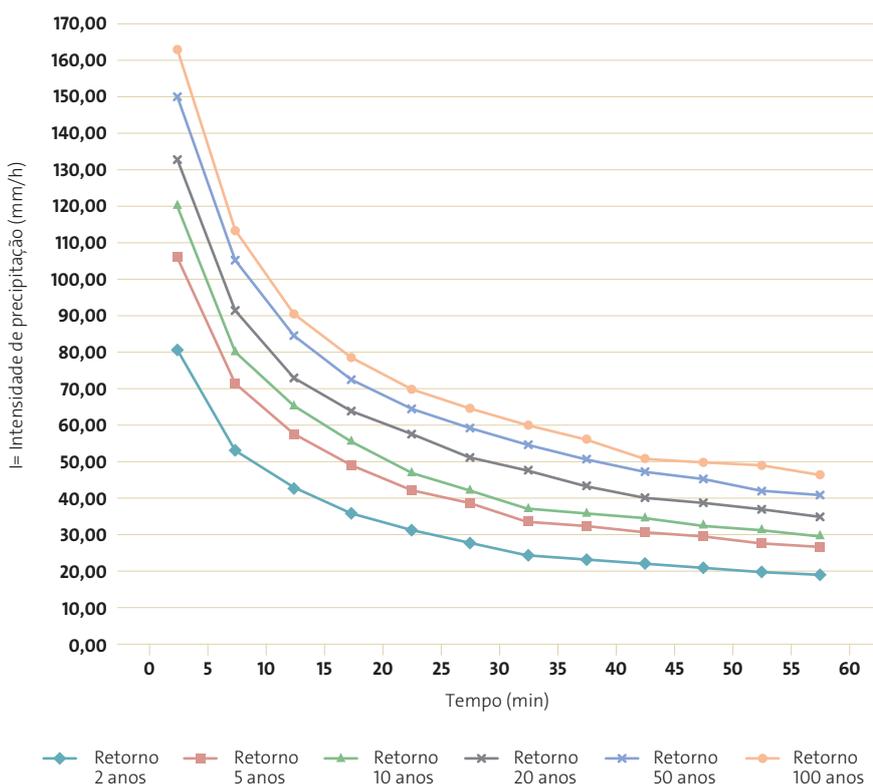
Para as áreas 1 e 2 combinadas, a intensidade total de escoamento será reduzida de 10,8 m³/hora para 3,78 m³/hora. Isto pressupõe um evento de chuva com o valor de 108 mm/h, $C_1 = 0,25$, $C_2 = 0,40$ e com $C = 1$ para as áreas em causa sem medidas de gestão de água implementadas.



As curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) são ferramentas usadas na previsão de cheias e no planeamento de sistemas urbanos de drenagem de águas pluviais. As IDF são também usadas no dimensionamento de soluções para fenómenos extremos de pluviosidade.

As IDF relacionam a intensidade da chuva com a duração e a frequência das ocorrências. A dimensão de uma chuvada está relacionada com a área geográfica, com a duração e com a entrada de um determinado volume de água. Utilizando as intensidades IDF com a fórmula racional, podem ser estimados os escoamentos esperados. Devem ser tidas em conta as variações sazonais e as diversas definições de inundações e fenómenos extremos.

Os regulamentos locais que definem a intensidade de escoamento permitida podem estar definidos independentemente das estimativas de chuva. O uso das IDF com a fórmula racional convencional é o método mais adequado para calcular o escoamento das bacias de captação até 50 hectares. Para bacias de captação maiores devem ser usados outros procedimentos mais avançados ou software de modelação.



Este é um exemplo de uma curva intensidade-duração-frequência (IDF) da região de Trás-os-Montes. As curvas IDF indicam os requisitos que uma solução eficaz deve atender para uma área de captação definida. As curvas são criadas com base em dados meteorológicos locais e são altamente específicas para uma região.

Autor: Duarte, Noé

Construções permeáveis

Os testes em laboratório mostram que as combinações de camadas permeáveis com camadas constituídas por agregado leve Leca® têm coeficientes de escoamento (C) mais baixos do que as superfícies permeáveis isoladas ou formadas somente por uma camada de agregado leve Leca®. As camadas sobrepostas atuam em sinergia. Num cenário em que se utilize, separadamente, agregado leve Leca® e pavimentos em calçada permeável, por exemplo, obtém-se coeficientes de escoamento de 0,4, enquanto que, com uma solução combinada de calçada permeável sobre uma camada de agregado leve Leca®, o coeficiente é reduzido, no conjunto, para, por exemplo, 0,2.

Os exemplos seguintes ilustram como o agregado leve Leca® pode ser usado em construções como meio de retenção em subcamada.

Pode ser construída uma solução como um sistema aberto, usando apenas a capacidade de retenção do agregado leve Leca®. Alternativamente, pode ser construída uma solução de retenção com uma saída restrita para a água. Se for este o caso, o elemento de restrição define o C e a velocidade de escoamento e, quando a água é acumulada, o agregado leve Leca® fornece capacidade para armazenamento, promovendo a sua retenção. Devem ser consideradas combinações destas soluções. A avaliação dos componentes deve ser feita de forma independente e deve ser estimado um coeficiente de escoamento (C) adequado para a solução completa.



Exemplo de construção 1

Esta ilustração mostra como os jardins de chuva, valas drenantes, coberturas verdes e outras áreas com vegetação podem ser construídos com o agregado leve Leca® como subcamada. Recomenda-se um mínimo de 100 mm de agregado leve Leca®, sendo que uma camada mais espessa terá uma contribuição ainda melhor. Após a completa submersão, o agregado leve Leca® regenera-se rapidamente à medida que liberta a água. Quando o solo superficial está saturado, o agregado leve Leca® continua a reter e a drenar a água que lhe acede. Em todas as construções, o agregado leve Leca® impedirá o alagamento, proporcionará armazenamento temporário e retenção da água.



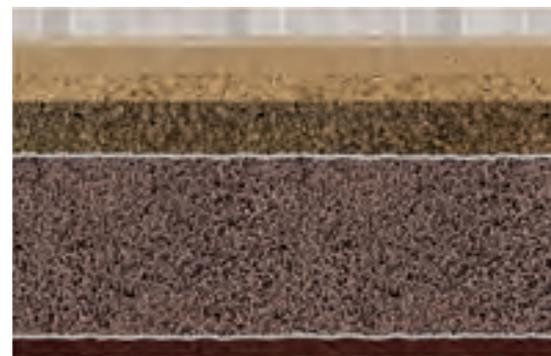
Exemplo de construção 2

Uma superfície permeável com pavimento para o tráfego de peões pode ser uma boa utilização de um espaço disponível. Os agregados leves Leca® mais finos são adequados para a colocação sob calçadas e “pedra-de-chão”, podendo mesmo, em alguns casos, evitar a colocação da camada de assentamento de areia. Em vez disso, pode ser colocada uma grelha ou rede plástica para estabilizar o pavimento superior. São ideais para aproveitar uma variedade de espaços tais como coberturas planas de edifícios, coberturas de parques de estacionamento subterrâneos ou pátios em jardins. No exemplo pode ver-se a subcamada com Leca®, e se necessário pode ser adicionada uma camada extra de isolamento térmico.



Exemplo de construção 3

As vias rodoviárias podem também assumir um papel na gestão de águas pluviais. A ilustração apresenta uma área com tráfego rodoviário, incluindo espaço adicional para retenção e infiltração da água. O agregado leve Leca® é usado há décadas como material de aterro geotécnico e de enchimento leve. Consequentemente, os princípios geotécnicos do agregado leve Leca® podem ser combinados com as aplicações de gestão de água. São necessárias uma camada base de areia de granulometria apropriada e uma camada de brita abaixo da superfície para garantir estabilidade e a necessária degradação das cargas; deve ser usado um geotêxtil permeável a separar as diferentes camadas.



Infiltração e reservatórios de retenção subterrânea



Como subcamada, o agregado leve Leca® é um elemento invisível nas soluções de gestão de água. A rápida infiltração e o armazenamento de água podem ser ativados usando o agregado leve Leca® debaixo das superfícies permeáveis naturais, como relva ou areia.

O agregado leve Leca® pode ser usado em espaços subterrâneos para recolher água pluvial para fins de infiltração e armazenamento. A elevada porosidade e o grande volume de vazios disponível tornam o agregado leve Leca® uma solução eficaz para a construção de reservatórios de retenção subterrânea com capacidade de infiltração. Os agregados leves Leca® são aplicados de forma económica e rápida, inclusivamente através de bombagem pneumática.

Apresentamos um exemplo de cálculo da altura de enchimento necessária (h) de agregado leve Leca®, assumindo 24 horas de absorção de água e 10% de compressão com Leca® L (10-20 mm). O volume de agregado leve Leca® necessário para gerir o nível pluvial determinado é calculado a partir do índice de vazios (volume de porosidade externa).

Para determinar o volume de agregado leve Leca® necessário para um reservatório de armazenamento/infiltração subterrâneo, pode usar a equação:

$$h = \frac{V_{dim} / V_{porosidade}}{A}$$

h = altura de enchimento de agregado leve Leca® (m)

A = área de infiltração/retenção (m²)

V_{dim} = volume máximo de água (m³)

V_{porosidade} = fator de porosidade total e de vazios disponíveis para a água

É necessária a seguinte altura de enchimento (h) de agregado leve Leca® para armazenar 8 m³ de água numa área de 10 m²:

V_{dim} = 8 m³ de água

V_{porosidade} = 0.45 (45 %)

A = Área de infiltração/retenção = 10 m²

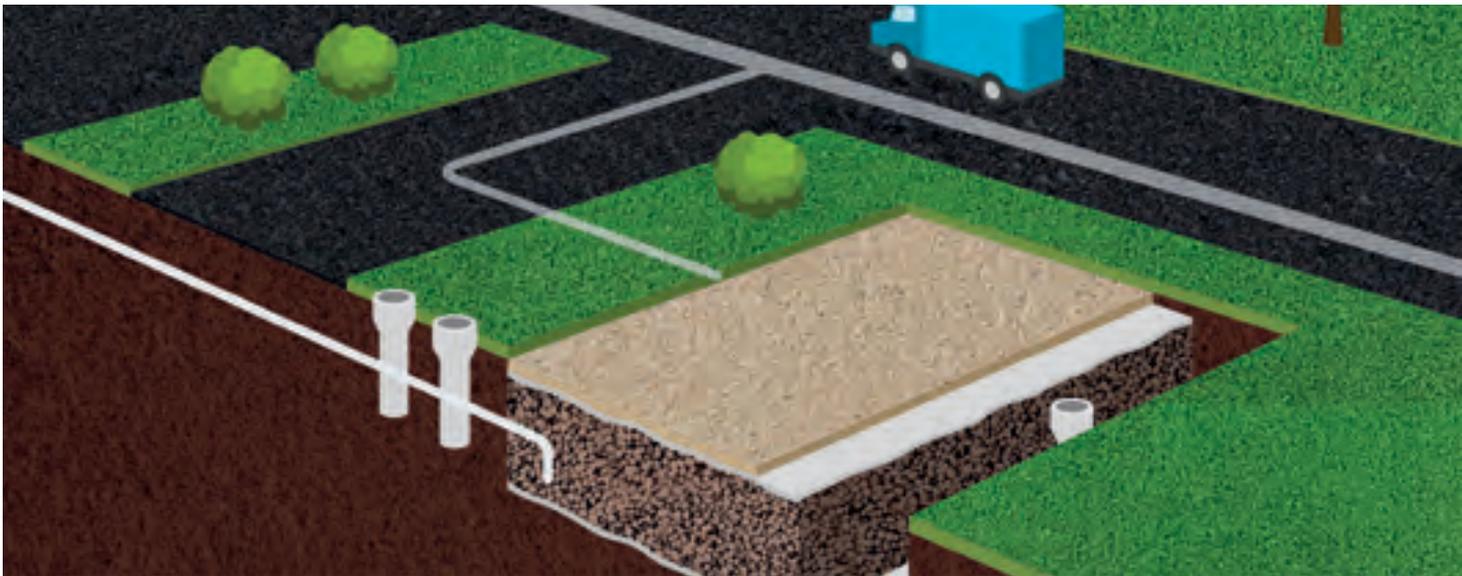
$$h = \frac{8 \text{ m}^3 / 0.45}{10 \text{ m}^2} = 1.8 \text{ m de altura de enchimento}$$

Uma camada de 1,8 metros de agregado leve Leca® cobrindo uma área de 10 m² responderá ao requisito de capacidade de água.

O conhecimento das condições do terreno é muito importante no planeamento de bacias de infiltração, pois as suas propriedades podem limitar a capacidade de infiltração total. Cada aplicação deve ser avaliada usando os valores disponíveis na literatura da especialidade ou em medições de campo. Para o projeto de infiltração, devem considerar-se os seguintes parâmetros.

Permeabilidade hidráulica (m/dia)

Velocidade da água através do subsolo. O tamanho do grânulo do material solto do subsolo e a sua correspondente resistência à liquefação afetam a permeabilidade.



Capacidade de infiltração (m³/m² dia-1)

A permeabilidade do subsolo e a perda de massa limitarão a quantidade de água que pode penetrar nos níveis freáticos. A curva granulométrica do solo, a sua permeabilidade e o volume (m³) de água recebida definem a capacidade máxima de infiltração e percolação das águas pluviais nos drenos subterrâneos.

Capacidade hidráulica (m³/dia)

O volume de água que pode atravessar uma camada num determinado período de tempo. A capacidade hidráulica limita a quantidade de água que a camada do subsolo pode conter sem saturação e sem aumento do nível de água subterrânea.

Sedimentos e Transbordos

Os sólidos suspensos, areia e detritos podem ser arrastados para os reservatórios de retenção e infiltração. O entupimento ou colmatção são um risco para todos os sistemas de gestão de água, os quais devem ser protegidos por bacias de sedimentação e ter pontos de saída de emergência. O volume de vazios no agregado leve Leca® é muito grande e os seus poros oferecem elevada resistência ao entupimento por sólidos em suspensão e outras partículas. Esta propriedade confere redundância ao sistema, reduz as necessidades de manutenção e aumenta a vida útil operacional da construção.

Permeabilidade (m/s)

Alta	Moderada	Baixa	Muito baixa
Rochas, cascalho, agregado leve Leca® M ou L	Leca® S, areia, lodo e solos	Areia fina, Leca® XS, pedra calcária, lodo, argilas	Argilas, xisto, rocha
> 10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
			10 ⁻⁵
			10 ⁻⁶
			10 ⁻⁷
			<

A ilustração apresenta uma bacia de infiltração ou retenção subterrânea. O agregado leve Leca® possui elevada resistência mecânica, é leve e pode ser facilmente instalado em estruturas grandes e de acessos difíceis. O agregado leve Leca® é completamente estável em terreno irregular e pode ser bombado no local por via pneumática.

O agregado leve Leca® possui permeabilidade à água que varia de baixa a elevada de acordo com o tamanho dos grânulos do agregado leve Leca. O grau de partidos e a dimensão dos grânulos afeta a permeabilidade hidráulica. Estas características podem ser especificadas e, conseqüentemente, o agregado leve Leca® pode ser preparado para uma ampla variedade de aplicações.

O agregado leve Leca® é adequado para infiltração subterrânea e reservatórios de retenção. A sua estrutura porosa e os vazios entre os grânulos potenciam o armazenamento da água. O agregado leve Leca é fácil de aplicar e é uma alternativa viável para a construção de bacias de retenção, reservatórios de armazenamento ou condutas de drenagem. O agregado leve Leca® é geotécnicamente estável e por isso pode ser usado em soluções que combinem requisitos geotécnicos – suporte de cargas, compensação de solos ou aligeiramento de aterros – com necessidade de gestão de águas pluviais.

Informação e ficha técnica do produto

Propriedades e características dos três tipos de agregado leve Leca® para gestão de água.



Propriedade	Unidade	Notas	Leca® S	Leca® M	Leca® L
Nome do produto			Leca® S	Leca® M	Leca® L
Forma da partícula			Redonda	Redonda	Redonda
Tamanho do agregado	d/D mm		1/5	4/11	10/20
Baridade seca, 10% compactação *	kg/m ³	± 15%	430	350	275
Vazios	% volume	Porosidade aparente	55	50	45
"Absorção de água (EN 1097-10)"	% volume/% peso	5 min	9/21	9/26	4/14
		1 h	10/23	11/32	5/18
		24 h	13/30	14/41	7/24
	l/m ³	1 h	100	110	50
Permeabilidade, k	m/s	valor aprox.	0,01	0,10	0,35
Coeficiente de descarga/ escoamento, C	27 mm/h saída/entrada de água após 15 min	camada de 100 mm	0,4	0,6	0,8
		camada de 200 mm	0,3	0,5	0,7
Densidade aparente **	kg/m ³	Húmida	610	540	380
Condutividade térmica	W/(mK)	Seca	0,15	0,13	0,11
		Húmida	0,17	0,16	0,16

* EN 1097-3, 10 pancadas ** Incluindo absorção de água em 24 horas e 10% de compactação

A tabela apresenta os valores das características do agregado leve Leca®. Ter em conta que a absorção de água é uma propriedade inerente ao agregado leve Leca®. Trata-se da quantidade de água armazenada nos poros internos dos grânulos por absorção capilar.

O agregado leve Leca® absorve e retém água

A absorção de água (em volume) é uma forma comum de classificar a capacidade de retenção de água. No entanto, a capacidade de absorção através da estrutura porosa interna não é o principal mecanismo de retenção no agregado leve Leca® que contribui para a redução do pico de escoamento. A absorção interna de água (em volume) constitui cerca de 5-15% do volume do agregado leve Leca®, dependendo do seu tipo e do tempo de exposição. A absorção de água em 24 horas é o valor de cálculo recomendado. A menos que exista nova chuvada, a água absorvida é libertada gradualmente por evaporação.

A absorção de água contribui para o nível de redução total do escoamento, mas a capacidade de retenção é muito maior que a capacidade de absorção por si só, devido à porosidade aberta e à elevada superfície específica dos grânulos. A adsorção de água na superfície, exposta e acessível, ocorre independentemente da sua capacidade de absorção intrínseca e dos materiais envolventes. Quando a capacidade de absorção interna estiver saturada, o agregado leve Leca® continuará a reter a água, como mostrado anteriormente. Esta propriedade faz do agregado leve Leca® um material resiliente que regenera continuamente a sua capacidade de retenção, mesmo quando sujeito a chuvadas consecutivas ou prolongadas.

Filtração e controlo de poluição

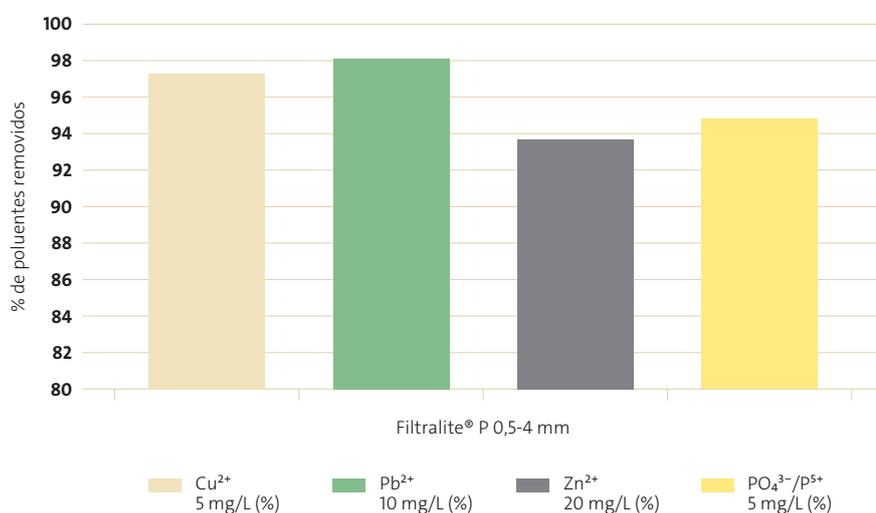
Sabe-se que os agregados Leca® possuem propriedades de filtração que beneficiam a qualidade da água quando incorporados nos bio filtros ou como camada drenante em faixas e valas drenantes; poderá assim ser removida uma grande variedade de poluentes e metais pesados, das escorrências superficiais das infraestruturas – rodoviárias, pedonais, etc.. Os agregados Leca® podem ser usados misturados com solo ou como uma subcamada, por exemplo em bio valas e faixas de drenagem, onde podem contribuir para facilitar a fixação e decomposição de contaminantes e poluentes.

Filtralite® P

O Filtralite® P é um agregado leve de argila expandida especialmente desenvolvido para filtração de águas pluviais contaminadas com metais pesados, fósforo e outras partículas dissolvidas. No início de uma chuvada, a primeira descarga de água pode ser purificada por uma camada local de filtros constituídos por Filtralite® P. O filtro trabalha por precipitação seguida pela captura permanente dos diferentes componentes dissolvidos.

Tipo de produto	Ex. de tamanho dos grânulos	Aplicações em sistemas de gestão de águas pluviais	Benefícios nas águas pluviais
Filtralite® P	0,5-4 mm	Camada de filtro independente, componente da camada de drenagem	Remoção de poluentes sólidos e dissolvidos, como metais pesados, fosfatos e sólidos em suspensão
Leca® S	1-5 mm	Como camada independente ou parte de uma mistura do solo para bio filtração	Elevada porosidade e capacidade para capturar poluentes
Leca® L	10-20 mm	Camada de drenagem. Reservatórios de retenção.	Elevada condutividade da água. Os vazios podem ser usados para armazenamento temporário de água. Bom isolamento térmico. Elevada capacidade de carga.

Resultados da remoção de poluentes com Filtralite® P



Foi feito um estudo sobre os agregados leves Leca e Filtralite para filtração de metais pesados das águas pluviais. Foram testadas, em laboratório, águas pluviais sintéticas com elevadas concentrações de metais pesados dissolvidos para simular cenários de primeira descarga. Ao lado apresenta-se os resultados obtidos com o Filtralite.

(STORMFILTER: Engineered Infiltration Systems for Urban Stormwater Quality and Quantity, 2015-2017).

Filtragem e biofiltração

Devido à sua estrutura interna porosa e à elevada superfície específica dos grânulos partidos, o agregado leve Leca® é perfeitamente adequado para o tratamento das águas pluviais. O agregado leve Leca® pode ligar-se física, biológica ou quimicamente com as partículas, dissolvidas ou no estado sólido, que existam nas águas pluviais. A argila expandida é utilizada há muito tempo para tratamento da água e possui excelente comportamento à colmatação a longo prazo. O ambiente pode ser protegido pela fixação e remoção da poluição que, de outra forma, acabaria noutra local. O agregado leve Leca®, como solução de filtração, tem baixos custos operacionais e uma longa vida útil.



Conheça a nossa Calculadora de águas pluviais

A Calculadora de Águas Pluviais é uma calculadora que permite utilizar o potencial do agregado leve Leca® na gestão das águas pluviais. Permite a simulação de diferentes combinações de dimensionamento tendo em conta a pluviosidade estimada. Dependendo dos agregados Leca® escolhidos e das dimensões do sistema, o escoamento é calculado automaticamente fornecendo ao utilizador uma indicação rápida do desempenho possível. Esta calculadora é uma ferramenta de fácil utilização, podendo ser usada para obter uma visão geral do tipo de agregado leve Leca® a usar para retenção e infiltração de água. Se estiver a construir ou a projetar coberturas verdes, pavimentos permeáveis ou drenantes, jardins de chuva ou valas de drenagem, pode usar esta calculadora para validar o projeto.

Disponível em www.leca.pt



As informações fornecidas nesta publicação são baseadas no nosso conhecimento e experiência atuais com os produtos Leca®. As fotos, ilustrações e representações do agregado leve Leca® e as utilizações sugeridas devem ser considerados exemplos ilustrativos. Os exemplos não são especificações para dimensionamento e não devem ser usados diretamente para fins de projeto.

Os dados de escoamento fornecidos são valores conservadores obtidos em testes de laboratório, instalações-piloto e recolha bibliográfica. Os diagramas e dados incluídos são de testes independentes com amostra única, resultantes de investigações de terceiros, podendo o comportamento dos materiais diferir nas instalações completas e à escala real. É da responsabilidade do utilizador usar os agregados leves Leca® conforme previsto e executar os controlos de desempenho nos sistemas completos. O utilizador é responsável pelos danos causados, se os produtos não forem utilizados conforme o planeado ou em aplicações inadequadas. A Leca Internacional pode fornecer documentação e consultoria para o uso dos agregados leves Leca® para fins de gestão de água.

Visite a nossa calculadora Coberturas Planas no nosso site.

A Leca Portugal lançou uma calculadora on-line para aqueles que pretendem dimensionar áreas para gestão de águas pluviais. A calculadora fornece detalhes sobre como construir coberturas planas – verdes, acessíveis ou não acessíveis – considerando os requisitos habituais de construção. Basta indicar o tipo de cobertura e depois escolher os parâmetros básicos e os materiais de construção preferidos. A calculadora pode sugerir uma combinação ideal de materiais. Está disponível uma descrição técnica exportável, em formato pdf. Além disso, são calculados alguns indicadores de desempenho da cobertura que incluem as propriedades de retenção de água, os valores de isolamento térmico e de peso necessário para o cálculo estrutural.

Use a nossa Calculadora Coberturas Planas em www.leca.pt

Leca COBERTURAS PLANAS RELATÓRIO DE CÁLCULO

Green roof with intensive greenery

The layer system	Material	Layer thickness (cm)	Storage Water (l)	Weight (kg/m ²)	Weight with water (kg/m ²)	Thermal resistance (m ² ·K/W)
Vegetable layer	Lawn	1	-	0	0	0,00
Substrates	Substrate for intensive greenery	10	7	10	17	0,00
Filter layer	Geotextile 100 g/m ²	1	-	10	10	0,00
Drainage layer	Leca® 10/16	2	15,6	16	31,6	0,00
Protective layer	An absorbent-protective mat 1000 g/m ²	2	2,8	2,8	2,8	0,00
Waterproofing	Waterproof membrane	2	-	2	2	0,00
Thermal insulation	XPS	10	-	15,6	15,6	0,11
Moisture barrier	Vapour control membrane	1	-	0,09	0,09	0,00
Construction	Reinforced concrete slab	10	-	24,0	24,0	0,00

CALCULATION RESULTS

Total thickness (without construction): **01** [cm]

Water storage: **0** [l/m²]

Weight in dry condition (without construction): **227** [kg/m²]

Weight in wet condition (without construction): **240** [kg/m²]

Estimated value of heat transfer coefficient U: **0,13** [m²·K/W]

* Disclaimer: The statements, technical information and recommendations contained herein are believed to be accurate as of the date hereof. Since the conditions and methods of use of Leca® lightweight aggregate and of the information referred to herein are beyond our control, Leca UK expressly disclaims any and all liability as to any results obtained or arising from any use of the product or reliance on such information. To discuss this further please contact enquiries@leca.co.uk or call 1770 335 0844.



Leca Portugal S.A.
Estrada Nacional 110, s/n
3240-356 Avelar
E-mail: info@leca.pt

 www.leca.pt