



Prevenção da contaminação pontual da água

TOPPS

**Sistemas de bio purificação para
restos de calda na exploração
agrícola**

TOPPS

I. Sobre TOPPS

TOPPS é um projecto multi-stakeholders de 3 anos, abrangendo 15 países europeus - significa (Train the Operators to prevent Pollution from Point Sources), **Treino de Operadores para Impedir Poluição de Origem Pontual.**

TOPPS é uma iniciativa do programa Life da Comissão Europeia e da ECPA, European Crop Protection Association.

TOPPS tem por objectivo a identificação das Melhores Práticas de Gestão (BMP) e a sua disseminação através do aconselhamento, treino e demonstrações em grande escala, coordenada a nível europeu, com a intenção de reduzir perdas de produtos de fitofarmacêuticos para água.

Parceiros



www.ecpa.be



www.pcfuit.be



www.harper-adams.ac.uk



www.landscentret.dk



www.insad.pl



www.imuz.edu.pl



www.deiafa.unito.it



www.esab.upc.es



www.cemagref.fr



www.arvalisinstitutduvegetal.fr



www.povlt.be



www.landwirtschaftskammer.de

Índice

1. Introdução	4
2. Condições na exploração agrícola	8
3. Input químico e hidráulico	9
4. Desenho de sistemas de bio purificação	12
5. Dimensionamento de sistemas de bio purificação	24
6. Composição dos substratos	25
7. Misturas nos substratos	27
8. Processos de absorção e degradação	29
9. Lixiviado	30
10. Substrato depois de utilizado	30
11. Recomendações práticas	31

Reconhecimentos

Referencias

Objectivos desta brochura

Esta brochura visa informar agricultores, técnicos e autoridades para as diferentes práticas, evitando a contaminação de água superficial com Produtos Fitofarmacêuticos, através da gestão correcta de líquidos contaminados durante o encher e a limpeza dos pulverizadores na exploração agrícola. O projecto TOPPS definiu as Melhores Práticas de Gestão (BMPs) para evitar a poluição de origem pontual com produtos fitofarmacêuticos (PPP) e definiu a gestão de líquidos contaminados (residuais) como um processo de trabalho crítico.

(Residuais: líquidos contaminados com PPP- que resultam de volumes residuais depois de enxaguar primeiro no campo, águas de limpeza, e resultantes das operações de enchimento e de manutenção no centro de lavoura.)

Na maior parte de países os aspectos da gestão de líquidos residuais não receberam a atenção necessária e faltam recomendações e/ou regulamentações. Estamos convencidos de que os operadores precisam de recomendações claras de como evitar que os PPPs entrem no ciclo da água. As recomendações gerais são insuficientes e por isso com esta brochura pretendemos apoiar o desenvolvimento de recomendações claras compartilhando as experiências de peritos de diferentes países.

1. Introdução ao contexto operacional de sistemas de bio purificação

a. Directiva Quadro da Água (WFD)

A UE publicou - a maior parte de Estados Membros já transpôs a Directiva Quadro da Água (WFD) 2000/60/EC na sua legislação nacional. O objectivo é melhorar e proteger as características de todas as águas naturais e o objectivo último é conseguir uma classificação mínima de “boa” para a qualidade da água no 3º período de revisão (2027).

Desde a entrada em vigor em Dezembro de 2003, a WFD estabelece um percurso que deve ser seguido para alcançar esses objectivos. Começa com um inventário (indicando-se autoridades competentes, estabelecendo e caracterizando regiões de bacia de rio), fazendo monitorização operacional, fazendo planos de gestão de bacia de rio - (RBMPs), para cada região, informando dos resultados, estabelecendo medidas para melhorar a qualidade da água e revê-los regularmente (cada 6 anos).

A Directiva Quadro da Água WFD inclui “Directivas Filhas” sobre Água Subterrânea (2006/118/EC - que entra em vigor no Janeiro de 2009) e Água Superficial (a directiva filha EQS sobre Padrões de Qualidade Ambientais que se espera entrar em vigor a meados de 2010). Este conjunto de legislação visa atingir padrões de qualidade de água subterrânea e superficial. Ambas, a água subterrânea ou água superficial são usadas na produção de água potável na Europa. O padrão de água potável é estabelecido a um nível de 0,1 µg/l de

PPP'S (98/88/EC). Isto é equivalente a só 1 g do ingrediente activo em 10 milhões de litros de água. Os 0,1 µg/l é basicamente uma tolerância nula de PPP'S na água potável. Para ajudar a concretizar esses objectivos muito estritos, as medidas locais específicas de mitigação dos riscos e a adopção geral e comum das BMPs são necessárias. Se os PPP'S excedem o limite de 0,1 µg/l, até antes de qualquer tratamento de água, os Estados Membros podem decidir restringir ou interditar os respectivos produtos, que levarão a uma perda de opções disponíveis dos agricultores para resolver os seus problemas de protecção das culturas.

b. Vias de entrada de PPP'S na água

I) Origem Pontual

As contaminações de origem pontual têm principalmente a ver com o manuseamento de PPPs. Os processos de trabalho críticos-chave são o enchimento, limpeza e gestão de restos. Os restos são líquidos contaminados de PPP que podem permanecer no pulverizador se não foram completamente limpos no campo, ou por derramamentos / excesso do tanque no enchimento no centro de lavoura, ou pela limpeza do interior e exterior do equipamento do pulverizador no centro de lavoura. Os estudos mostraram que as contaminações de origem pontual representam 40 a 90 % das entradas do PPP'S na água, sendo a via de entrada mais significativa.

II) Origem Difusa

As fontes difusas estão principalmente relacionadas com a aplicação do PPP'S no campo. As áreas críticas chave são o escoamento por efeitos de erosão, entradas através de sistemas de drenagem e arrastamento da calda na aplicação.

c. Sistemas de purificação bio

I) Princípio

Os sistemas de purificação bio tratam líquidos contaminados de PPP na exploração agrícola usando microrganismos adaptados num substrato activo para degradar biologicamente ou inactivar os PPPs. Esses sistemas podem ser construídos e dirigido por agricultores na sua própria exploração. Contudo, o dimensionamento e a gestão desses sistemas podem afectar seriamente a sua eficiência. Por isso, é necessário seguir estas instruções cuidadosamente. A investigação mostrou que os sistemas de purificação bio podem realizar a purificação, em condições óptimas, da maior parte dos PPPs, entre 95 % e mais de 99 %. A figura 1 dá uma visão geral de um sistema de purificação bio. (De Wilde et al., 2007).

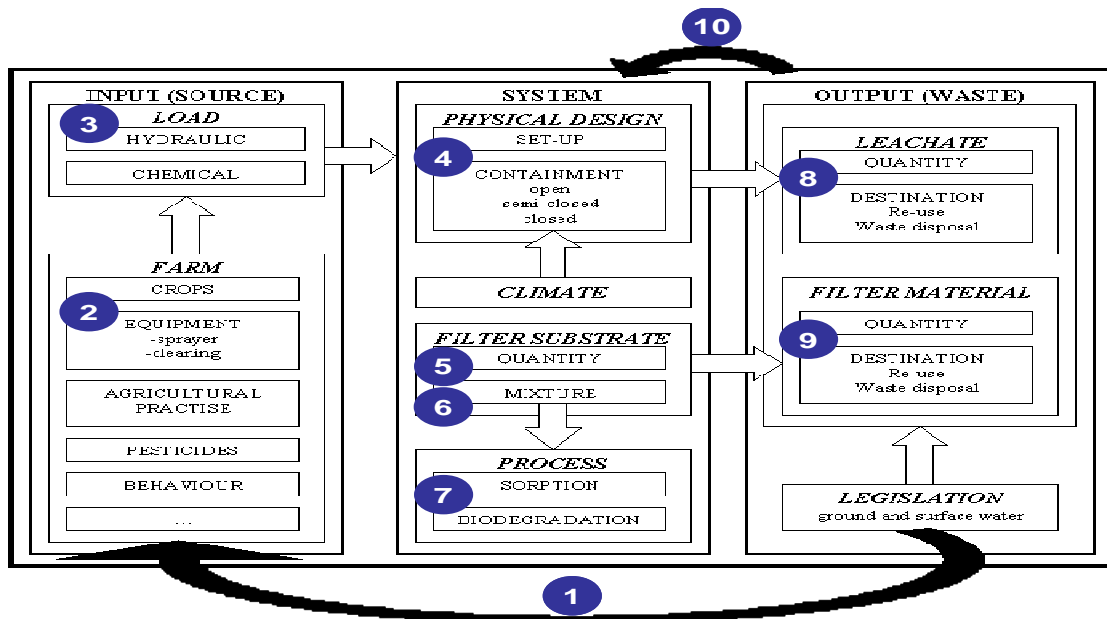


Fig. 1: Visão esquemática do contexto operacional dos sistemas de purificação (fonte: De Wilde et al. 2007 – números referem-se a títulos).

II) sistema de Biobed

Os Biobeds são áreas dedicadas para encher e limpar o pulverizador. É importante observar que para usar sistemas biobed é recomendável que o pulverizador seja limpo no campo e só os restos de líquidos contaminados diluídos são lançados para o biobed. Isto resultará numa purificação muito melhor, e a possibilidade de usar um sistema mais pequeno e mais barato.

O sistema biobed (Torstensson *et al.*, 1997 e 2000; Basford *et al.*, 2004) deve ser impermeabilizado para prevenir qualquer lixiviação de PPPs. Basicamente são escavações na terra ou construções na terra para recolher e processar líquidos contaminados. O biobed impermeabilizado é cheio de uma mistura de substrato activo de solo arável (com os microrganismos para decompor PPPs) turfa e palha.



Fig. 2: biobed (fonte: Visavi)



Fig. 3: Biobac (fonte: Mybatec)

O revestimento de biobeds é feito por materiais impermeáveis como plásticos resistentes ou cimento, com abertura no topo. biobed impermeáveis são sistemas fechados, em que o resto do lixiviado é acumulado e evaporado. Em algumas

regiões as biobeds são cobertos por ervas para reduzir a água formada pela transpiração.

Em algumas regiões as biobeds são usados como o local de enchimento e limpeza com o pulverizador estacionado por cima (figura 2). As biobeds são na maior parte das vezes, usados em combinação mas separados dos locais de enchimento e lavagem, de onde a água em excesso é recolhida e drenada directamente para a biobed ou para um tanque de forma a permitir despejar indirectamente para a biobed (figura 3). Desta forma, os líquidos contaminados podem ser igualmente distribuídos por toda a superfície da biobeds e distribuídos ao longo do ano para uma utilização mais eficiente. Em regiões muito pluviosas é recomendado cobrir as biobeds para prevenir a saturação do substrato da biobed com a água da chuva. (Existem variações de biobeds: biobeds não impermeabilizadas são usadas em áreas, onde a pluviosidade é muito baixa e não há risco de lixiviação; as BMPs para novas biobeds recomendam a impermeabilização da biobed.)

Os sistemas de Biobed geralmente consistem de 10 para 30 m³ da mistura de substrato activo. Na sua maioria são usados para tratar altos volumes de líquidos contaminados. A biobed está normalmente em uso durante 6 a 8 anos e depois o substrato activo tem de ser substituído. A recomendação geral é de que se deve espalhar a mistura utilizada com um espalhador de estrume pelo terreno agrícola da exploração. Tal recomendação oficial existe apenas em poucos países. Recomenda-se assegurar sempre com as entidades locais se tal procedimento é permitido.

III) sistema de Biofilter

O princípio do biofilter é semelhante ao biobed. Recomenda-se que o pulverizador seja limpo no campo e só os líquidos diluídos remanescentes são lançados para o biofilter. Isto resultará numa purificação muito melhor, e a possibilidade de usar sistemas mais pequenos e mais baratos.

O biofilter (Pussemier *et al.*, 2004) é construído por 2 ou 3 contentores ou Intermediate Bulk Carriers (IBCs) de 1 m³ empilhados verticalmente e cheios de uma mistura substrato activo semelhante ao biobeds (figura 4). O sistema biofilter pode ser modificado (Debaer e Jaeken, 2006) com algumas unidades horizontais adicionais no solo que contém plantas de purificação e evaporação adicional. (figura 5). Os sistemas de Biofilter são em geral muito mais pequenos e têm menores quantidades de substrato activo (2-5 m³) do que uma biobed. Para processar volumes de água mais elevados, os sistemas paralelos de biofilter são uma opção. As águas residuais são reunidas num local impermeabilizado e limpo e depois bombeadas para o topo do biofilter. Os Biofilters são sistemas abertos em que o resto lixiviado pode ser recolhido. Este pode ser reciclado, bombeando-o novamente no biofilter, ou ser reutilizado na aplicação de um herbicida não selectivo.



Fig.4: Biofilter (fonte: CRAw)



Fig.5: Biofilter Modificado (fonte: pcfruit)

O desenho modular do biofilter é fácil, muito flexível, barato e não necessita de muito espaço. A prática de reunir o líquido contaminado num tanque de recolha e bombear diariamente aproximadamente 30 l para o filtro permite espaçar a carga de líquidos contaminados no biofilter por um longo período de tempo, evitando uma sobrecarga química. Este procedimento levará continuamente efluentes à unidade, mantendo os microrganismos activos na decomposição dos PPPs. O Biofilters pode ser facilmente coberto evitando a água da chuva no sistema.

Tal como com o biobed, os biofilters necessitam que se adicionem, de vez em quando, materiais degradáveis para compensar a mineralização do substrato. O Biofilter pode ser utilizado 6 a 8 anos. Depois desse tempo é recomendável encher novamente o sistema com um novo substrato. A recomendação geral é de que se deve espalhar a mistura utilizada com um espalhador de estrume pelo terreno agrícola da exploração. Tal recomendação oficial existe apenas em poucos países. É recomendado assegurar-se sempre com as entidades locais se tal procedimento é permitido.

2. Condições da exploração agrícola

As condições específicas da exploração agrícola determinarão a carga hidráulica e química gerada para o sistema de purificação bio e determinará a selecção do sistema mais eficaz. O número de culturas diferentes, feitas por um agricultor, e a intensidade de pulverizações determinará quantas vezes o pulverizador deve ser limpo. Para além do comportamento do operador, o tipo do pulverizador (es) terá um impacto fundamental nas cargas potenciais a ser tratadas. Os pulverizadores de jacto projectado têm mais altos montantes de líquidos contaminados no seu sistema, enquanto que os pulverizadores assistidos por ar (Pomares/Videira) transportam contaminações mais altas no exterior do pulverizador. Também a dimensão dos

tubos e barras e o desenho do pulverizador, e tanques de água de enxaguamento determina a quantidade de pesticidas no pulverizador depois de pulverizar. Um pulverizador com volumes residuais mais baixos possível e um tanque de água de enxaguamento com a capacidade correcta, permite, seguindo as Boas Práticas de Gestão reduzir as cargas hidráulicas e químicas potenciais. Isto fará os sistemas de purificação bio mais eficientes.

3. Inputs químicos e hidráulicos

Uma das perguntas importantes a que se tem de dar resposta antes de construir um sistema de purificação bio é qual a concentração e que volume de líquido vai ser tratado. As fontes principais e a carga química potencial a ser tratada na exploração agrícola, à parte do derramamento accidental que possa acontecer antes de pulverizar, são os resíduos no exterior e interior do pulverizador depois de pulverizar. A norma europeia EN 12761 define as exigências mínimas do equipamento de pulverização de produtos fitofarmacêuticos. Um factor importante é o volume máximo total residual de um pulverizador definido pela ISO 13440. O volume residual total que permanece num pulverizador é definido como o volume de calda que não pode ser aplicada na dose de aplicação desejada. Isto é indicado no manómetro pela caída da pressão em 25 %. Os limites máximos recomendados pela norma europeia EN 12761-2 para pulverizadores de jacto projectado e pela norma europeia EN 12761-3 para pulverizadores assistidos por ar “turbina” são mostrados na tabela 1 e 2.

Tabela 1: Volume máximo residual para pulverizadores de jacto projectado

Total residual volume in l (EN 12761-2)				
Tank		Boom		Total litres
Tank volume	0,5 %	length m	l / m	
800	4	15	30	34
3000	15	21	42	57
4200	21	36	72	93

Tabela 2: Volume máximo residual para pulverizadores assistidos por ar “turbina”

Total residual volume in l (EN12761-3)		
Tank volume	%	Total litres
400	4%	16
800	3%	24
1500	2%	30

A norma europeia EN 12761 pode ajudar no cálculo do montante de calda diluída a tratar. Se existir informação detalhada do fabricante do pulverizador sobre o volume residual total, usar esta informação nos cálculos pois, estudos mostraram que as variações dos volumes residuais totais podem ser enormes. Considerar também os volumes adicionais da limpeza exterior do pulverizador. Actualmente, a maior parte dos agricultores estão limpando os seus pulverizadores no centro de lavoura. A investigação mostrou que particularmente os pulverizadores assistidos por ar são mais eficazmente limpos no campo. Outra exigência importante especificada pela

norma europeia concerne à capacidade do tanque de água de enxaguo. O tanque de água de enxaguo deve ter pelo menos 10 % do volume de tanque da calda ou pelo menos 10 vezes o volume residual total.

Os agricultores devem prestar atenção a isto pois muitos testes mostraram que muitos pulverizadores não cumprem com esta norma. O uso mais económico da água de enxaguo é essencial especialmente se a limpeza exterior for transferida mais para o campo como medida eficaz de mitigação dos riscos.

Baseado nos resultados em testes no pulverizador ENTAM , Debaer *et al.* 2008, mostrou a importância de diluir os volumes residuais no pulverizador pela tripla lavagem destes. Para pulverizadores de jacto projectado, a carga química entre nenhuma lavagem (2900 g ai) e tripla lavagem (40g ai) foi reduzida em média por um factor de 72. O procedimento de lavagem (enxaguo), tem um enorme impacto na carga química que o sistema bio tem de gerir. Figuras 6 / 7 mostram as diferenças, e o impacto dos procedimentos de lavagem de pulverizadores de jacto projectado e assistidos por ar, na carga química a ser tratada por sistemas de purificação bio.

% da concentração original no tanque

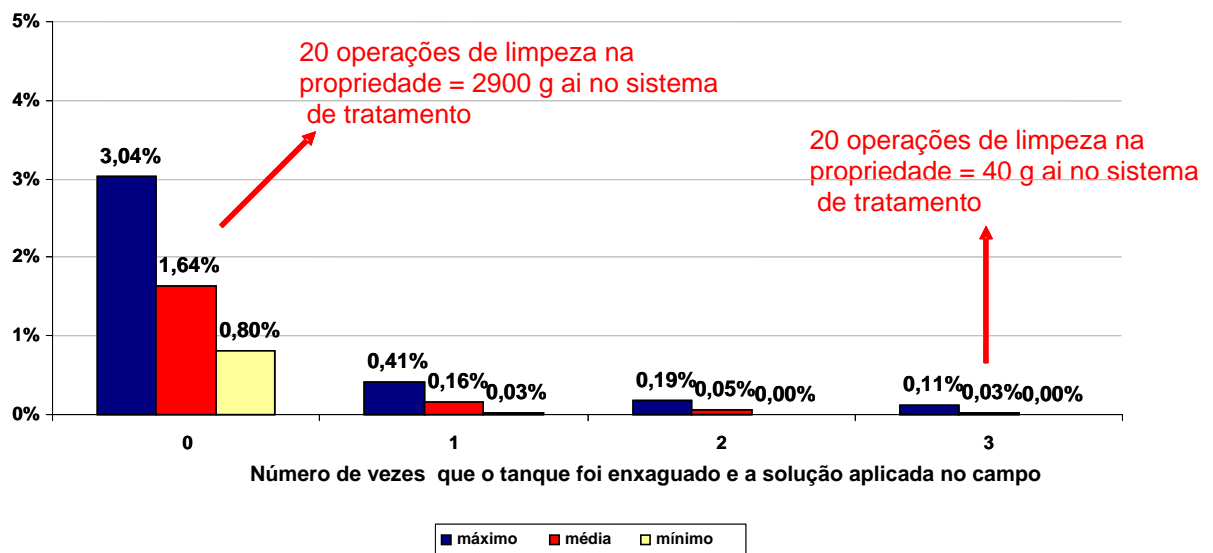


Fig. 6: Carga química para ser tratada por sistemas bio-purificação baseados em testes com pulverizador de jacto projectado ENTAM (94 pulverizadores testados) dependendo dos desenhos do pulverizador e método de enxaguo. No caso de 20 operações de limpeza no centro de lavoura, e uma concentração da calda no tanque de 1000 g de s.a. em 250 litros/Ha, a tripla lavagem (enxaguo) pode reduzir a carga química de 2860 g de s.a. em média, por ano, para um pulverizador de jacto projectado (fonte: Debaer e al, 2008).

Nos pulverizadores para tratamento de pomares assistidos por ar “torbinas”, a maior fonte de contaminação é a carga química externa do pulverizador. Dependendo da construção de pulverizadores, do sistema de ventilação, do tipo de bicos, e do fluxo de ar, a contaminação externa está entre 0.33 % e 0.83 % do montante aplicado (Balsari, 2006/ISO-tests).

Exemplo: um produtor de maçã que use em média 25 Kg de s.a. por hectare cada ano, a contaminação externa total do pulverizador pode estar entre 82,5 g. e 207,5 g por hectare.

Para pulverizadores de uso em culturas baixas, a contaminação externa pode variar entre 0,01 % - 0,1 % do montante aplicado para pulverizadores sem assistência por ar, até 0,47 % para pulverizadores assistidos por ar (Wehmann, 2006 / ISO tests). Para um agricultor que use em média 1,5 Kg de s.a. por hectare e ano, isto é igual a uma contaminação externa máxima de 1,5 g por hectare para um pulverizador não assistido por ar e de 7,5 g por hectare para um pulverizador assistido por ar. A limpeza exterior do pulverizador no campo reduz consideravelmente a carga química nos sistemas de purificação bio, e é especial para o pulverizador de tratamento de culturas altas. (Nota: a contaminação exterior na prática pode variar muito)

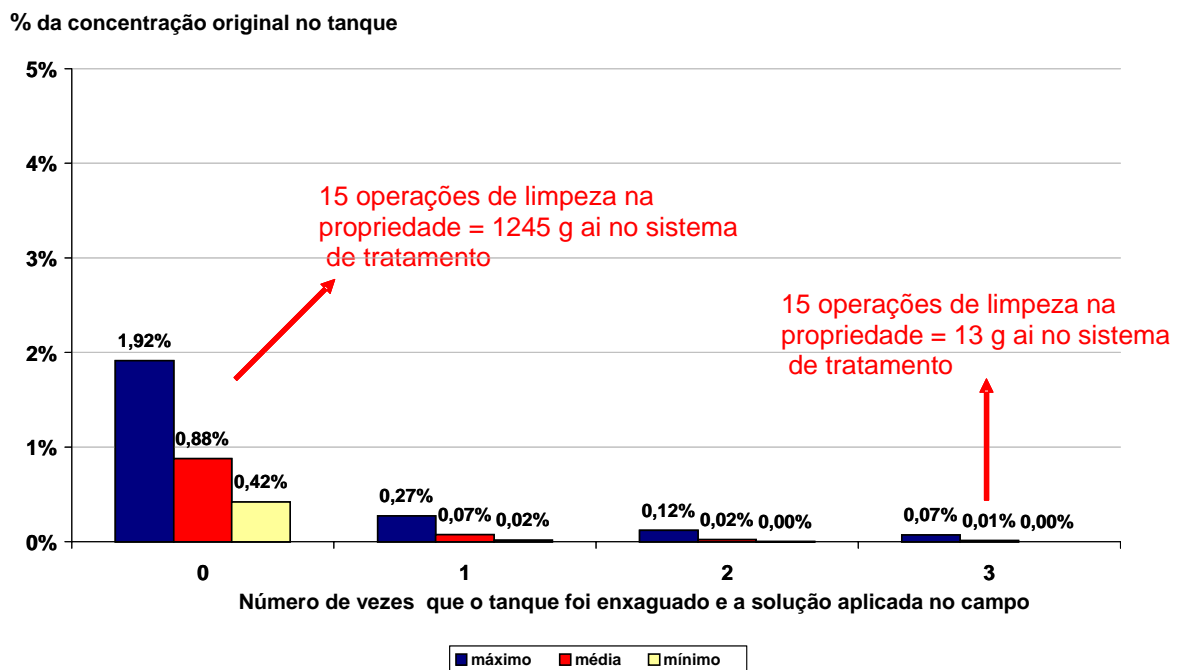


Fig. 7: Carga química para ser tratada por sistemas bio-purificação baseados em testes com pulverizador de pomares ENTAM (23 pulverizadores testados) dependendo dos desenhos do pulverizador e método de enxagu. No caso de 15 operações de limpeza no centro de lavoura, e uma concentração da calda no tanque de 2000 g de s.a. em 250 litros/Ha, a tripla lavagem (enxagu) pode reduzir a carga química de 1232 g de s.a. em média, por ano, para um pulverizador de pomares (fonte: Debaer e al, 2008).

A remoção da contaminação externa feita no campo, com a sujidade ainda fresca, é muito mais eficaz do que tirar resíduos secos no centro de lavoura.

Exemplo: A pressão baixa (4 bar) 97.5 % de cobre podem ser retirados quando o pulverizador é limpo imediatamente com apenas 2.55 litros por m² (Debaer *et al.*, em preparação) se os resíduos de PPPs estão ainda molhados. Se o pulverizador for limpo 10 horas depois da pulverização, só 70 % de cobre podem ser retirados, e depois de 20 horas, a eficiência de limpeza, a baixa pressão, será ainda muito mais reduzida, só 40 % com o mesmo volume de água. O mesmo efeito de limpeza depois de 10 horas com tempo seco, necessita pelo menos 5 vezes mais água a pressão baixa (12.75 litros por m²). Para um pulverizador de pomares com uma superfície de 10 m², a diferença do volume de água gasto na limpeza no campo em

comparação com a limpeza efectuada no centro de lavoura é de aproximadamente de 100 l. (25.5 litros no campo, 127.5 litros no centro de lavoura).

Os sistemas de lavagem a alta pressão podem aumentar além disso a eficiência de limpeza externa, e reduzir o montante de água necessária (fig. 8 e 9).

Limitar o montante de cargas químicas devolvidas ao centro de lavoura, e conseqüentemente a necessidade de tratar líquidos contaminados requer essencialmente procedimentos correctos de limpeza no campo. Isto não só reduzirá o risco da contaminação por origem pontual, mas também reduzirá a capacidade necessária dos sistemas de purificação bio na exploração agrícola.

IV. Sumário de Biopurificação

Os sistemas de purificação Bio devem ser considerados como os passos finais no ciclo da mitigação dos riscos para prevenir a poluição de água por PPPs.



Fig. 8 & 9: lavando externamente pulverizador de pomares (fonte: pcfruit) e um pulverizador de culturas baixas (LWK-NRW)

A carga hidráulica e química na exploração agrícola determinará a organização do sistema de purificação bio. Processar baixos volumes de líquido contaminado com concentrações baixas, privilegiando a lavagem no campo em combinação com poucas operações de limpeza no centro de lavoura, só necessitará de um pequeno biofilter.

Grande volume de líquidos contaminados com altas concentrações necessita inevitavelmente um sistema de purificação bio maior e uma infra-estrutura de enchimento e lavagem mais cara. Essas características são necessárias se não se fizer a limpeza no campo e forem feitas muitas operações de lavagem do equipamento no centro de lavoura. O sistema mais apropriado, neste caso, é provavelmente um grande biobed.

Os agricultores têm a opção de deslocar a mitigação dos riscos mais para o campo, que significa nenhum ou pequeno investimento na infra-estrutura da exploração ou manusear os PPP bem como executar as lavagens no centro de lavoura, e ter mais altas necessidades de investimento na infra-estrutura da exploração agrícola.

4. Desenho de sistemas bio purificadores

Um local de enchimento e limpeza combina vários processos de trabalho de forma estruturada e mitiga riscos fazendo a gestão dos PPPs. (figura 10). Qualquer derramamento e líquidos contaminados podem ser reunidos e processados.

l) Zona de enchimento e área de limpeza em conjunto ou separadas

O enchimento e a limpeza podem fazer-se directamente por cima de um biobed ou na proximidade deste. Nas figuras 11 e 12 mostram-se exemplos do biobed combinado com zonas de enchimento / limpeza. Precisam ter uma estrutura suficientemente forte para suportar o peso de um pulverizador cheio. Estes sistemas ficam melhor quando cobertos com uma camada de erva para manter um bom equilíbrio do sistema e apoiar a redução de água recolhida (evapotranspiração). Como os líquidos contaminados são despejados directamente do pulverizador, uma boa distribuição superficial do biobed é difícil.

Nalguns casos, apenas a barra de pulverização, é colocada sobre o biobed para recolha de líquidos contaminados e restos (figure 13).

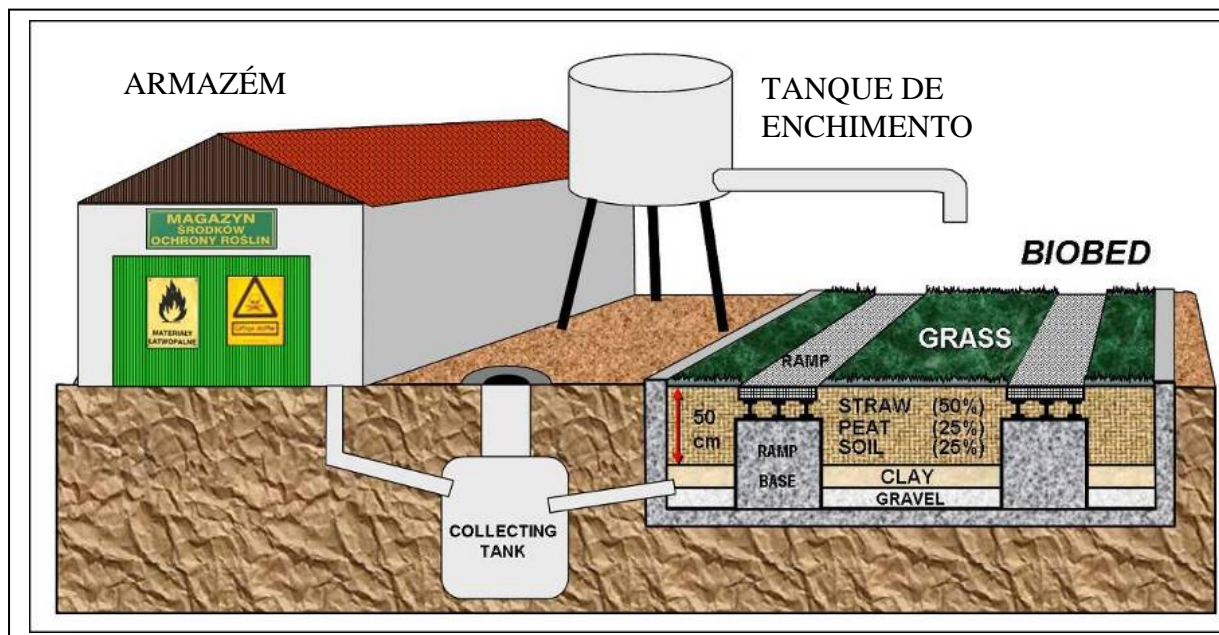


Fig.10: Aspecto esquemático de um sistema integrado de zonas de enchimento e lavagem. (fonte: ISK).

Instalações semelhantes podem ser usadas para biofilter onde os líquidos contaminados são reunidos e depois levados para o biofilter (figura 14). Esta organização permite uma melhor distribuição dos líquidos contaminados por cima do sistema. Não é possível ter erva por cima do biofilter, pois devido a líquidos contaminados de herbicida não sobreviveria. O biofilter deve estar protegido da chuva, e é necessária circulação do líquido lixiviado ou juntar água para impedir que a camada superficial seque no caso de carga irregular. O esquema mostrado na figura 14 permite a gestão da limpeza interna do pulverizador. Os efluentes gerados por lavagem externa e derrames no enchimento necessitam de ser recolhidos e enviados ao biofilter separadamente.

Área de enchimento e limpeza separadas, devem ser impermeáveis a líquidos contaminados com PPP (betão), e devem drenar directa ou indirectamente em direcção ao sistema de purificação bio (figura 15, 16 e 17). Uma área de recepção permitirá recolher os líquidos contaminados, e depois enviá-los para o sistema de purificação bio. Isto possibilitará distribuir os líquidos contaminados uniformemente por cima do sistema de purificação bio, e repartir no tempo a carga hidráulica e química quando existe um tanque de recepção. Contudo, se o lugar de enchimento e limpeza não são cobertos, é necessário um circuito separado para impedir a água de chuva de entrar no sistema de purificação bio. (Estudos mostraram que os derramamentos ocorridos nos locais de enchimento podem drenar PPP para a água superficial durante um período bastante longo. Se não se pode recolher toda a água da chuva, é imprescindível uma limpeza absoluta da zona de enchimento. As recomendações variam entre países) o sistema de purificação bio deve estar sempre coberto da chuva, especialmente onde a água de chuva pode "sobrecarregar" o sistema.



Fig. 11: Rampas sobre biobed (fonte: Visavi).



Fig. 12: cobertura de grade sobre biobed

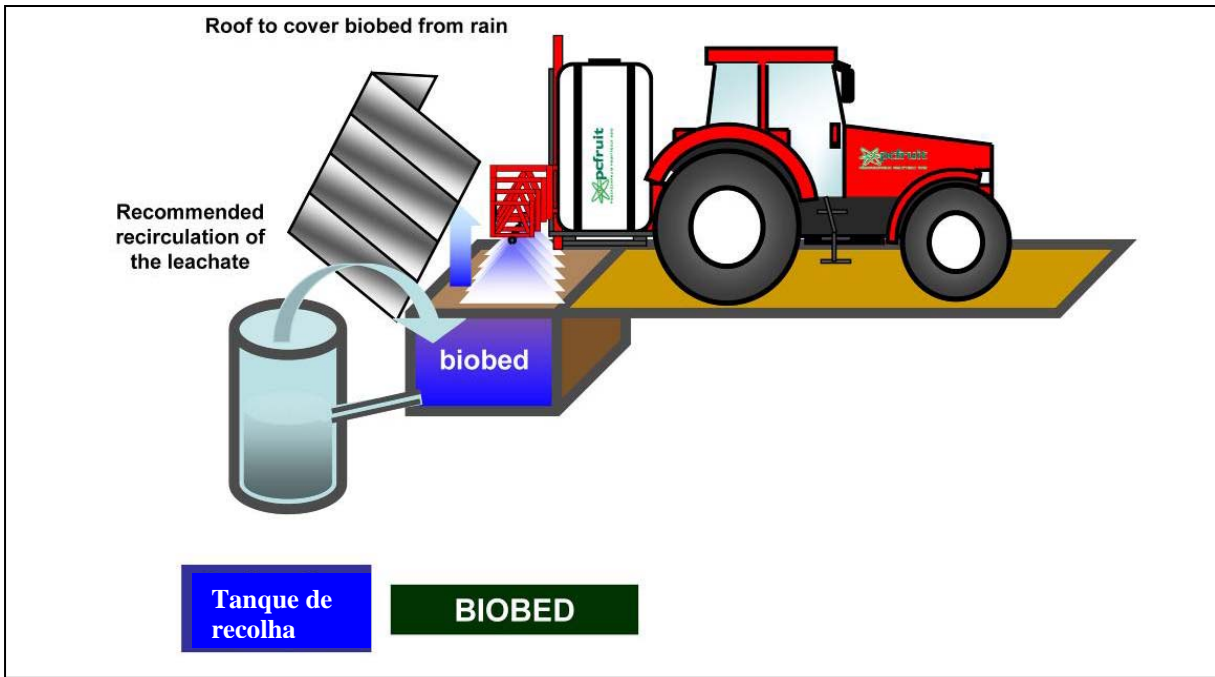


Fig. 13: Exemplo esquemático em que a biobed é usada como zona de lavagem, onde a barra é colocada directamente sobre a biobed para recolha da água de lavagem (fonte: pcfuit).

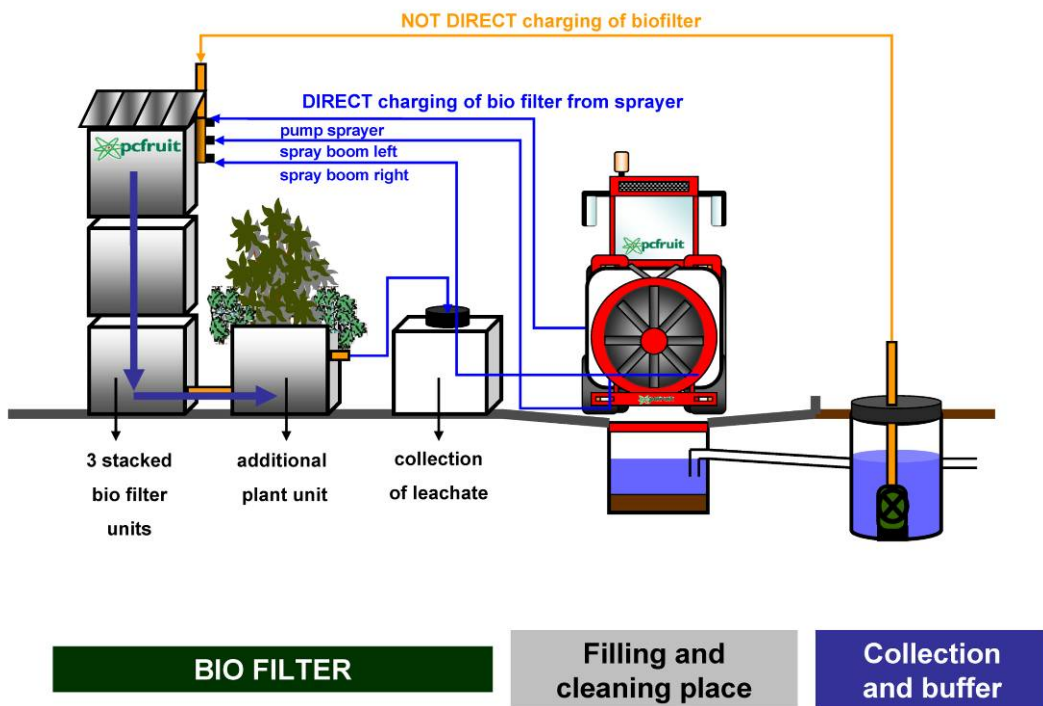


Fig. 14: Exemplo esquemático de carga directa e indirecta do sistema biofilter. Carga directa apenas dos restos diluídos no interior do pulverizador. Carga indirecta de todos os outros líquidos contaminados, a partir de uma zona de enchimento e limpeza. (fonte: pcfuit).



Fig. 15: Zonas de enchimento e limpeza, com respectivo equipamento, feitas em betão, que drenam os líquidos contaminados para o sistema de purificação (fonte: DAAS).



Fig. 16 & 17: Zonas separadas de enchimento e limpeza que drenam os líquidos contaminados para sistemas de bio purificação através de canal em betão (esquerda) ou dreno com grelha (direita) (fonte: ADAS).

Assegurar de que a zona de enchimento e lavagem tem sempre bordos sobre-elevados que mantêm os líquidos contaminados dentro dessa área.

I) Tanque de recolha (recepção) intermédio

Um tanque ou depósito de recepção “buffer” é um custo adicional, mas é recomendado porque permite levar o montante de líquidos recolhidos ao sistema de purificação bio de forma mais correcta. A capacidade do tanque deve ser igual à carga hidráulica anual. Dependendo do clima, um sistema de purificação bio está activo 200-300 dias por ano. As temperaturas baixas no Inverno diminuem ou param a actividade biológica do sistema. As operações de limpeza, contudo, não são igualmente distribuídas ao longo do ano. Para optimização do sistema de purificação bio, a carga hidráulica e química deve ser igualmente distribuída no período activo do sistema para assegurar a actividade biológica contínua. Exemplo: se a carga

hidráulica anual é 5000 l., e o período activo do sistema (dias com temperatura média acima 15-20°C) é de 200 dias, isto significa que o ideal é verter no sistema 25 l. por dia. A ligação a um tanque intermédio otimiza o sistema e pode reduzir a sua dimensão. Para verter no sistema de purificação bio, volumes baixos cada dia, pode ser usada uma bomba de baixo caudal associada a um cronómetro electrónico (não contínuo), ou uma bomba de dosagem (contínua) (figuras 18/19).

Em casos onde o resto de calda não pode ser diluído e aplicado no campo um depósito intermédio, reúne todos os líquidos contaminados e permite fazer as diluições necessárias acrescentando água limpa, porque os líquidos diluídos degradam-se mais facilmente.

II) **Sistemas abertos versus sistemas fechados**

Na figura 20 mostram-se sistemas biobed fechados e abertos.

Os sistemas fechados são sistemas, onde a água em excesso ou a humidade só podem deixar o sistema pela evaporação. De 1 m³ de substrato evapora-se em média 400-500 litros de água por ano, dependendo do clima. Isto significa que um sistema fechado precisa de 2 m³ de substrato para tratar 1000 litros de líquido contaminado. (Os dados representam a situação da Bélgica, com uma temperatura média por volta de 11°C e uma queda pluviométrica média de 800 mm cada ano). Recomenda-se verificar localmente qual é o volume evaporado durante um ano.

Geralmente os sistemas fechados têm o risco, em caso de evaporação mais baixa ou água mais contaminada, de saturar ou inundar. A saturação afectará seriamente a degradação de PPP no substrato activo e resulta em lixiviação (Fogg e al, 2004). A inundação pode ser prevenida protegendo o sistema da chuva e distribuindo a carga hidráulica de forma repartida ao longo do tempo.

A principal vantagem dos sistemas fechados é que não há nenhum resto lixiviado, mas isto só acontece se a evaporação for mais alta do que o volume de líquidos contaminados que são vertidos no sistema.



Fig. 18 & 19: exemplo de um tanque “buffer” de 4000 l e de uma cisterna de 5000 l. em betão no pavimento da zona de enchimento e lavagem, com válvulas de separação para a água da chuva (Fonte: pcfruit).

Num sistema aberto uma parte da água é evaporada, e a água restante é recolhida como lixiviado. Num sistema aberto 1 m³ de substrato activo pode processar 1,5 m³ de líquido contaminado, do qual se evapora 0,5 m³ água e se forma 1 m³ de lixiviado. Este exemplo mostra que os sistemas abertos podem tratar líquidos mais contaminados com o mesmo montante de substrato activo, mas o resto, o lixiviado, deve ser guardado num tanque à parte. Este lixiviado pode ser reutilizado como água em aplicações de herbicidas não selectivos no campo, ou reciclado no sistema de purificação bio. O uso da vegetação permite purificação adicional e melhora a evapotranspiração do lixiviado. Os melhores resultados obtêm-se quando o sistema é mantido continuamente a 95 % da sua capacidade.

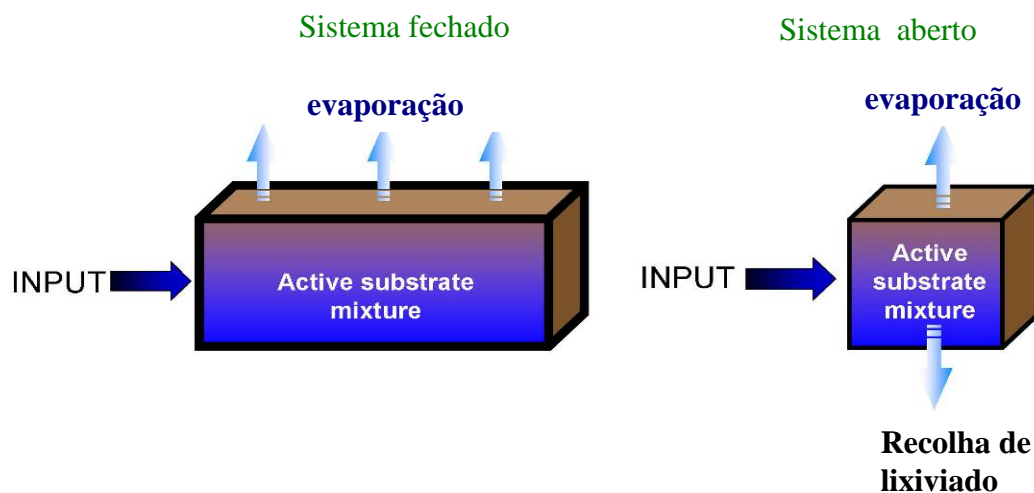


Fig. 20: Esquema de sistema aberto e sistema fechado.

III) Equipamento para verter o líquido contaminado no sistema de purificação bio

O líquido contaminado deve ser uniformemente distribuído na superfície de um sistema de purificação bio. É possível usar diferentes soluções técnicas. Na figura 21, uma chapa metálica pulveriza o líquido contaminado por cima da superfície do substrato activo de um biofilter. Uma mangueira circular perfurada (figura 22) em cima do substrato de um biofilter é um modo mais controlado de distribuir líquidos contaminados. Também se podem usar bicos de pulverização para uma boa distribuição (figura 23). A par de bicos de pulverização, que podem ser usados em sistemas pequenos ou grandes, podem ser utilizados tubos perfurados (figura 24) ou sistemas de irrigação gota a gota (Basford *et al.*, 2004) para distribuir líquidos contaminados por cima de uma grande superfície. A carga regular e repartida uniformemente ao longo do tempo, dos sistemas de tratamento bio requerem que exista um tanque onde o líquido contaminado é recolhido.

IV) Impermeabilização dos sistemas

Os sistemas de purificação bio devem ser estanques usando para isso material impermeável. Normalmente as paredes laterais um sistema biobed são feitas de betão, mas também se podem utilizar os plásticos EPDM (figura 25) ou PE (figura 26). Os sistemas Biofilter são tradicionalmente construídos por contentores de 1 m³

em IBCs de PE. O tempo de vida dos plásticos é mais curto do que o do betão. Expostos à luz os contentores de PE durarão aproximadamente 10 anos.



Fig. 21 & 22: Distribuindo o líquido contaminado sobre a superfície por meio de placa de metal (esquerda, fonte CRAw) ou mangueira circular perfurada (direita, fonte pcfruit).



Fig. 23 & 24: Distribuindo o líquido contaminado sobre a superfície por meio de bicos de pulverização (esquerda, fonte POVLT) ou mangueira circular perfurada (direita, fonte Bayer CropScience).



Fig. 25 & 26: Como alternativa ao betão, biobed pode ser impermeabilizada com plástico EPDM (esquerda, fonte ADAS) e contentores de PE (direita, fonte Mybatec).

V) Proteger da chuva e/ou circuito separado para água da chuva e água não contaminada

Os sistemas de purificação bio devem ser cobertos, protegidos da chuva quando estão separados da zona de enchimento e limpeza. Só se o sistema de purificação bio usa vegetação adicional, pode estar aberto ou coberto por materiais transparentes para assegurar luz suficiente. As figuras 3, 4, 24, 26, 32, 33, 37 são exemplos de sistemas de purificação bio cobertos. Os sistemas de purificação bio cobertos não podem receber água da chuva limpa, que provocaria a saturação e transbordo do biobed.

Toda a água não contaminada proveniente da zona de enchimento e lavagem não deve entrar no sistema de purificação bio pelas mesmas razões explicadas acima. Estudos na Dinamarca mostram que os derramamentos em zonas de enchimento e lavagem, construídos de betão são lavados pela chuva durante um longo período de tempo. Por isso, os derramamentos têm de ser limpos cuidadosamente depois de terminar a pulverização ou de outra forma a água de chuva proveniente do local de enchimento deve ser reunida no sistema de bio purificação.

VI) Sistema de drenagem

Os sistemas abertos, como biofilters, precisam sempre de um sistema de drenagem no fundo de cada unidade de purificação bio, para conduzir o lixiviado à seguinte unidade ou ao tanque de armazenagem do lixiviado. A forma mais fácil é usar um tubo de dreno, como se mostra na figura 27. A utilização de um tubo de dreno drenará a água efectivamente, mas também garante que nenhuma partícula do substrato activo causa obstruções ao sistema hidráulico ou válvulas.

Os tubos de dreno também podem ser usados para biobeds., Como mostra a figura 10, Também é possível usar brita em combinação com argila, mas a argila diminui consideravelmente a drenagem, e abre fendas quando está muito seca.



Fig 27: tubo de dreno no fundo de um biofilter.

VII) Uso de vegetação

O uso da vegetação pode ter muitas vantagens. A camada de erva em cima de biobeds mantém um bom equilíbrio de humidade, evaporando água de excesso, e impedindo a secagem excessiva da camada superior (figura 2, 10, 11, 28). Também, o sistema radicular pode otimizar as condições de solo para os microrganismos, que são responsáveis pela degradação de PPPs. Os líquidos contaminados directamente recolhidos em biobed podem provocar sinais de fitotoxicidade na cobertura vegetal se não forem suficientemente diluídos. Quando a concentração de PPPs (especialmente herbicidas) é bastante baixa garantindo a sobrevivência de vegetação específica (figura 29), pode utilizar-se vegetação em unidades ligadas ao Biofilters . A pesquisa mostrou que ervas (*Carex* spp.) são mais resistentes a herbicidas, mas arbustos e árvores (*Salix* spp.) têm maiores capacidades de evaporação (Debaer *et al.*, 2007). O *Carex* spp. aumentou a evaporação do sistema em mais de 500 litros por m² plantado por ano enquanto *Salix* spp. aumentou a

evaporação até 1000 litros ou mais por ano. Usando bastantes unidades com plantas para evaporar água, os sistemas biofilter abertos podem reduzir a zero o lixiviado.



Fig. 28 & 29: erva cobrindo a superfície de biobed (esquerda, fonte Visavi) e Carex spp. No final de um biofilter modificado (direita, fonte pcfruit)

Para evitar invasões de plantas nos campos seleccionar plantas não invasoras. As plantas seleccionadas não devem ser tóxicas e não devem produzir ou conter partes comestíveis.

Se não estiver a ser utilizado nenhum herbicida, seleccionar um arbusto dicot para ajudar a evaporar a água de excesso. Para situações onde são usados herbicidas são recomendadas as espécies acima referidas dos géneros Carex spp e Salix spp .

IX) Exemplos

a) sistemas biobed

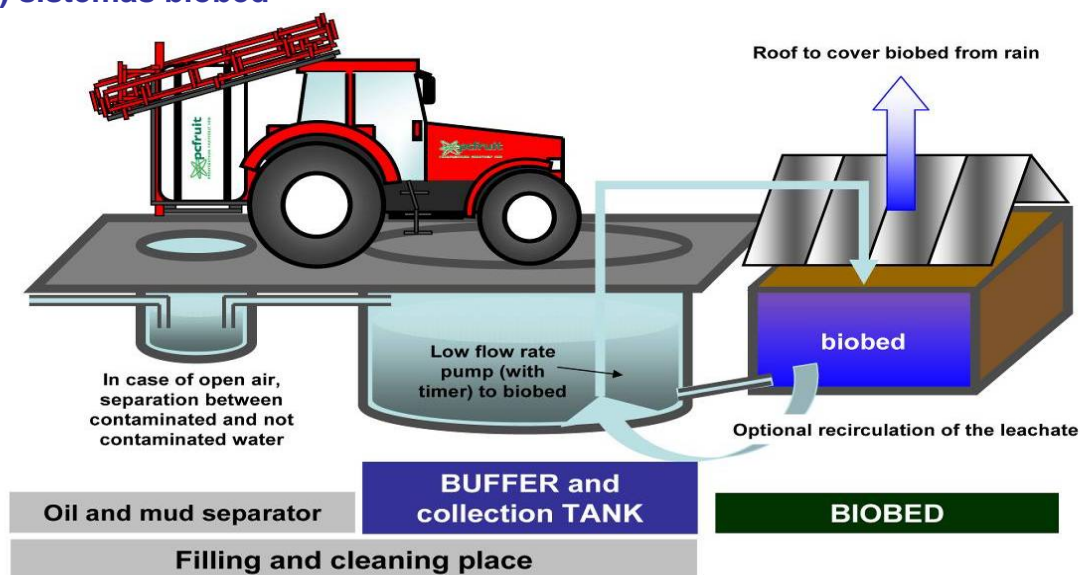


Fig. 30: Exemplo de como é construída e equipada uma moderna biobed. Os líquidos contaminados são separados da água da chuva e também do óleo e lamas. O tanque de recolha “buffer” permite que a carga hidráulica e química seja

distribuída de forma adequada ao longo do tempo. A saturação pode ser evitada protegendo o biobed da chuva, e recirculando o líquido drenado. (fonte pcfruit)

b. Exemplos de sistemas biofilter

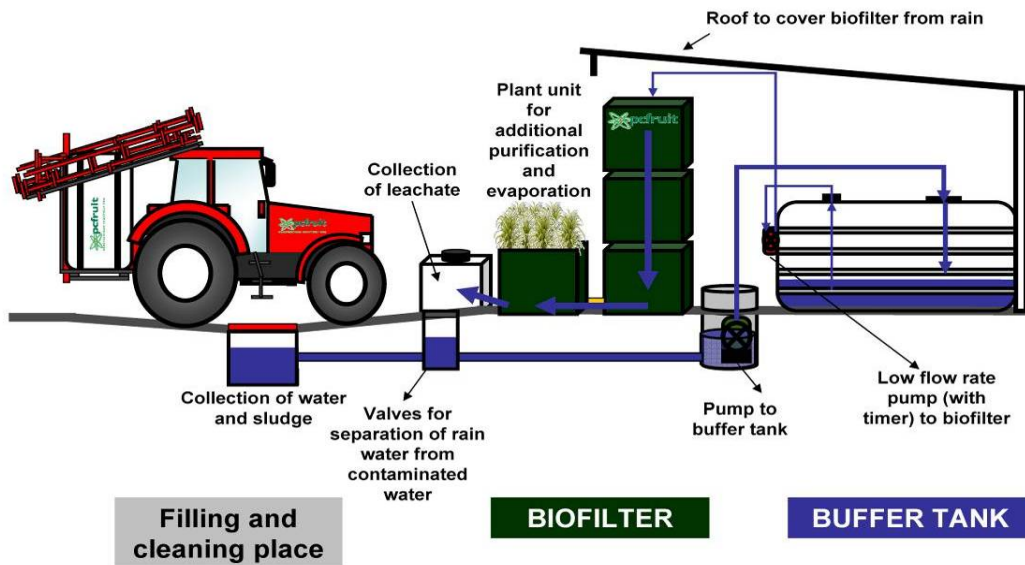


Fig. 31: área de enchimento e lavagem ao ar livre, equipada com um biofilter modificado de 3+1 unidades (fonte pcfruit). A separação da água da chuva e das lavagens é controlada com um sistema de válvulas. Os líquidos contaminados são bombeados para um tanque buffer de 4000 litros. Do tanque buffer saem 25 litros por dia para o topo do biofilter. Este sistema processou 6300 litros em 2007, obtiveram-se 4000 litros de lixiviado, e evaporaram-se 2300 litros de água (Debaer et al., 2007).

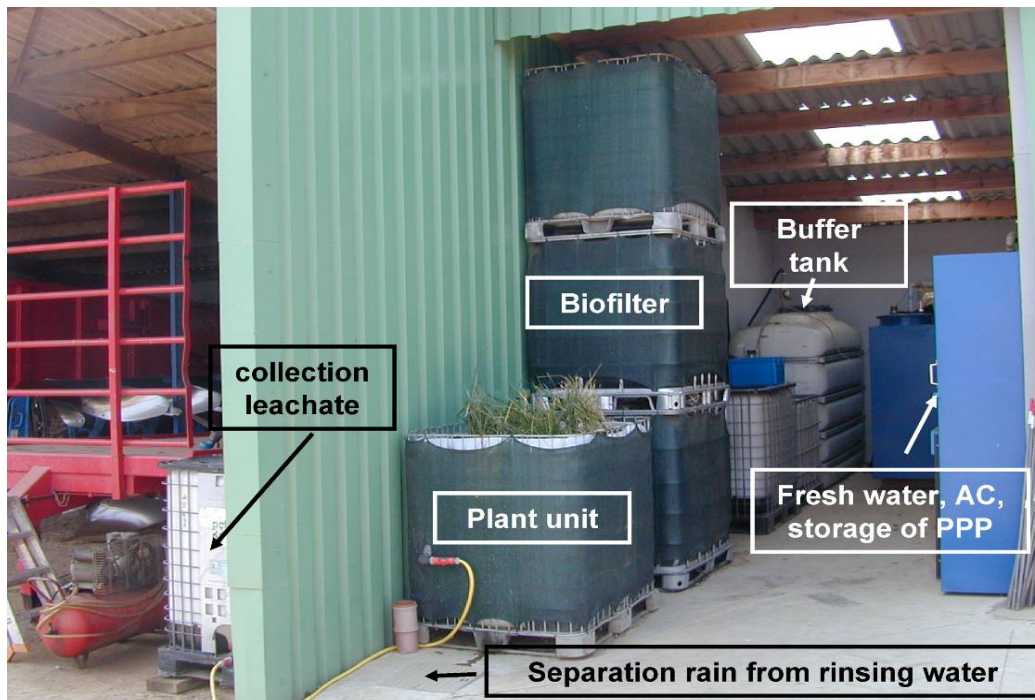


Fig. 32: zona de enchimento e lavagem integrada com um sistema biofilter modificado de 3 + 1 unidades, também representado pela figure 32 (fonte pcfruit). O

excesso de líquido drenado está logo abaixo da zona radicular das plantas . Todo o excesso de lixiviado é recolhido.

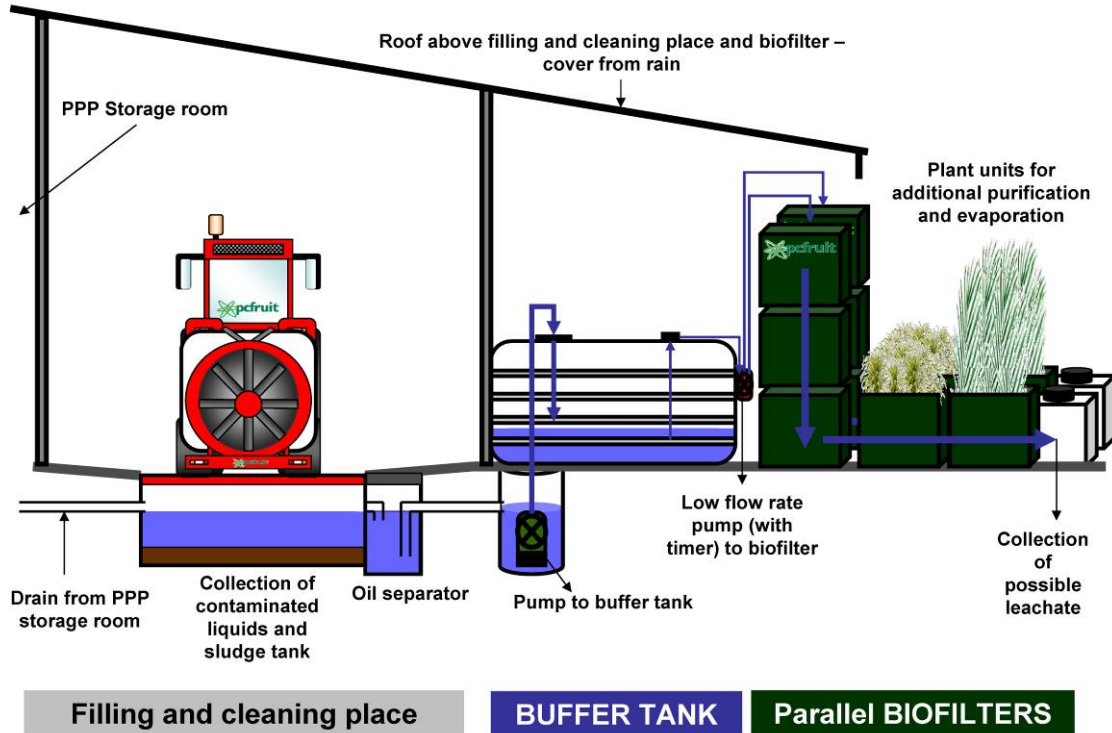


Fig. 33: Zona de enchimento e lavagem integrada, equipada com 2 biofilter em paralelo, constituído cada um por 3 + 2 unidades (fonte pcfruit). Ambos biofilter (excepto a unidade com plantas) e a zona de enchimento e lavagem são cobertos, mantendo a água da chuva fora do sistema. Todo o líquido lixiviado é recolhido.

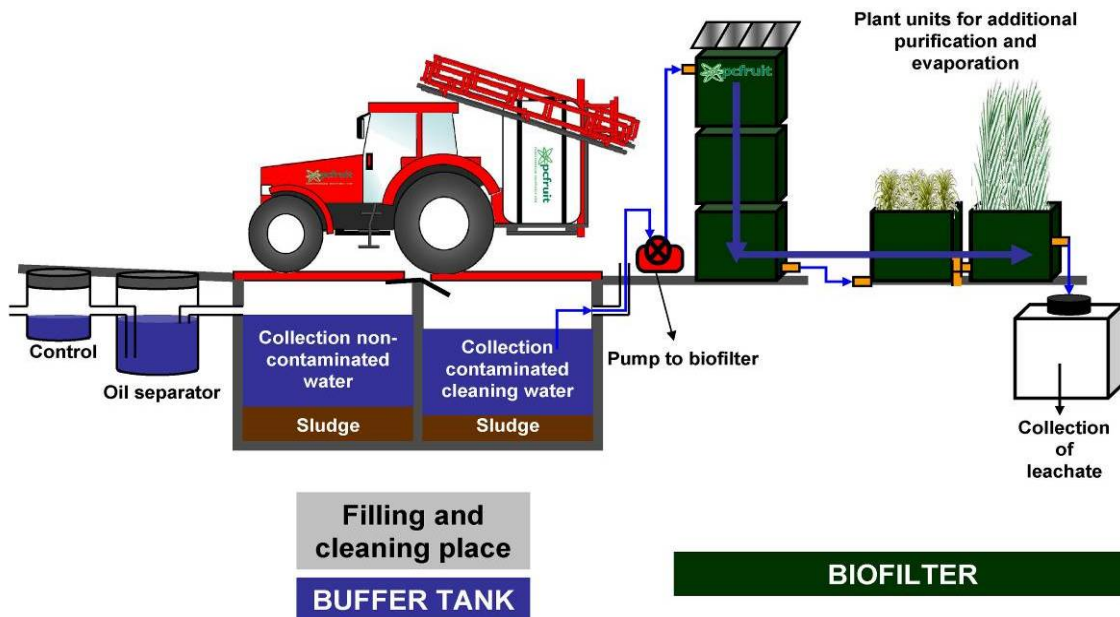


Fig. 34: Zona de enchimento e lavagem equipada com um biofilter modificado de 3 + 2 unidades (fonte pcfruit). Chuva e água de lavagem são separadas em 2 tanques buffer por baixo da zona de enchimento e lavagem. O líquido contaminado é

bombeado para o topo do biofilter coberto, por uma bomba cronometrada. Todo o líquido lixiviado é recolhido.



Fig. 35 and 36: Para obter um bom equilíbrio de humidade nas 2 unidades superiores do biofilter modificado, mantém-se uma zona saturada no fundo da unidade para permitir que a água suba. Isto pode conseguir-se unindo a saída da unidade a um tubo curvado para cima e ligado a um outro tubo de passagem que se eleva até ao topo da unidade. A altura da zona saturada é determinada pela altura o tubo virado para cima. Podem construir-se diferentes zonas saturadas (esquerda, ou pode ser suficiente apenas uma na zona saturada de 300 litros (direita). Depois de cheio o tubo curvo, o lixiviado é levado pelo tubo de passagem, ao topo da seguinte unidade e distribuído como mostram as figuras 21-24. Vêm-se outras válvulas nas figuras, que são usadas para retirar amostras do sistema, ou drenar o sistema de armazenamento no Inverno ou impedir as válvulas de congelar. (Fonte: pcfruit).

5. Dimensionamento dos sistemas de bio purificação

O montante de substrato necessário para tratar um determinado volume de líquido já foi abordado (capítulo 4, secção IV)

Para sistemas fechados as considerações de capacidade são baseadas na evaporação possível evitando a saturação da mistura substrato. Para sistemas abertos é fundamental a eficiência com filtro (Pussemier *et al.*, 2004; Pombo *et al.*, 2005; Debaer *et al.*, em preparação). Embora exista a ideia de que biobeds (sistemas fechados) são capazes de tratar líquidos mais contaminados do que biofilters (sistemas abertos), isto pode não ser verdade, mas está relacionado com o facto de que biobeds são dimensionados como grandes sistemas, usando maiores volumes substrato activo do que os pequenos biofilters. De facto o mesmo volume de substrato activo, em sistemas abertos, pode tratar maiores volumes de líquidos contaminados se o resto lixiviado for reunido e reciclado. Os sistemas abertos que usam vegetação contudo, com a dimensão apropriada, podem ser sistemas sem produção de lixiviado.

É claro que em todas as condições a entrada química e hidráulica deve ser minimizada. Os outputs do sistema, os resíduos líquidos e sólidos, devem também

ser minimizados através do dimensionamento correcto de acordo com as necessidades.

O princípio principal da purificação é a degradação completa dos PPPs, não só uma redução da concentração. Por isso, a planificação de sistemas biopurificação tem de equilibrar as “entradas” e “saídas”. Isto pode ser melhor explicado no exemplo de um sistema fechado (biobed), um sistema aberto (biofilter) bem como para uma produção (saída) nula no sistema aberto (biofilter modificado), mostrado na figura 37.

6. Substrato activo (diferentes substratos e funções)

Originalmente o substrato usado em sistemas de purificação bio consistia de uma mistura de palha 50 %, turfa 25 % e solo arável 25 %. Vários estudos têm investigado as proporções da mistura e o uso de substratos alternativos para uma melhor degradação dos PPPs.

I) Solo arável - fonte de microrganismos

O solo arável do campo no substrato contém os microrganismos essenciais para degradar os PPPs. Os microrganismos no solo arável podem ser fungos ou bactérias, que usam os PPP como fonte de carbono. É importante usar o solo arável da própria exploração agrícola, porque os microrganismos estão adaptados aos PPPs usados no campo. O solo arável é o único componente na mistura que constitui o substrato activo que não pode ser substituído por uma alternativa. A proporção ou o montante do solo arável pode contudo ser reduzido sem afectar a eficácia da degradação. Isto pode ser uma vantagem quando o substrato, depois de utilizado, tem de ser incinerado, em casos onde não se pode fazer o espalhamento no campo.

II) Palha

A palha actua como uma fonte alimentar adicional de microrganismos. A palha é uma fonte de lenhina, que é essencial para microrganismos que produzem enzimas de degradação da lenhina; essas enzimas podem degradar um largo espectro de PPPs. A palha é também uma fonte de azoto, resultando numa boa proporção C/N total para bactérias de degradação. A palha mineraliza-se rapidamente resultando numa perda de 10 % de substrato cada ano. A palha, por isso, tem de ser acrescentada ao sistema, depois de cada época de tratamentos.

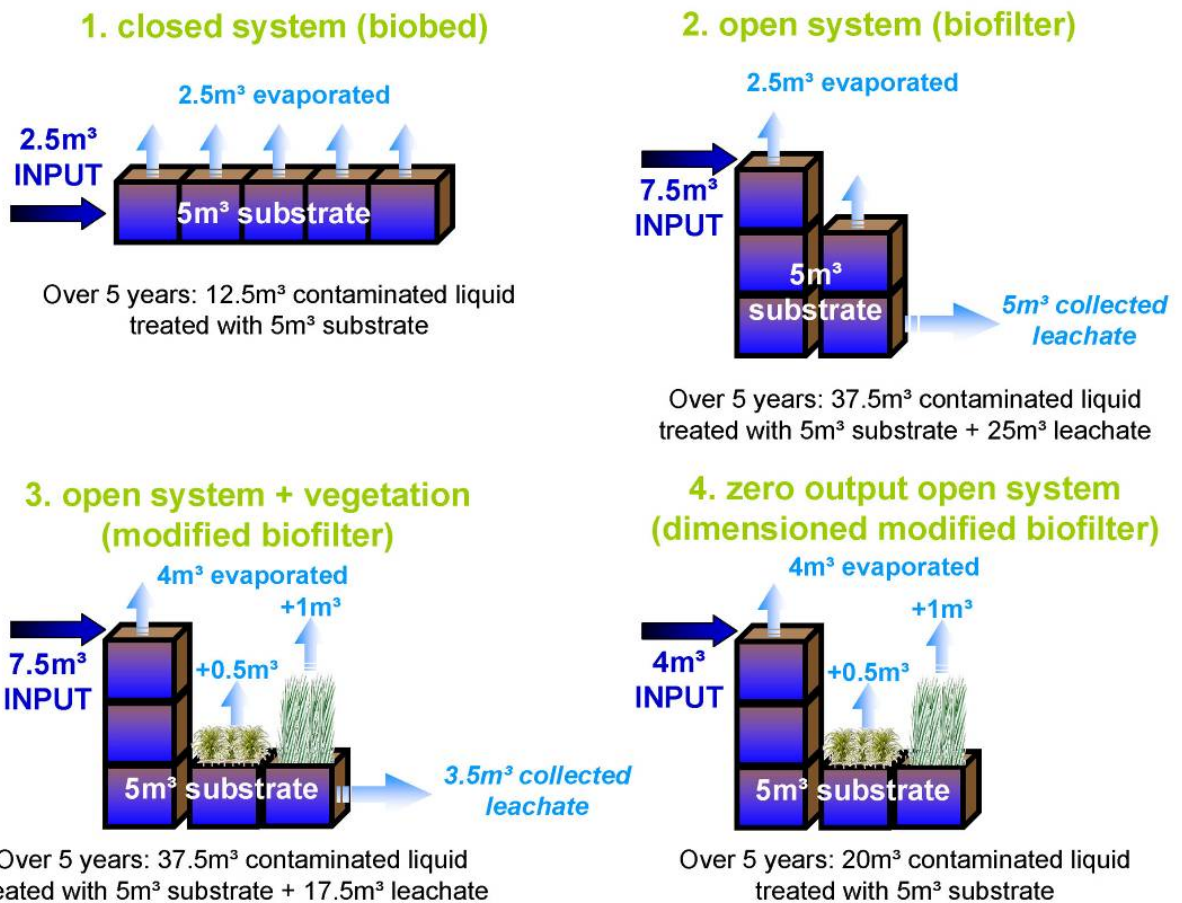


Fig. 37: Exemplos para considerar a dimensão de um sistema de purificação bio. 1 representa um sistema biobed típico. Onde são necessários grandes volumes de substrato activo.

2 é um sistema biofilter típico com um grande volume de resto lixiviado que tem de ser reutilizado no campo ou reciclado.

3 exemplo da contribuição da vegetação para aumentar a evaporação de água em excesso, que só é possível em sistemas abertos. $(2,5+0,5+1=4 \text{ m}^3)$. Por experiência demonstrou-se, neste exemplo específico, que se for deitada calda concentrada, não diluídas no campo, a purificação nas 3 primeiras unidades não será suficiente para as plantas sobreviverem na unidade 4 e 5.

4 indica que sistemas abertos bem dimensionados que usam plantas podem ser sistemas sem produção de lixiviado, com capacidade mais alta e melhor eficiência para tratar líquidos contaminados. Contudo, altos volumes de líquidos contaminados, requerem uma concepção física cuidada.. (Fonte pcfrit).

III) Casca de Coco

A casca de coco pode ser (parcialmente) uma fonte de carbono, substituindo a palha, tendo também boa capacidade de retenção da água e proporcionar bom arejamento. Substratos activos com fibra ou casca de coco mineralizam muito mais lentamente do que os com palha, reduzindo a necessidade de encher anualmente novamente a mistura do substrato. A substituição de palha pela casca de coco não afecta a eficiência da degradação.

IV) Turfa

A turfa é um substrato que fornece numerosos sítios para absorção do pesticida. Ajuda a manter condições aeróbicas aliadas a humidade correcta devido à sua capacidade de reter água. A turfa é contudo uma matéria-prima não sustentável.

V) Solo de substrato vegetal

O solo de substrato vegetal tem as mesmas funções e características que a turfa, e pode substituí-la no substrato activo.

VI) estrume de Vaca

O estrume é um substrato adicional para aumentar a fonte de N acrescentando nitrato. Estudos (Genot e al, 2002) mostra que a adição do estrume pode aumentar a degradação de PPPs. Isto acontece principalmente no caso da degradação bacteriana. O estudo mostrou que onde a degradação foi principalmente executada por fungos, baixos conteúdos de fontes N disponíveis mantinham os microrganismos mais aptos para degradar PPPs. (Castillo e al 2008). Como regra prática uma proporção C/N de 10 para 20 deve ser mantida.

7. Misturas nos substratos

Originalmente a mistura substrato usada em sistemas biobed compôs-se de palha 50 %, turfa 25 % e solo arável 25 %. Contudo, pesquisas mostram que:

- A fracção de solo arável está ajustada para inocular o sistema, mas pode ser reduzida até menos de 5 % sem qualquer perda na capacidade de degradação (Sniegowski e al em preparação). A redução do solo arável pode até aumentar a retenção de PPPs no sistema e por isso a biodegradação (De Wilde *et al.*, em preparação).
- As alternativas como casca de coco e substrato vegetal misturado em proporções diferentes na mistura não afectam a retenção (De Wilde *et al.*, em preparação).
- Aumentar de 5 para 10 % o estrume de vaca pode aumentar a retenção e a degradação de PPPs dentro da mistura activa de substrato (Genot *et al.*, 2002; De Wilde *et al.*, em preparação).

A figura 38 mostra diferentes possibilidades de misturas constituintes de substratos. Substituindo a palha na unidade superior de um biofilter modificado pela casca de coco, recupera o sistema. Nas unidades seguintes a fracção de solo arável é reduzida a 5-10 %, e a percentagem de substrato vegetal é elevada a 40 %, proporcionando melhor potencial de retenção da água, aumentando a biodegradação. A adição do estrume de vaca de 5-10 % pode reduzir o solo substrato vegetal a 30-35 %. As unidades com plantas ficam melhores com uma camada de fibra de coco no fundo, que funciona como dreno (10 %) e 80-90 % de substrato vegetal no topo, misturado com 0-10 % de estrume de vaca.

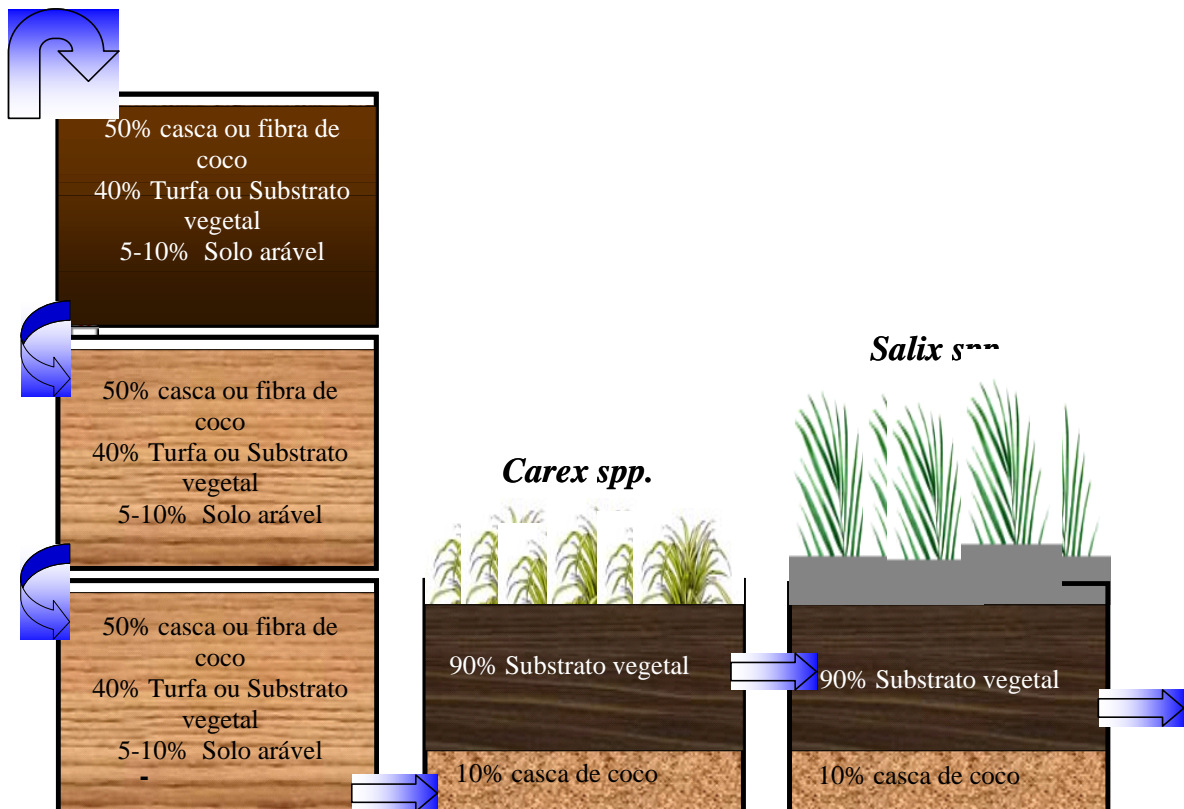


Fig. 38: Exemplo de misturas componentes de substratos num biofilter modificado (source pcfruit).

As proporções estão sempre expressas em volume. Para fazer misturas homogéneas, o tamanho máximo de todas as partículas na mistura deve estar entre 2-4 cm. (comprimento da palha deve ser no máximo 4 cms). Para efectuar a mistura de todos os componentes de um substrato pode utilizar-se uma betoneira.

a. Encher o sistema de bio purificação com o substrato preparado

Encher o sistema com a mistura substrato é um processo que requer alguma atenção. Se a mistura for bem compactada, a retenção será alta pois reduz-se a velocidade de penetração e existirá um longo período de contacto entre o Líquido contaminado e o substrato. Contudo, uma mistura bem compactada não favorece o arejamento e consequentemente não é bom para a degradação aeróbica de PPPs. Por outro lado, se o substrato activo não for compactado em absoluto, a retenção será baixa, sobretudo quando os líquidos contaminados não são distribuídos uniformemente, e a lixiviação pode ocorrer rapidamente. Misturas que contêm um montante baixo de solo, e um montante mais alto de turfa ou substrato vegetal terão um melhor arejamento, mesmo se a mistura for compactada.

b. Manutenção do substrato

Ao longo do tempo de utilização, o conteúdo total de carbono e a actividade microbiológica diminuirá devido a mineralização da mistura substrato. A mineralização do substrato depende da composição e do tamanho das partículas dos componentes do substrato. Uma mistura que contém 50 % da palha mineraliza e reduz o montante de substrato em aproximadamente 10 cm por ano. Para compensar esta perda, deve ser acrescentado material fresco e misturado com o resto do substrato existente, cada ano ou de dois em dois anos. Manter sempre uma altura mínima de filtro de 60 cm. Depois de alguns anos, a mistura tem de ser substituída completamente porque está esgotada. Torstensson (2000) afirmou que no sul da Suécia a mistura substrato activo deve ser substituída depois de 5-6 anos.

8. Processos de absorção e bio degradação

A pesquisa internacional mostrou que sob diferentes condições e muitas vezes não ideais, 93 % dos PPPs carregados no sistema foram biodegradados, 4 % foi encontrado no lixiviado, e 3 % ficou retido dentro do substrato activo. Em condições óptimas mais de 99 % dos PPP foram fixados e biodegradaram-se dentro dos sistemas de purificação bio, com excepção de alguns PPPs "móveis" específicos.

a. Princípio

O controle e a optimização de processos de purificação bio, é um sistema complexo de muitos factores. Esses factores incluem a existência de populações microbianas capazes de degradar os poluentes e estarem disponíveis para o fazer. Os factores ambientais como tipo de solo, temperatura, pH, a presença de oxigénio ou outros receptores de electrões, e nutrientes também influem na eficiência da degradação (Vidali, 2001). Outro constrangimento importante é a acessibilidade dos microrganismos ao pesticida (bioavailability-Thompson, 2001). A biodegradação de um composto orgânico dá-se quase exclusivamente na zona de solo rodeia os microrganismos e onde também está o poluente. Por outras palavras, é dentro da camada de água fina na superfície das partículas do substrato, onde os microrganismos estão situados. Por isso, aumentar as superfícies específicas de um substrato sem diminuir a acessibilidade por parte dos microrganismos, devido a micro poros (barro) aumentará a biodegradação. (Fig. 39)

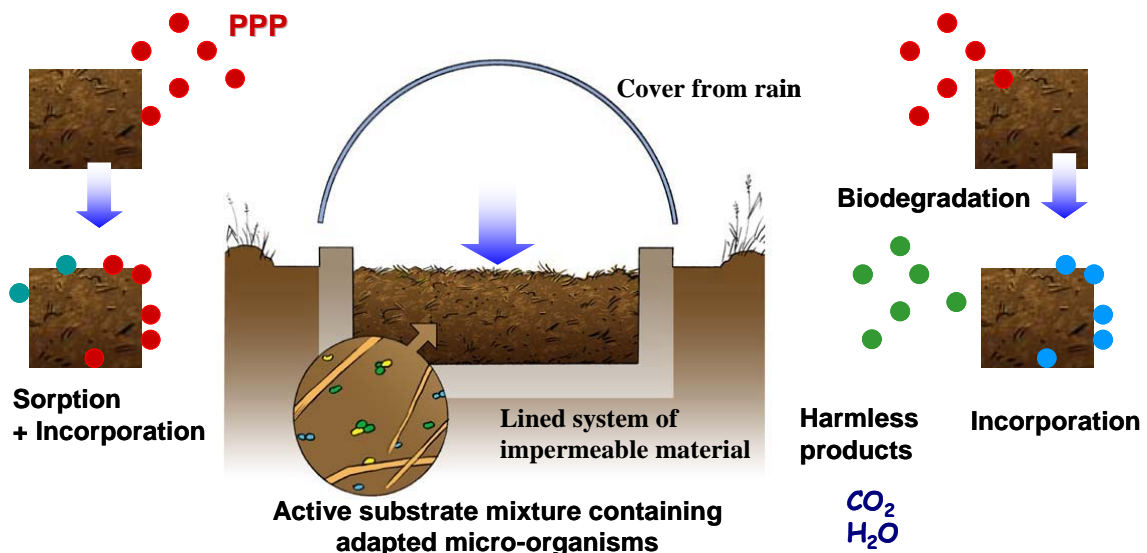


Fig. 39: Os 2 processos químicos implicados em purificação bio de PPPs. À esquerda ilustra-se a absorção e a incorporação. À direita ilustra-se a biodegradação de PPPs, que pode realizar-se depois da absorção de PPP no substrato, e que degrada os PPPs. (fonte: Bayer CropScience e KULeuven).

a. Fatores importantes que influenciam a absorção e biodegradação

A influência de diferentes factores na degradação de pesticidas foi estudada.

- As altas concentrações de PPP podem limitar a biodegradação (Fogg *et al.*, 2003). Por isso, como se referiu anteriormente, é recomendado limpar o pulverizador no campo para uma boa eficiência do sistema de purificação bio e tratar apenas caldas diluídas.
- A degradação pode ser inibida no solo arável quando se aplicam misturas de PPPs, mas não é inibida no substrato ativo, o que sugere que os sistemas de purificação bio podem degradar uma larga variedade de misturas PPP (Fogg *et al.*, 2003).
- O teor de humidade é essencial para os processos de purificação bio (óptimos 95 %). Contudo, a saturação (100 %) pode levar à lixiviação de PPP directamente o que está correlacionado com a carga hidráulica do sistema (Fogg *et al.*, 2004). Para evitar lixiviação de PPP móvel, pode aumentar-se a espessura do sistema de purificação bio ou evitar a saturação do substrato.
- O uso repetido de certo PPP ao longo dos anos pode levar a uma redução da degradação devido à adaptação dos microrganismos (Fournier *et al.*, 2004)

9. Lixiviado

O Lixiviado deve ser sempre recolhido. NUNCA DRENAR LIXIVIADO NA OU PERTO DA ÁGUA. Dependendo do quadro legal e das condições específicas da exploração agrícola, são possíveis as seguintes soluções:

- Recirculação do lixiviado no sistema de purificação bio. Isto aumentará a evaporação.
- Reutilização do lixiviado para aplicações de herbicida não selectivo no campo.

- Distribuir o lixiviado no campo, tendo o cuidado de o fazer afastado de água superficial.
- Evaporar o lixiviado usando vegetação na última fase da purificação.
- Entregar o lixiviado a uma companhia licenciada para processamento de resíduos, se não existir outra opção legal.

10. Substrato depois de usado

O substrato terá de ser completamente substituído depois de vários anos de utilização. (6 a 8 anos). Dependendo do quadro legal e das condições específicas da exploração agrícola, são possíveis as seguintes soluções:

- Espalhar o substrato usado com um espalhador de estrume no campo para que se degrade aí algum PPP remanescente.
- Compostagem do substrato numa estrutura impermeável coberta e evitando qualquer lixiviação para a água durante um ou dois anos. Mexer a mistura duas vezes por ano e mantê-la húmida degradará além disso algum PPPs remanescente. Depois de 1 ou 2 anos o substrato pode ser espalhado no campo de forma segura.
- Entregar o substrato a uma companhia licenciada para processamento de resíduos, se não existir outra opção legal.

11. Considerações para decidir qual o sistema de purificação bio mais conveniente

As considerações seguintes baseiam-se em pesquisas feitas principalmente na Bélgica. Podem ser necessárias modificações, dependendo das condições climáticas e das recomendações / regulamentações locais. Considerar os tópicos seguintes como ajudas para adaptar ao sistema necessário a cada situação específica.

a. O sistema de purificação bio terá de processar altos volumes e líquidos altamente concentrados (nenhuma limpeza no campo).

Cada ano mais de 10.000 litros de líquidos contaminados são produzidos na exploração agrícola, e há pouca ou nenhuma possibilidade de enxaguar e limpar o pulverizador no campo. Em tal situação a melhor opção é usar **um sistema biobed impermeabilizado** que esteja bem dimensionado para a carga hidráulica que entra no sistema.

- Para cada 1000 litros de líquido entrado no sistema, são necessários 2 m³ de substrato activo.
- Assegurar que a entrada de líquido no sistema é feita de forma faseada ao longo do ano e bem distribuída por cima da superfície do substrato activo.
- Prevenir a entrada de chuva e água limpa no sistema. Isto evitará a saturação e a lixiviação do substrato activo

b. Os líquidos contaminados serão recepcionados directamente no sistema de purificação bio.

Não há nenhuma possibilidade de armazenar temporariamente líquidos contaminados num tanque, e a entrada de líquidos contaminados não é igualmente distribuída ao longo do ano. A melhor opção é **um sistema biobed impermeabilizado** que esteja bem dimensionado para a carga hidráulica que entra no sistema.

- Para cada 1000 litros de líquido entrado no sistema, são necessários 2 m³ de substrato activo.
- Assegurar que o líquido é bem distribuído por cima da superfície da matriz activa. Evite o fluxo preferencial junto às partes laterais do sistema.
- A carga do sistema será muito irregular. Será provavelmente necessária a recirculação para impedir que a camada superior seque e conseqüentemente pare a evaporação e processos de purificação bio. Com grandes cargas de líquido introduzido de uma só vez, poderá ocorrer um aumento de lixiviação através do substrato. A recirculação fornecerá um tratamento adequado do lixiviado.
- Prevenir a entrada de chuva e água não contaminada no sistema. Isto evitará a saturação e a lixiviação do substrato activo

c. Depois de utilizado o substrato não pode legalmente ser espalhado no campo

Os sistemas de Biobed têm volumes de substrato mais altos. Se o substrato não pode legalmente ser espalhado no campo, o processamento legal pode ser a incineração que custará muito caro. Por isso, neste caso, um **sistema biofilter impermeável** seria preferível a um sistema biobed.

d. O sistema de purificação bio terá de processar volumes baixos recepcionados em depósito intermédio ou líquidos contaminados diluídos (limpeza no campo)

Cada ano menos de 10.000 litros de líquidos contaminados são produzidos na exploração, e / ou o pulverizador é enxaguado e limpo no campo. É possível reutilizar ou dispersar legalmente o lixiviado no campo. A melhor opção é usar **um sistema biofilter impermeável** que esteja bem dimensionado para a carga hidráulica que entra no sistema.

- Para cada 1500 litros, de carga hidráulica (líquido contaminado), entrados no sistema é necessário 1m³ de substrato. Formar-se-ão 1000 litros de lixiviado anualmente quando não existe nenhuma unidade adicional com plantas. Recolher e reutilizar o lixiviado no campo, se possível.
- Prevenir a entrada de chuva e água não contaminada no sistema. Isto evitará a saturação e a lixiviação do substrato activo. Se existem unidades de plantas assegurar que estas têm bastante luz.
- Assegurar que a entrada de líquido no sistema é feita de forma faseada ao longo do ano e bem distribuída por cima da superfície do substrato activo.

Reunir os líquidos contaminados e lixiviado num tanque próprios. Usar uma bomba de baixo caudal ou uma bomba ligada a um cronómetro electrónico para carregar o sistema diariamente com pequenos volumes (aproximadamente 30 l). Exemplo: 5000 litros por ano durante o período de 200 dias = 25 litros por dia.

- Usar preferencialmente contentores pretos ou IBCs para fazer um sistema biofilter. Este procedimento fornecerá mais calor estimulando os microrganismos.
- Se a carga do biofilter for irregular (tempo), é recomendado manter uma zona saturada na parte mais baixa da unidade biofilter para manter sempre o substrato com bastante humidade.
- Usar plantas nas instalações biofilter para reduzir o lixiviado e fazer com que este seja inclusive nulo, tornando desnecessária, neste caso, a reciclagem.

Reconhecimentos

Estas guias para uso prático de sistemas de purificação bio foram escritas por Christof Debaer de pcfruit npo, com base na experimentação e de referências. Foram considerados os comentários de vários parceiros de TOPPS. Os parceiros locais executaram a tradução e as adaptações necessárias deste documento.

References

Balsari, P., Marucco, P., Oggero, G. (2006). "External contamination of sprayers in vineyards." *Aspects of Applied Biology* **77**: 215-221.

Basford, W. D., Rose, S.C., Carter, A.D. (2004). "On-farm bioremediation (biobed) systems to limit point source pesticide pollution from sprayer mixing and washdown areas." *Aspects of Applied Biology*. **71**: 27-34.

Castillo, M. d. P., von Wirén-Lehr, S., Scheunert, I., Torstensson, L. (2001). "Degradation of isoproturon by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*." *Biol Fertil Soils* **33**: 521-528.

Maria del Pilar Castillo, Torstensson L., Stenström, J. (2008)
Biobeds for Environmental Protection from Pesticide - Uses A Review
Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008

De Wilde, T., Spanoghe, P., Debaer, C., Ryckeboer, J., Springael, D., Jaeken, P. (2007). "Overview of on-farm bioremediation systems to reduce the occurrence of point source contamination." *Pest Manag Sci* **63**: 111-128.

De Wilde, T., Mertens, J., Simunek, J., Sniegowski, K., Ryckeboer, J., Jaeken, P., Springael, D. & Spanoghe, P. In preparation. Characterizing pesticide sorption and degradation in macro scale biopurification systems using column displacement experiments.

Debaer, C., Jaeken, J. (2006). "Modified bio filters to clean up leftovers from spray loading and cleaning; experience from pilot installations." *Aspects of Applied Biology* **77**: 247-252.

Debaer C., Springael D., Ryckeboer J., Spanoghe P. & Jaeken P. 2007. The use of plants for optimization of a biofilter system used for bio purification of spray remnants. *Oral Communication on 2nd Biobed Workshop* 11-12 December 2007, Ghent.

Debaer C., Springael D., Ryckeboer J., Spanoghe P., Balsari P., Taylor WA. & Jaeken P. 2008. Volumes of residual of sprayers and their International Standards: impact on farm water treatment systems. *Aspect of Applied Biology* **84**: pp. 193 – 199. International Advances in Pesticide Application 2008, Robinson College, Cambridge, UK.

Debaer C., Rutten N., Springael D., Ryckeboer J., Spanoghe P. & Jaeken P. In preparation. Influence of different surface treatments, volumes of cleaning water and dry time on the removal of external copper contamination on PE surfaces of a sprayer.

Debaer C., Rutten N., Springael D., Ryckeboer J., Spanoghe P. & Jaeken P. In preparation. Modified biofilters used in practise: chemical and hydraulic load, retention efficiency and optimized evaporation of lixivado by plants.

Fogg, P., Boxall, A.B.A., Walker, A. (2003). "Degradation of Pesticides in Biobeds: The Effect of Concentration and Pesticide Mixtures." *J. Agric. Food. Chem.* **51**(18): 5344-5349.

Fogg, P., Boxall, A.B.A., Walker, A., Jukes, A. (2004). "Leaching of Pesticides from Biobeds: Effect of Biobed Depth and Water Loading." *J. Agric. Food. Chem.* **52**(20): 6217-6227.

Fournier, J. C. 2004. A survey of INRA studies on biobeds. *European Biobed Workshop*, 28-29 September, Malmö, Sweden.

Franssens, V., De Rocker, E. & Debaer C., In preparation. Risk of point source contamination by PPP in the Demer catchment area: results of a questionnaire on spray equipment, operator behaviour and farm infrastructure.

Genot, P., Van Huynh, N., Debongnie, Ph., & Pussemier, L. 2002. Effects of addition of straw, chitin and manure to new or recycled biofilters on their pesticides retention and degradation properties. *Med Fac Landbouww Univ Gent* **67**: 117-128.

Pigeon, O., De Vleeschouwer, C., Cors, F., Weickmans, B., De Ryckel, B., Pussemier, L., Debongnie, Ph., Culot, M. (2005). "Development of biofilters to treat the pesticides wastes from spraying applications." *Comm. Appl. Biol. Sci.* **70**(4): 1003-1012.

Pussemier, L., De Vleeschouwer, C., Debongnie, Ph. (2004). "Self-made biofilters for on-farm clean-up of pesticides wastes." *Outlooks on Pest Management* **April 2004**: 60-63.

Sniegowski, K., Ryckeboer J., Spanoghe P, Jaeken P. and Springael D. (in preparation). Pesticide-primed Soils as Supplement for On-farm Biofilters to improve Pesticide-Contaminated-Wastewater Treatment.

Thompson, I. P., Singer, A.C., Bailey, M.J. (2001). Improving the exploitation of microorganisms in environmental clean-up. *Pesticide Behaviour in Soils and Water*, BCPC Symposium Proceedings No. 78: 197-204.

Torstensson, L., Castillo, M.dP. (1997). "Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment." *Pesticide Outlook* **8(3)**: 24-27.

Torstensson, L. (2000). "Experiences of biobeds in practical use in Sweden." *Pesticide Outlook* **11(5)**: 206-211.

Vidali, M. (2001). "Bioremediation. An overview." *Pure Appl. Chem.* **73**: 1163-1172.

Wehmann, H. J. (2006). "Cleaning of sprayers; an emerging ISO standard that is critical to environmental interests." *Aspects of Applied Biology* **77**: 31-38.