

ÁGUA: ENCHENTES E SECAS EM ÁREAS RURAIS E URBANAS

AFRANIO ALMIR RIGHES*

A água que utilizamos hoje é a mesma que saciou a sede de muitas pessoas que viveram na Terra desde os primórdios das civilizações. Não se produz água e ela não vem de outros planetas. O relatório da ONU faz um alerta mundial: em 28 anos, a carência de água atingirá dois terços da população. No Brasil, hoje, as zonas urbanas apresentam redução das áreas verdes e o aumento da taxa de ocupação dos lotes com edificações associado à impermeabilização das áreas de estacionamento, ruas e avenidas, praticamente eliminou a infiltração de água. Obviamente, a resposta está nos jornais diariamente: enchentes, deslizamentos, secas, catástrofes ambientais provocadas pelas ações antrópicas que a natureza não perdoa, tentando se adaptar a um novo equilíbrio dinâmico que nem sempre é o que o homem deseja. Uma alternativa para minimizar os efeitos das enchentes e das secas é aumentar a taxa de infiltração de água no solo onde ela cai, tanto em áreas rurais como urbanas. Esse processo, contudo, não é tarefa fácil.

♣

* Professor Ph.D em Engenharia de Água e Solo do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA).

INTRODUÇÃO

Quando era jovem, tudo era muito diferente. Havia muitas árvores e florestas, as casas tinham bonitos e extensos gramados e jardins e eu podia desfrutar de um banho, sem problemas, nas águas límpidas do riacho que passava perto de casa. Hoje, as matas nativas foram derrubadas para dar lugar à agricultura extensiva. A estrutura do solo foi degradada pela intensa mobilização e o riacho não mais existe, apenas a depressão no terreno onde era seu leito, que serve apenas como canal de drenagem para as águas da chuva. Na época, já existiam anúncios que diziam “cuidemos da água”, sem que ninguém lhes desse crédito... Todos pensavam que a água jamais faltaria. Hoje grande parte de rios, barragens, represas, lagoas e até alguns aquíferos estão contaminados. Num futuro não muito distante, a água se tornará um tesouro mais cobiçado que o ouro ou os diamantes.

A água é um recurso estratégico mais antigo da humanidade, pois a água existente no planeta é a mesma, desde que a terra existe. Por que então se preocupar com a falta de água se, no total, o mundo dispõe de um fluxo superficial de 42,8 mil quilômetros cúbicos de água (um $\text{km}^3 = 1$ bilhão de litros), e os aquíferos subterrâneos armazenam mais de 500 vezes esse valor, mais de 20 milhões de quilômetros cúbicos? Por que se preocupar com a escassez de água se a América do Sul tem a relação mais favorável entre disponibilidade de água (26% do total) e população (apenas 6% do total)? Por que se preocupar com a falta de água no Brasil se ele detém mais de 8% da água doce do Mundo? Por que se preocupar com a poluição se todo o lixo é colocado em aterros sanitários? Por que se preocupar com a possível falta de água se, até o presente, nunca sentimos sede? Lamentavelmente a realidade é outra, mas muitas pessoas ainda pensam desta forma por desconhecerem os resultados das pesquisas e dos parâmetros de avaliação da qualidade da água e do meio ambiente entre outros. Não se produz água e ela não vem de outros planetas.

A situação real da água no Mundo é bem diferente. O relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) faz um alerta mundial que, em 28 anos, a carência de água atingirá dois terços da população. Com base nas estimativas de aumento populacional, 8,3 bilhões de pessoas habitarão a Terra em 2025. Isso significa que em torno de 5,5 bilhões de pessoas vão sofrer com a falta de água e deverão reduzir o consumo em 35%. Por outro lado, a quantidade total de água na terra é a mesma, o que ocorre é a carência. A demanda de água no mundo dobra a cada 21 anos e aumentou 10 vezes desde 1900.

O QUE É A ÁGUA?

Todo estudante aprende que água é “*líquido composto por hidrogênio e oxigênio, sem cor, cheiro ou sabor, transparente em seu estado de pureza; quimicamente é formado de dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio*” (MICHAELIS, 2000). Aprende também que a ligação dos hidrogênios com o oxigênio forma um ângulo de 105° , criando um dipolo, que atribui à água a característica de ser um solvente universal, podendo ligar-se a partículas positivas e negativas. Se a partícula for negativa, ela liga-se pelos hidrogênios e, se for positiva, pelo oxigênio. (Figura 1).

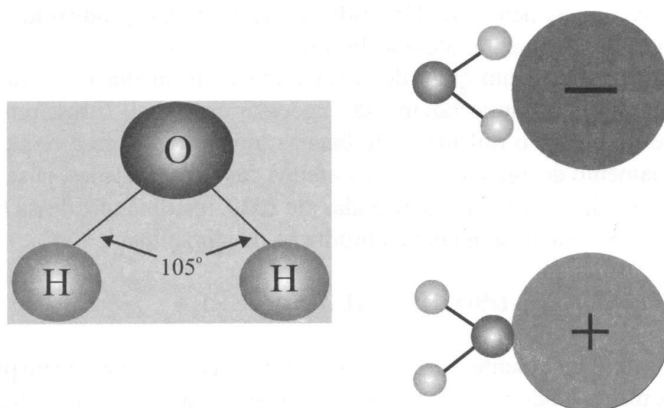


Figura 1. Estrutura e formas de ligação da molécula de água

O que nem sempre ele aprende, é que a água tem múltiplos propósitos de uso, é elemento natural, imprescindível à vida no planeta, é recurso multifuncional, servindo ao abastecimento humano, às atividades agropecuárias, à geração de energia, ao transporte e à recreação. O que nem sempre ele aprende também é que este insumo básico usado na grande maioria das atividades econômicas é extremamente vulnerável à degradação qualitativa e à disponibilidade de uso para o homem, é fator indispensável na manutenção da biodiversidade, na produção vegetal e, conseqüentemente, na produção de alimentos. A inércia em nível de lideranças e da falta de consciência da população para a escala do problema tem agravado a crise da água em todo o mundo. O resultado final é que, de todas as crises sociais e naturais que o ser humano enfrenta, a da água ocupa o centro da nossa sobrevivência e do planeta Terra. A água, portanto, sendo de março ou de qualquer outro mês, é *promessa de vidaé fonte de vida...*

Uma estimativa prevê que 95% do crescimento para o ano 2050 ocorrerá nos países em desenvolvimento. O incremento na demanda por alimentos associados à limitação da disponibilidade de água e à sustentabilidade dos sistemas de exploração agrícola é um dos principais desafios para a presente geração que luta contra a pobreza em países em desenvolvimento, sem comprometer as condições de vida para as gerações futuras. A produção mundial de alimentos deverá ser duplicada nas próximas décadas. A maior parte deste incremento deverá ocorrer nos países referidos, onde os recursos naturais, como a água e o solo, serão os principais fatores limitantes. Estudos estimativos do Banco Mundial / UNDP afirmam que, nos países em desenvolvimento, a agricultura irrigada poderá ter um aumento de 110 milhões de hectares, produzindo grãos suficientes para alimentar até dois bilhões de pessoas.

Para produzir um quilo de cereais, exige em média 1.500 litros de água; um quilo de carne bovina são necessários 10 mil litros; um quilo de carne de porco, 6 mil litros; de batatas, mil litros. Com a redução do armazenamento de água no solo e os efeitos das sazonalidades, já se prevê um aumento de 20% das áreas irrigadas até 2030, justificando, dessa forma, o grande consumo de água para a produção de alimentos.

DISTRIBUIÇÃO E USO DA ÁGUA NA TERRA

Aproximadamente 97% do volume total da água existente no planeta está nos mares e não pode ser usada diretamente para o consumo humano ou irrigação. Os 3% restantes está na terra, destes, 77% está localizado nas calotas polares, principalmente na Groenlândia e na Antártica e nos mares salinos situados nos continentes; praticamente indisponíveis para o uso, 22% é água subterrânea e 1% outras formas (RIGHES, 2002). Deste 1%, os lagos detém 61% a água atmosférica e o solo com 39%, os rios com menos de 4/10 dos 1%, salientando que é dos rios que se retira grande parte da água necessária para a irrigação (Figura 2).

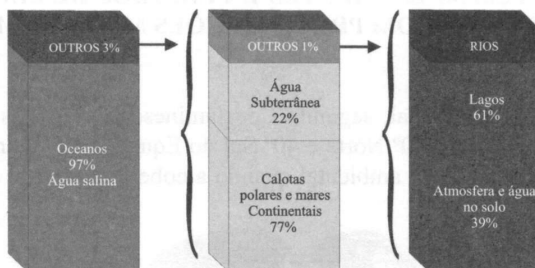


Figura 2. Distribuição da água na Terra

O uso da água nos países em desenvolvimento é de 82% na agricultura, 10% na indústria e 8% no uso domiciliar, enquanto nos países desenvolvidos é de 30% na agricultura, 55% na indústria e 11% nas residências; na média, são 69% na agricultura, 23% na indústria e 8% uso doméstico (Figura 3).

O Brasil é um país rico em água. Detém 8% do potencial de toda a água do Mundo, entretanto, tem uma distribuição desigual. Da água potável brasileira, 81% está na Bacia Amazônica onde se concentram 5% da população e os 19% para o restante do país onde se concentram 95% da população brasileira.

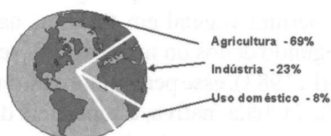


Figura 3. Uso da água no Mundo (fonte WWF)

Analisando o ciclo da água nos diferentes sistemas, constata-se que 90% da água utilizada no abastecimento doméstico ou na indústria retorna ao meio ambiente, podendo ser reutilizada para outros propósitos. Entretanto, da água utilizada na irrigação, apenas 50% é reutilizada para outros fins. O restante é perdido por evaporação para a atmosfera ou na transpiração pelas plantas.

POR QUE TEMOS ENCHENTES E PERÍODOS DE SECA, MESMO EM REGIÕES COM PRECIPITAÇÕES MÉDIAS EM TORNO DE 1700 MM/ANO?

Em escala mundial, segundo Constantinesco (1976), os solos das regiões situadas entre 40° Norte e 40° Sul do Equador são altamente susceptíveis de degradação ambiental quando a cobertura vegetal é retirada, (Figura 4).

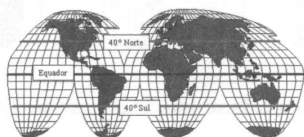


Figura 4. Áreas situadas 40° Norte e 40° Sul do Equador particularmente susceptíveis à degradação ambiental quando a vegetação normal é removida.

Paradoxalmente, é nesta região do globo terrestre onde se localiza a maioria dos países pobres de nosso Planeta. Exceção a esse comportamento, em escala mundial, ocorre nas regiões desérticas da África, na região central da Austrália e na região das florestas equatoriais da Ásia. A maior parte do território brasileiro situa-se entre o Equador e a latitude de 40° Sul. Região altamente susceptível à degradação ambiental, quando a vegetação nativa é retirada e a superfície do solo fica desprotegida. No Rio Grande do Sul, na década de 40, a cobertura vegetal em florestas nativas atingia valores em torno de 46% e, segundo dados do inventário florestal realizado no Rio Grande do Sul (BRASIL, 1983), esse percentual caiu para aproximadamente 5,62%. Com a retirada da mata nativa, a superfície do solo desnudo ficou exposta ao impacto direto das gotas de chuva. O uso intensivo do arado e grade acelerou o processo de degradação da estrutura do solo associada à redução da porcentagem de matéria orgânica na camada arável do solo que, na região de Santo Ângelo, em condições de mato nativo, era de 5% e caiu para menos de 1%.

Trabalhos publicados no Rio Grande do Sul, avaliando a taxa de infiltração de água no solo em função do tempo de exploração no sistema de preparo convencional, evidenciam que, em condições de mata nativa, a taxa de infiltração básica de água no solo, na unidade de mapeamento Santo Ângelo, era de 180 mm h⁻¹ e que, após 50 anos de cultivo trigo-soja, este valor foi reduzido para 8 mm h⁻¹. Essa redução é atribuída à degradação da estrutura do solo, principalmente pela excessiva mobilização provocada

pelo uso de arados e grades, equipamentos agrícolas desenvolvidos para as regiões frias (América do Norte e Europa) e que foram simplesmente importados e usados diretamente em regiões tropicais sem qualquer avaliação das relações máquina-solo. Logo surge uma pergunta: por que nos Estados Unidos e na Europa a degradação da estrutura do solo não foi tão intensa como nas regiões tropicais? Obviamente, no Brasil, não temos seis meses com temperaturas abaixo de zero como em muitas regiões dos EUA e Canadá em que o solo fica congelado, sem nenhuma atividade biológica. A mineralização da matéria orgânica é praticamente paralisada e, além do mais, quando o solo está completamente saturado, ocorre o congelamento com aumento de volume, reduzindo os efeitos da compactação. Nas regiões tropicais ocorre incremento do escoamento superficial e a redução do fluxo de subsuperfície, conforme se pode visualizar na Figura 5.



Figura 5. Efeito da mata no fluxo de superfície e de subsuperfície

A redução da taxa de infiltração de água no solo tanto em áreas rurais como urbanas é a principal causa das enchentes e dos desequilíbrios ambientais. Analisando hidrologicamente o fluxograma do ciclo da água na natureza (Figura 6), pode-se constatar que a parte mais importante é o processo de infiltração de água no solo. Nas zonas rurais, tem-se constatado grandes enxurradas mesmo em sistemas de cultivo com plantio direto, levando consigo adubos, matéria orgânica e defensivos agrícolas diretamente para os mananciais. Como consequência, além da poluição dos recursos hídricos, duas semanas sem chuva, ocorre déficit hídrico no solo com redução do rendimento das culturas, podendo causar até a morte de plantas. O escoamento superficial é a parte do ciclo não desejável, provoca o transbordamento de rios, alagamentos de ruas, inundações de túneis, desequilíbrios ambientais e catástrofes.

Segundo o relatório da ONU, entre 1991 e 2000, **as pessoas no mundo afetadas por desastres 'naturais', como inundações, deslizamentos, tufões, subiu de 147 milhões anuais para 219 milhões. Mais de 665 mil pessoas morreram na década em 2.257 desastres, 90%**

dos quais relacionados à água. As perdas, que foram de US\$ 30 bilhões em 1990, chegaram a US\$ 70 bilhões em 1999. Mas o relatório admite que podem ser até o dobro. As mortes de crianças no mundo, causadas por doenças relacionadas ou agravadas pela falta de saneamento básico, chegaram a 2.213.000 no ano 2000. Salienta-se que 97% deles aconteceram no chamado mundo em desenvolvimento.

Não poderemos continuar despejando nos cursos d'água mais de 2 milhões de toneladas diárias de lixo (doméstico, industrial e químico). Só os esgotos humanos são 1.500 km³/dia. E, como um litro polui mais sete, são 12 mil km³ poluídos diariamente. Esta é uma entre muitas recomendações que implicam uma mudança radical na forma de gerenciar o uso da água no mundo, por governos e instituições frágeis, fragmentadas por setores que competem entre eles, em lugar de cooperarem.

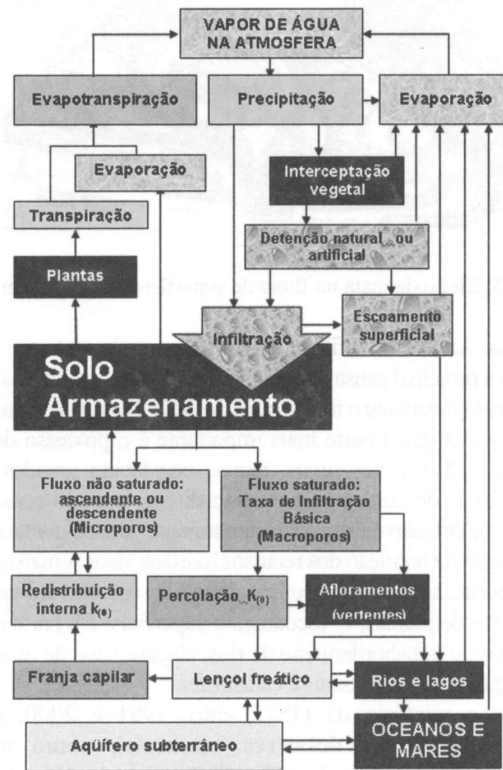


Figura 6. Fluxograma do ciclo hidrológico

COMO MINIMIZAR O PROBLEMA DAS ENCHENTES E DAS SECAS EM ÁREAS RURAIS?

Na década de 70, o sistema plantio direto que mantém o solo constantemente coberto, difundiu-se reduzindo consideravelmente as perdas de solo por erosão o que motivou os agricultores a retirarem indiscriminadamente os terraços, justificado pela redução de perdas de solo por erosão e pelo aumento da capacidade operativa das máquinas agrícolas. Porém, considerando longas pendentes, a retirada dos terraços aumentou o fluxo de água na superfície do solo. O sistema plantio direto, com méritos, foi difundido entre os agricultores e espalhou-se pelo país. Todavia, o tráfego de máquinas pesadas contribuiu para o aumento da compactação do solo, reduzindo mais ainda a taxa de infiltração e causando perdas de água, nutrientes e matéria orgânica no escoamento superficial. Esta é a realidade atual. O sistema plantio Direto é fundamental para o controle da erosão (perda de solo), entretanto, as perdas de água continuam até superiores do que no sistema convencional. As perdas de nutrientes e matéria orgânica no sedimento de lavouras com plantio direto são superiores ao encontrado no perfil do solo, indicando o carreamento de elementos com a enxurrada (DENARDIN; KOCHHANN; RIGHES, 2005).

Embora, o RS apresente uma precipitação média ao redor de 1700 mm/ano, a irrigação de culturas de sequeiro como milho tem-se mostrado economicamente viável. Esses dados indicam que os solos não estão armazenando a água da chuva para que fique disponível às plantas. Com apenas 50% dessa precipitação, se fosse armazenada no perfil do solo, em anos normais, seria suficiente para produzir bem sem irrigação.

Como técnica alternativa para aumentar a infiltração de água no solo no sistema plantio direto, pode-se utilizar o “mulching vertical”, uma nova tecnologia testada com excelentes resultados. Consiste em abrir sulcos com as dimensões de 0,08 m de largura por 0,40 m de profundidade, em nível perpendicularmente ao declive, enchendo-os de palha para mantê-los abertos (Figura 7).

Os resultados, segundo RIGHES et al. (2002), demonstram que, sob intensidade de chuva simulada de 111 mm.h⁻¹, por mais de uma hora, o mulching vertical, a cada 5 m e a cada 10 m de espaçamento em solo (Passo Fundo) controla o escoamento superficial em 73,9 % e 55,3 %, respectivamente, quando comparado com a testemunha. O mulching vertical proporcionou ainda um retardamento do início do escoamento superficial em comparação com a testemunha, fator fundamental para a redução das

enchentes e aumento do armazenamento de água no solo. Enquanto não for lançado no mercado de máquinas agrícolas um equipamento que em uma passada faça todo o processo, algumas atitudes imediatas serão necessárias para reduzir os impactos imediatos da escassez de água.

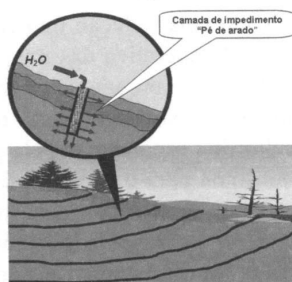


Figura 7. Mulching vertical acompanhando as curvas de nível do terreno (RIGHES et al., 2002).

No último verão, o estado do Rio Grande do Sul passou por uma das maiores crises econômicas causadas pelo déficit hídrico. A redução na produção de grãos foi de 10.014.662 toneladas, tendo um impacto na economia do Estado na ordem de R\$ 4.061.429.699,00. Os engenheiros agrônomos da região, sabendo da elevada probabilidade de que esse fato se repetisse, alerta os dirigentes de Órgãos Públicos, Municipais e Estaduais responsáveis pelas ações de outorga de uso da água e defesa do meio ambiente para a necessidade de, além das ações mitigatórias, ações concretas imediatas, a médio prazo e permanentes, para minimizar os futuros conflitos decorrentes da escassez de água para a produção de alimentos e a sustentabilidade da exploração agrícola no Rio Grande do Sul.

O Rio Grande do Sul é o Estado da Federação que apresenta a maior área irrigada do país, devendo-se principalmente à cultura do arroz irrigado. Assim, as ações do IBAMA, SEMA FEPAM, CRH, juntamente com os Comitês de Bacias Hidrográficas que atuam no gerenciamento dos recursos hídricos do Estado em todos os níveis, além de mitigar conflitos, devem incentivar o armazenamento de água onde ela cai. Caso contrário, no futuro, quando ocorrerem novas estiagens, todos serão responsabilizados. Considerando que, no sistema plantio direto, a recuperação física de um solo degradado, especialmente a macroporosidade, não é um processo imediato, deve-se evitar o desperdício da água em períodos de enchente

para disponibilizá-la em épocas de estiagem. Dessa forma, como ação imediata, deve-se ampliar o armazenamento de água em reservatórios durante o inverno para atender à demanda da irrigação e abastecimento da população no verão.

A Sociedade de Agronomia de Santa Maria, entidade de classe que congrega os Engenheiros agrônomos da Região Central do Rio Grande do Sul, tem recebido manifestações de seus associados referentes a dificuldades impostas pelos órgãos legislativos do meio ambiente Regional e Estadual em relação à construção de barragens em talvegues com fluxo intermitente. São citadas resoluções criadas a partir da Lei Federal 9433, e das Leis Estaduais 10.350 e 10.354, bem como o Decreto 37033, como orientadoras para a tomada de decisão que tem dificultado as ações de armazenamento de água da chuva em propriedades particulares. Entretanto, são questionadas pelos juristas. De acordo com Vem Te Chow (1964), a função das Leis Ambientais é de regular a relação entre homens ou grupos de pessoas. Tem como propósito disponibilizar mecanismos para a resolução de conflitos após a ocorrência e fornecer orientações para comportamentos futuros. A construção de barragens, pontes ou outras estruturas em um curso de água permanente significa privar outras pessoas do direito ou privilégio de usar a água ou a hidrovia, entendida como violação da legislação (RIPARIAN RIGHTS legislação dos EUA). Afirma também que tais obstruções (Barramentos) não devem ser absolutamente proibidas, mas sim licenciadas pela autoridade Federal ou Estadual. A legislação remete aos aspectos de utilidade social, com o que se concorda plenamente.

Entretanto, talvegues com fluxo de água intermitente (somente quando ocorrem precipitações com intensidades superiores à taxa de infiltração básica de água no solo) não podem ser interpretados como rios intermitentes. O escoamento superficial ou enxurrada é um evento efêmero e somente ocorre quando o solo estiver saturado e não tiver capacidade de conduzir toda a água da chuva para dentro do solo, perdendo-se por escoamento superficial. No RS, em períodos de chuva, não há déficit hídrico para as culturas e, portanto, a irrigação complementar não é necessária. Nessas condições, este fluxo intermitente de água nos talvegues de uma bacia hidrográfica, se não for armazenado, será perdido, atingindo os córregos, riachos, rios e finalmente chegando ao mar, sem conflito por falta de água aos demais usuários da bacia, podendo causar enchentes.

Do ponto de vista ecológico, os rios devem ter vazões estabilizadas tanto no inverno como no verão, com fluxo de subsuperfície para alimentá-los. Cessada a recarga (chuva), em torno de 48 horas após, o fluxo

superficial é praticamente desprezível, porque não existe mais água para drenar, deixando o solo em capacidade de campo, portanto praticamente sem fluxo de água no talvegue. Isso se deve à baixa taxa de infiltração de água no solo ocasionada pela degradação da estrutura, com redução da macroporosidade, espaço poroso do solo por onde ocorre o fluxo saturado. Do exposto, pode-se concluir que ações imediatas às águas do escoamento intermitente em áreas de drenagem de uma bacia hidrográfica de domínio privado devem ser armazenadas em reservatórios para uso futuro, reduzindo o pico das enchentes e disponibilizando maior volume de água para a irrigação.

COMO MINIMIZAR O PROBLEMA DAS ENCHENTES E DAS SECAS EM ÁREAS URBANAS?

Em áreas urbanas, o princípio é o mesmo. Aumentar a infiltração de água no solo para reduzir o pico de descarga que provoca o alagamento de ruas e casas situadas nas regiões mais baixas. Entretanto, face às edificações e à impermeabilização das ruas, esse processo terá que ser direcionado para aumentar o tempo de concentração da água (ou seja, aumentar o tempo que a água levaria para chegar até os coletores fluviais). Várias alternativas podem ser usadas, apenas como exemplo: se todos os prédios tivessem uma cisterna para armazenar a água do telhado e, após a chuva, liberá-la lentamente para os coletores pluviais, com certeza, seriam minimizados os problemas de alagamentos nas cidades. Esse procedimento tem inúmeras vantagens: essa água poderia ser usada em um reservatório separado para a descarga em vasos sanitários; limpeza de calçadas; irrigação de plantas em jardins; lavagem de carros e muitos outros usos que não necessitam de água potável, reduzindo custos e o desperdício de água tratada. As áreas de estacionamento poderiam ser permeáveis (Figura 8), o que reduziria o volume de água para os coletores pluviais ao mesmo tempo em que alimentaria o lençol freático urbano, aumentando a vazão dos córregos, reduzindo a concentração de poluentes na água e melhorando a qualidade de vida nas grandes cidades.

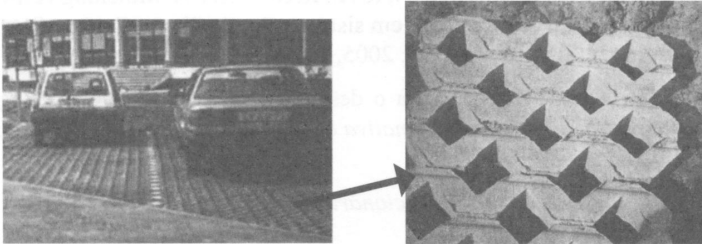


Figura 8. Pavimentação permeável (Universidade de Wageningen Holanda)

Conforme a Campanha da Fraternidade de 2004, *AGUA É FONTE DE VIDA*, e para que a fonte seja permanente, é necessário que a água da chuva se infiltre no solo para após alimentar o lençol freático e os aquíferos subterrâneos que, por sua vez, alimentarão as vertentes, os córregos e os rios mantendo a sustentabilidade da água e, portanto, a vida na terra. Não podemos mais simplesmente explorar os recursos hídricos, degradar o meio ambiente e culpar os outros, esperando que alguém faça alguma coisa por nós, a escassez de água de boa qualidade a cada ano está mais próxima. Precisamos de ações objetivas, claras e imediatas com a participação de cada indivíduo da sociedade, contribuindo para a sustentabilidade do recurso água. Faça sua parte agora antes que seja tarde demais. Assim, como se manifestou o chefe da Tribo Seattle ao Presidente dos Estados Unidos, em defesa do meio ambiente **“o que ocorrer com a terra recairá sobre os filhos da terra**, o homem não tramou o tecido da vida: ele é simplesmente um de seus fios. Tudo o que fizeres ao tecido fará a si mesmo”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO MUNDIAL. *Libro de consulta para evaluación de impacto ambiental*. Banco Mundial Vol. II Lineamentos Setoriales. Washington DC. 1991. 271 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA – IBDF. *Inventário florestal nacional Florestas nativas RS*. Brasília DF. 1983, 345 p.

CONSTANTINESCO, I. Soil conservation for developing countries. *Soil Bulletin 30 FAO*. Roma, 1976. 92 p.

DENARDIN J. E.; KOCHHANN, R. A.; RIGHES, A. A. Mulching vertical: técnica de manejo da enxurrada em sistema plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Ano XIV, n. 85, Jan-Fev. 2005, p. 37-39.

MAIA NETO R. M. Água para o desenvolvimento sustentável. A água revista. *Revista Técnica e Informativa da CPRM*, Ano V. Vol. 9, p. 21-32, nov. 1997.

MICHAELIS 2000. *Moderno dicionário da língua portuguesa*. São Paulo: Melhoramentos, 2000. 2 v.

MENELICK, G., RENEAU, R. B; MARTENS, D. C. Corn yield and nitrogen uptake as influenced by tillage and applied nitrogen. *J. Plant. Nutr.*, New York. V.17(6):911-913. 1994.

NACE, U. S. *Geological Survey*. Disponível em: <http://www.ga.usgs.gov/edu/waterdistribution.html>. Earth's water distribution. 1967.

RIGHES, A. A. Água: sustentabilidade, uso e disponibilidade para irrigação. *Ciência e Ambiente*. Santa Maria, v. 21, n.1, p. 90-102, 2002.

VEM TE CHOW. *Handbook of Applied Hydrology a Compendium of Water - Resources Technology*. McGraw-Hill Book Company, 1964.

WWF (Fundo Mundial para a Natureza). In: SARDI, M. *FENAE Agora*, Edição n. 8, ano 1, p.12-19, set.,1998.