



URBAN Green Education for ENTeRprising Agricultural INnovation

Urban Green Train

Módulos e Recursos (IO2)

Módulo 2:

O uso dos recursos numa perspectiva desafiante



Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia e da Agência Nacional Italiana do Programa Erasmus +. Esta publicação reflete apenas os pontos de vista dos autores, e as organizações financiadoras não podem ser responsabilizadas por qualquer uso que possa ser feito das informações nela contidas.

Esta publicação está licenciada sob a “Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 2.5 Generic License”.
Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/>



Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia e da Agência Nacional Italiana do Programa Erasmus +.
Esta publicação reflete apenas os pontos de vista dos autores, e as organizações financiadoras não podem ser responsabilizadas por qualquer uso que possa ser feito das informações nela contidas.



MÓDULO 2 “O uso dos recursos numa perspectiva desafiante”

AUTORES

- Capítulo 2.1 F. Orsini, G. Gianquinto (Universidade de Bolonha, Itália)
G. Bazzocchi (Horticity, Itália)
- Capítulo 2.2 E. Sanyè-Mengual (Universidade de Bolonha, Itália)
- Capítulo 2.3 E. Chantoiseau, L. Vidal-Beaudet, P. Cannavo, V. Beaujouan (Agreenium, França)
- Capítulo 2.4 F. Orsini, E. Sanyè-Mengual, G. Gianquinto (Universidade de Bolonha, Itália);
G. Bazzocchi (Horticity, Itália)
- Capítulo 2.5 W. Lorleberg, B. Pölling (Universidade de Ciências Aplicadas da Westfália do Sul, Alemanha)

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	5
MÓDULO 2 “O uso dos recursos numa perspectiva desafiante”	5
Objetivos.....	6
Estrutura	6
Objetivos da aprendizagem.....	Erro! Indicador não definido. 7
PRINCIPAIS CONTEÚDOS E RECURSOS.....	8
2.1 – Agricultura urbana, biodiversidade e ecologia.....	8
2.2 – A agricultura urbana e a redução da “pegada ecológica” das cidades	17
2.3 – A agricultura urbana, o uso eficiente dos recursos e a gestão dos resíduos .	22
2.4 – A agricultura urbana na melhoria do clima das cidades.....	43
2.5 – Pontos de destaque: Relembrando a dimensão econômica	52

INTRODUÇÃO

Este Módulo e os recursos pedagógicos relacionados foram desenvolvidos para o projeto URBAN GREEN TRAIN (URBAN GReen Education for ENTteRprising Agricultural INnovation), financiado pela União Europeia e a Agência Nacional Italiana para o Programa ERASMUS+. O objetivo do projeto URBAN GREEN TRAIN ERASMUS+ (2014-1-IT02-KA200-003689) é encorajar iniciativas pioneiras com enfoque comercial na agricultura urbana com base na troca de conhecimentos e na cooperação mútua entre diversos atores, de modo a atender à demanda global por inovações ambientais urbanas.

Um dos principais produtos do projeto Urban Green Train (UGT) é um conjunto de Módulos e Recursos (IO2) especialmente projetados como um conjunto de ferramentas para qualquer pessoa que busque operar direta ou indiretamente no mundo da agricultura urbana.

O conjunto inclui 5 Módulos adequados para o aprendizado presencial ou à distância, com uma duração total de 150 horas. A estrutura e o conteúdo dos Módulos foram definidos com base numa análise precisa das necessidades de formação de atores relevantes na agricultura urbana, produzidos por parceiros do projeto nos seus respectivos países e ilustrados na publicação "[URBAN AGRICULTURE INITIATIVES TOWARD A MINDSET CHANGE](#)". Os módulos do UGT são os seguintes:

Módulo 1: Introdução ao conceito e aos tipos de agricultura urbana

Módulo 2: O uso dos recursos numa perspectiva desafiante

Módulo 3: Tipos e sistemas produtivos da agricultura urbana e cadeias alimentares curtas

Módulo 4: Trabalho em rede e governança

Módulo 5: O mundo dos negócios e as demandas urbanas

Os Módulos e Recursos do UGT (IO2) foram testados em um curso-piloto internacional oferecido de agosto de 2016 a janeiro de 2017, totalmente *online* e em modalidade combinada para uma ampla gama de participantes de diferentes países europeus e com variada experiência profissional, através da plataforma de ensino à distância da Universidade de Bolonha. Os módulos e recursos da UGT (IO2) foram aprimorados e finalizados, e disponibilizados no presente formato impresso para instituições de ensino superior e outros provedores públicos e privados de educação de adultos, com o objetivo de oferecer um curso de formação completo e estruturado, abordando todos os aspectos relevantes para novas formas de fazer negócios na agricultura. O curso URBAN GREEN TRAIN *online* completo está disponível mediante pedido de inscrição a ser feito no seguinte endereço: info@urbangreentrain.eu.

O projeto URBAN GREEN TRAIN é coordenado pela Universidade de Bolonha, Alma Mater Studiorum - Departamento de Ciências Agrárias e desenvolvido em cooperação com os seguintes parceiros:

- [Agreenium](#), Paris, França
- [Vegepolys](#), Angers, França
- [South-Westphalia University of Applied Sciences](#), Department of Agriculture, Soest, Alemanha
- [Hei-tro GmbH](#), Dortmund, Alemanha
- [Horticity srl](#), Bologna, Itália
- [STePS srl](#), Bologna, Itália
- [Mammut Film srl](#), Bolonha, Itália
- [Grow the Planet](#), Itália
- [RUAF Foundation](#), Holanda

MÓDULO 2 “O uso dos recursos numa perspectiva desafiante”

Objetivos

Este Módulo tem por objetivo apresentar aos participantes as relações entre a agricultura urbana e a ecologia das cidades. Estratégias para melhorar o papel da agricultura urbana na redução da pegada ecológica das cidades serão definidas e abordadas criticamente. Os estudantes irão explorar os diversos elementos que contribuem para o uso eficiente dos recursos e a gestão dos resíduos, bem como para o bem-estar dos cidadãos. Na conclusão do Módulo, os estudantes serão capazes de identificar e avaliar as oportunidades de empreendimentos e as possibilidades de inovação para cada desafio.

Estrutura

Os conteúdos do Módulo 2 foram organizados como se segue:

- **2.1 Agricultura urbana, biodiversidade e ecologia**
 - 2.1.1 A urbanização e a perda da biodiversidade
 - 2.1.2 Agricultura urbana e os corredores verdes
 - 2.1.3 Gestão sustentável dos insumos agrícolas
 - 2.1.4 Serviços ecossistêmicos por genótipos antigos e recentes
 - 2.1.5 Manejo de solos poluídos

- **2.2 A agricultura urbana na redução da “pegada ecológica” das cidades**
 - 2.2.1 Mitigação da mudança climática: a produção local e as “milhas alimentares”
 - 2.2.2 Promovendo o frescor: redução do desperdício de alimentos e implicações ambientais
 - 2.2.3 Justiça ambiental: minimizando os impactos geográficos injustos e promovendo o ‘localismo’
 - 2.2.4 Avaliando as dimensões da sustentabilidade da agricultura urbana

- **2.3 A agricultura urbana, o uso eficiente dos recursos e a gestão dos resíduos**
 - 2.3.1 Estufas no telhado e paredes verdes (plantios verticais): climatização de prédios com baixo consumo energético
 - 2.3.2 De resíduos a recursos: os usos potenciais dos resíduos orgânicos
 - 2.3.3 Coleta de água da chuva e reuso de águas cinzas
 - 2.3.4 Expansão urbana e efeitos nas terras agricultáveis: proposta de análise com sistemas de informação geográfica - SIG

- **2.4 A agricultura urbana na melhoria do clima das cidades**
 - 2.4.1 A agricultura urbana na melhoria do clima urbano
 - 2.4.2 Infraestruturas verdes para filtração do ar
 - 2.4.3 Minimizando o efeito de ilha de calor urbano
 - 2.4.4 Financiando iniciativas de agricultura urbana para melhorar o clima das cidades

- **2.5 Pontos de destaque: Relembrando a dimensão econômica**

Objetivos da aprendizagem

Os principais objetivos da aprendizagem do Módulo 2 são os seguintes:

TÍTULO DO TÓPICO	TEMPO	OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM	RESULTADOS DA APRENDIZAGEM
2.1 Agricultura urbana, biodiversidade e ecologia	5.5	<p>Apresentar aos alunos a relação entre cidades e a biodiversidade</p> <p>Apresentar aos alunos o conceito de corredores verdes</p> <p>Definir como os insumos agrícolas podem ser manejados de forma sustentável</p> <p>Definir o papel dos recursos genotípicos vegetais na prestação de serviços ecossistêmicos</p> <p>Descrever como a AU pode ser praticada em solos contaminados</p> <p>Vincular as questões ecológicas nos sistemas de AU</p>	<p><i>Os participantes serão capazes de:</i></p> <p>Descrever a ligação entre as cidades e a biodiversidade</p> <p>Definir corredores verdes e identificá-los em um plano urbano</p> <p>Identificar práticas agrícolas que respeitem os ecossistemas e a biodiversidade</p> <p>Planejar e gerenciar sistemas agrícolas ecológicos</p>
2.2 A agricultura urbana na redução da “pegada ecológica” das cidades	4.5	<p>Reconhecer a pegada ecológica do atual sistema alimentar urbano</p> <p>Compreender a relevância dos resíduos alimentares na pegada ecológica das cidades</p> <p>Definir os sistemas alimentares numa perspectiva de ciclo de vida em termos económicos, ambientais e sociais.</p>	<p><i>Os participantes serão capazes de:</i></p> <p>Avaliar criticamente diversos sistemas alimentares em termos ambientais, económicos e sociais</p> <p>Planejar e desenvolver projetos de agricultura urbana considerando seus impactos na vizinhança</p>
2.3 A agricultura urbana, o uso eficiente dos recursos e a gestão dos resíduos	9	<p>Compreender a eficiência energética na escala urbana</p> <p>Identificar o nexu energético entre ambientes construídos e as infraestruturas verdes</p> <p>Compreender a relevância da compostagem na gestão eficiente da cidade</p> <p>Definir o ciclo da água no ambiente urbano e o uso eficiente da água associado à AU</p> <p>Definir o espaço e o solo como um recurso no meio urbano</p>	<p><i>Os participantes serão capazes de:</i></p> <p>Projetar e implementar projetos de AU eficientes quanto ao uso dos recursos</p>
2.4 A agricultura urbana na melhoria do clima das cidades	5	<p>Compreender a ligação entre urbanização e poluição do ar</p> <p>Relacionar as infraestruturas verdes com os serviços dos ecossistemas, incluindo a filtragem do ar e a regulação do microclima</p>	<p><i>Os participantes serão capazes de:</i></p> <p>Projetar infraestruturas verdes para a filtragem de poluentes presentes no ar</p> <p>Projetar operações de AU resilientes aos impactos climáticos</p>
2.5 Pontos de destaque: Relembrando a dimensão econômica	1	<p>Identificar possíveis inovações para os subtópicos do módulo principal</p>	<p><i>Os participantes serão capazes de:</i></p> <p>Considerar os desafios relacionados à cidade ao criar negócios de AU</p> <p>Listar prováveis inovações</p>

PRINCIPAIS CONTEÚDOS E RECURSOS

2.1 – Agricultura urbana, biodiversidade e ecologia

Introdução

Este capítulo apresentará aos alunos a relação entre as cidades e a biodiversidade e o conceito de corredores verdes. Nele será definido como os insumos agrícolas podem ser geridos de forma sustentável, o papel dos recursos genéticos das plantas na prestação dos serviços ecossistêmicos, e como a horticultura urbana pode ser praticada em solos poluídos. Além disso, os participantes irão explorar as ligações entre as questões ecológicas nos sistemas agrícolas urbanos.

Ao concluir o capítulo, os participantes serão capazes de descrever a ligação entre as cidades e a biodiversidade, definir corredores verdes e identificá-los em um plano urbanístico, reconhecer as práticas agrícolas que respeitam os ecossistemas e a biodiversidade, e planejar e gerir sistemas agrícolas ecológicos.

2.1.1 – A urbanização e a perda da biodiversidade

No último século, as pessoas foram se mudando gradualmente do campo para as cidades e áreas urbanizadas. Hoje mais da metade da população mundial vive em ambientes urbanos. Os locais de produção de alimentos precisam estar localizados cada vez mais perto dos principais centros de consumo, sempre em expansão. Como consequência, a agricultura urbana está ganhando importância em todo o mundo, e torna-se necessário elaborar novas estratégias para garantir a oferta de alimentos e a segurança alimentar dos habitantes urbanos.

Este capítulo vai abordar os seguintes assuntos:

- **Tendências da urbanização.** Desde 2007, a população urbana superou a população rural, levando a um notável crescimento das áreas urbanas. As tendências mostram que em 2050 as cidades concentrarão 70% da população total. As cidades crescem principalmente em *hotspots* da biodiversidade do mundo.
- **Hotspots de biodiversidade e a distribuição das cidades.** *Hotspots* são áreas no mundo importantes para a conservação ecológica. São caracterizados por níveis excepcionais de endemismo de plantas (pelo menos 1.500 espécies de plantas vasculares) ameaçadas com a perda de pelo menos 70% do seu habitat. Em todo o mundo, 34 *hotspots* de biodiversidade já foram identificados. Coletivamente, estima-se que esses pontos abrigam pelo menos 150.000 espécies de plantas endêmicas e 77% das espécies de vertebrados terrestres totais do mundo. Todos os 34 *hotspots* identificados no mundo pela Conservation International incluem áreas urbanas. As cidades que contêm rica biodiversidade são numerosas, localizadas em diversas regiões do mundo, como Bruxelas, Cidade do Cabo, Chicago, Curitiba, Frankfurt, Cidade do México, Nova York e Cingapura, para citar algumas. Bruxelas, por exemplo, contém mais de 50% das espécies florais encontradas na Bélgica. A Cidade do Cabo reúne 50% das espécies vegetais da África do Sul ameaçadas e cerca de 3.000 espécies de plantas vasculares nativas. Cingapura tem mais de 10 ecossistemas dentro de seus limites e pesquisas recentes registraram a presença de mais de 500 espécies de plantas e animais das quais mais de 100 eram desconhecidas pela ciência.
- **Perda da biodiversidade global.** Em todo o mundo, os ecossistemas têm sido crescentemente convertidos para a agricultura, a urbanização e outros usos ao longo do século passado e ainda hoje. A conversão tem sido mais lenta em áreas como as florestas mediterrâneas, onde a terra mais adequada para a agricultura já havia sido convertida antes de 1950, e onde a maior parte dos habitats nativos já havia sido perdida. A extinção de espécies é uma parte natural da história da Terra; porém ao longo do último século os seres humanos aumentaram o ritmo da extinção em pelo menos 100 vezes em comparação com a taxa natural. A taxa atual de extinção é muito maior do que a taxa de surgimento de novas espécies, resultando na redução líquida da biodiversidade.
- **Ecossistemas urbanos.** Os ecossistemas urbanos são artificiais e oferecem condições específicas de habitat. A biodiversidade no ambiente urbano é altamente específica e varia conforme as pressões e as atividades humanas.
- **Biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.** "Ecossistema" é uma forma de descrever o funcionamento da natureza e consiste em considerar cada componente presente numa área (plantas, animais, microrganismos, água, ar, etc.), bem como as interações entre eles. Os ecossistemas funcionais estão na base do bem-estar humano e das atividades econômicas, porque quase todos os recursos que a humanidade utiliza diariamente dependem, direta ou indiretamente, da natureza. Os benefícios que os seres humanos derivam da natureza são conhecidos como serviços ecossistêmicos. Eles podem ser divididos em quatro categorias: serviços de provisão, serviços de regulação, serviços de apoio (ou de habitat) e serviços culturais.

Assista à apresentação abaixo:

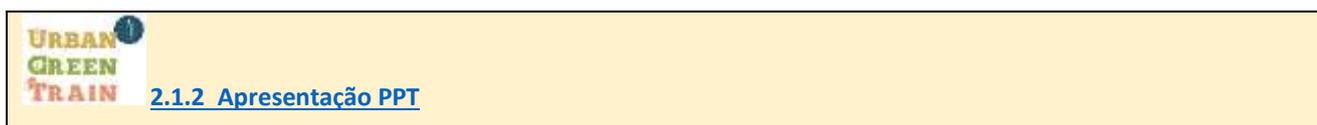


2.1.2 – Agricultura urbana e corredores verdes

Segundo o secretário Geral das Nações Unidas, Ban Ki-moon, (Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica, 2012), são imensos os desafios colocados pela urbanização da Humanidade. De fato, cidades bem concebidas podem acomodar de modo sustentável um grande número de pessoas em espaços relativamente pequenos, oferecendo boa qualidade de vida e permitindo uma maior eficiência no uso dos recursos. Como foi visto no capítulo anterior, as infraestruturas verdes e os serviços ecológicos correspondentes são fatores-chave para a habitabilidade das cidades. Este capítulo irá abordar o tema do papel positivo que as cidades podem desempenhar em matéria de preservação e promoção da biodiversidade. A agricultura urbana pode tornar-se, através da construção de corredores verdes (ecológicos) dentro das cidades, um fator determinante para melhorar tanto o bem-estar humano quanto a proteção ambiental. Este capítulo irá abordar os seguintes assuntos:

- **Biodiversidade urbana e as mensagens-chave.** A biodiversidade urbana é a variedade e a riqueza dos organismos vivos e dos habitats encontrados no interior e ao redor dos assentamentos humanos. Mensagens-chave: 1) A urbanização é um desafio e também uma oportunidade para gerenciar os serviços dos ecossistemas do globo. 2) As cidades podem abrigar uma rica biodiversidade. 3) A biodiversidade e os serviços ecossistêmicos são recursos naturais essenciais. 4) A manutenção efetiva dos ecossistemas urbanos pode melhorar significativamente a saúde e o bem-estar humanos. 5) Os serviços dos ecossistemas urbanos e da biodiversidade podem contribuir para a mitigação e a adaptação às alterações climáticas. 6) Aumentar a biodiversidade do sistema alimentar urbano pode melhorar a segurança alimentar e nutricional. 7) Os serviços ecossistêmicos devem ser integrados nas políticas públicas e no planejamento urbano. 8) A gestão bem sucedida dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade deve basear-se no envolvimento multiescalar, multissetorial e multiatorial. 9) As cidades oferecem oportunidades únicas para aprendermos sobre resiliência e sustentabilidade urbanas. 10) As cidades têm um grande potencial para gerar inovações e instrumentos de governança e, portanto, podem e devem assumir a liderança no desenvolvimento sustentável.
- **Infraestruturas verdes e biodiversidade.** Nas cidades, existem diversos tipos de infraestruturas verdes: jardins, parques, hortas, plantios em coberturas prediais e canteiros de flores.
- **Corredores verdes (definições).** Os corredores verdes (ou ecológicos) ajudam a manter uma coesão entre os ecossistemas que, sem eles, estariam isolados uns dos outros. Através da interligação de habitats fragmentados, a viabilidade das espécies animais e vegetais é melhorada através da ampliação de seus territórios, da dispersão de animais jovens e da reutilização de ambientes vazios. Essas redes ecológicas consistem em áreas centrais, corredores e zonas-tampão. Os corredores criam uma conexão permanente entre as áreas centrais. As áreas centrais e os corredores de ligação estão rodeados por zonas-tampão, de amortecimento, que servem como uma proteção contra possíveis influências externas perturbadoras. Além das áreas centrais e dos corredores de ligação, existem áreas designadas para uso sustentável e compatível com a preservação das funções do ecossistema.

Assista à apresentação abaixo:



2.1.3 - Manejo sustentável dos insumos agrícolas

A agricultura urbana está atraindo atenção crescente ao redor do mundo, sendo considerada uma atividade sustentável que reduz as distâncias pelas quais os alimentos precisam ser transportados. Cria comunidades mais coesas e ligadas ao local onde vivem, favorece a atividade física e melhora o bem-estar em geral onde é promovida e praticada. Porém quando as plantas são cultivadas no ambiente urbano, inúmeras questões agronômicas surgem. É realmente mais sustentável cultivar plantas em lotes individuais ou em áreas maiores? Os produtos são mesmo saudáveis? Como pode um produtor urbano não treinado cultivar plantas de forma sustentável? Como podem os recursos (por exemplo, água e nutrientes para as plantas) ser devidamente gerenciados? Como as pragas e doenças podem ser controladas sem danos para o ambiente, produtores e consumidores?

Essas questões foram abordadas no âmbito do projeto HORTIS (Horticultura em Cidades para a Inclusão e Socialização), da União Europeia. O projeto, financiado pelo Programa Aprendizagem Permanente (*Lifelong Learning Programme - LLP-GRUNDTVIG*), visando divulgar as boas práticas agrícolas urbanas, com o objetivo de desenvolver a produção sustentável de alimentos nas cidades europeias. Entre os produtos do projeto está a série de e-livros que podem ser baixados gratuitamente do [site do projeto](#).

Os cinco e-livros produzidos abordam os seguintes tópicos:

- Horticultura comunitária sustentável nas cidades
- Manejo sustentável de hortas urbanas
- Sistemas de cultivo para hortas urbanas
- Sistemas sem-solo simplificados para a produção urbana de hortaliças
- Comendo mais perto de casa: um manual para o consumidor urbano

Por favor leia ao menos um capítulo do e-livro indicado abaixo, sobre “Manejo sustentável de hortas urbanas”. Após a leitura, execute a Tarefa 2.1.3.



[2.1.3 Sustainable Urban Garden Management](#)



Tarefa 2.1.3: leia um capítulo do livro, responda às seguintes perguntas e discuta com outros participantes

1. Qual capítulo você leu?
2. Você pode, por favor, listar pelo menos cinco mensagens que você aprendeu nesse capítulo?

2.1.4 – Os serviços ecossistêmicos dos genótipos novos e tradicionais

Introdução

Esta lição oferece o conhecimento essencial sobre a importância da biodiversidade genética das plantas e a contribuição da agricultura urbana para assegurar essa preservação.

O vídeo indicado abaixo, parte do documentário "God save the green", ilustra as vantagens de uma horta em terraço para a biodiversidade local em Turim, Itália.



Assista a esse vídeo em: https://www.youtube.com/watch?v=sSQgZ_3xk3U



Tarefa 2.1.4. Após ver o vídeo, responda às seguintes questões

1) Quais serviços ecossistêmicos podem ser fornecidos por um telhado verde como mostrado no vídeo? (Por favor numere os itens de acordo com a ordem de relevância)

- a. Regulação térmica
- b. Promoção da biodiversidade
- c. Controle de enxurradas e enchentes
- d. Produção de alimentos
- e. Terapia antiestresse

2) Quais são, em sua opinião, os elementos mais importantes para se considerar antes de criar uma horta em telhado como a mostrada no vídeo? (Por favor numerar os itens de acordo com a ordem de relevância)

- a. Carga de peso
- b. Ocorrência de ventos
- c. Seleção de cultivos
- d. Impermeabilização do teto
- e. Acessibilidade ao telhado
- f. Cerca de segurança

Agricultura e melhoramento vegetal

Nos últimos anos, tem surgido uma preocupação crescente com a adoção de híbridos comerciais na agricultura. A seleção de cultivares tem sido associada à perda de genótipos tradicionais, à insurgência de alergias e patologias e diminuído a resiliência às mudanças ambientais e climáticas.

De fato, o melhoramento de plantas pode não ser considerado uma tendência recente na agricultura, pois sua prática já ocorria a cerca de 9.000 a 11.000 anos atrás. Inicialmente, os agricultores selecionavam plantas alimentícias com características particulares desejáveis e utilizavam-nas como fontes de sementes para as gerações subsequentes, resultando globalmente num acúmulo de características desejadas ao longo do tempo. A partir das experiências de Gregor Mendel, introduziu-se a hibridização, conduzindo à aplicação atual de melhoramentos modernos, envolvendo uma gama de disciplinas que inclui a biologia molecular, a citologia, a sistemática, a fisiologia, a patologia, a entomologia, a química e a estatística.

As principais interações entre a agricultura e a biodiversidade global surgiram entre o final do século XIX e o início do século XX, quando se verificou um declínio acentuado das pastagens utilizadas extensivamente e das terras pastorais, à medida que se estabeleciam diversas inovações nas tecnologias agrícolas.

Essa intensificação foi acelerada na segunda metade do século XX pela adoção de políticas agrícolas comuns (PAC) e da globalização dos mercados agrícolas. Isso resultou no aumento da degradação dos habitats, na superprodução de alimentos, na intensificação das práticas agrícolas e na concentração da produção em fazendas agrícolas menos numerosas e mais especializadas. A partir da década de 1990, as reformas da PAC começaram a reconhecer o papel ambiental da agricultura, integrando políticas que valorizam a promoção e a preservação da biodiversidade no nível das operações agrícolas.

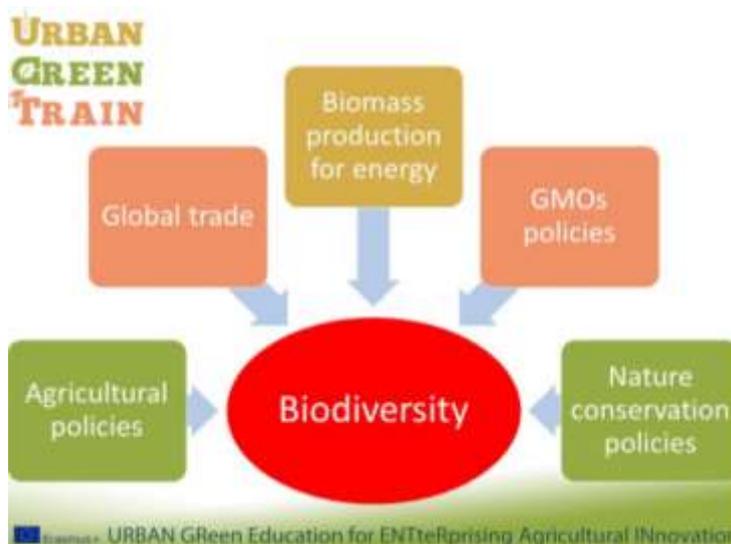
Os resultados desses esquemas agroambientais na consecução dos objetivos de conservação da biodiversidade variam dramaticamente em toda a Europa. Constatou-se que o efeito da substituição de áreas naturais por cultivos sobre a variedade de espécies e a densidade das populações da fauna e da flora depende do tempo da substituição, da superfície total substituída, e da intensidade da agricultura praticada.

Atualmente a paisagem agrícola cobre 45% (180 milhões de ha) do território da União Europeia (UE27). No entanto, as terras agrícolas diferem consideravelmente em termos de biodiversidade, de acordo com a condição do solo, disponibilidade de água, clima, declividade e as práticas de manejo. De forma consistente, a Agência Europeia do Ambiente (AEA) identificou em 2004 três tipos de terrenos agrícolas considerados de Alto Valor Natural (*High Nature Value* – HNV) que são, respectivamente:

- Tipo 1: terras agrícolas com alta proporção de vegetação seminatural;
- Tipo 2: terras agrícolas dominadas por uma agricultura de baixa intensidade ou por um mosaico de terras seminaturais e cultivadas com características de pequena escala;
- Tipo 3: terras agrícolas que abrigam espécies raras ou uma elevada proporção de populações europeias ou mundiais (?).

Com base nessa classificação, a manutenção da biodiversidade está ligada diretamente aos tipos tradicionais de uso da terra agrícola, que hoje no entanto são globalmente decrescentes devido ao seu abandono e à intensificação do uso da terra. À medida que as terras agrícolas de alto HNV diminuem, a sobrevivência de todas aquelas espécies – adaptadas à sua diversidade de estruturas e recursos – torna-se ameaçada.

As principais pressões que afetam atualmente a biodiversidade das terras agrícolas estão descritas na figura abaixo:



Principais fatores que afetam a biodiversidade nos sistemas agrícolas globais.

Regimes jurídicos e administrativos europeus e nacionais têm sido adotados para apoiar a biodiversidade nas paisagens agrícolas e urbanas. Eles incluem, entre outros, os seguintes preceitos:

- A criação de reservas naturais (a rede europeia Natura 2000, reúne mais de 25.000 locais e cobre uma área de 1 milhão de km² (UE, 2007).
- A compra de terrenos e sua gestão para fins de proteção da biodiversidade, tal como se pratica na Holanda e no Reino Unido.
- O apoio à manutenção ou à restauração de habitats naturais através de oportunidades de financiamento específico (por exemplo, o programa EU-LIFE+).
- Programas de conservação da biodiversidade visando à compra de terras agrícolas, como o www.euronatur.org.
- Medidas de apoio promovidas por empresas privadas (por exemplo, projeto da UICN sobre Agricultura Sustentável e Biodiversidade das Estepes na Rússia e Ucrânia).
- Medidas de apoio relacionadas promovidas pelas administrações regionais / nacionais para a promoção do mercado local, regional e do turismo.

Além disso, a eco-rotulagem (por exemplo, a produção orgânica ou biodinâmica, especialmente para as grandes cadeias alimentares de varejo) e a agricultura apoiada pela comunidade (*Community supported agriculture* – CSA, envolvendo principalmente cadeias alimentares curtas) melhoram a sustentabilidade ambiental da agricultura e promovem a biodiversidade.

De forma consistente, a fim de maximizar o impacto da agricultura na preservação e promoção da biodiversidade, as seguintes atividades podem ser adotadas:



Agricultura e biodiversidade.

Tutorial: Como conservar sementes de tomate

Por favor, assista ao seguinte vídeo sobre o uso e manutenção de genótipos tradicionais em horticultura urbana, a partir do projeto da UE HORTIS:

 Assista ao vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=u9Wotav21Tc>

O papel da agricultura urbana na preservação da biodiversidade

A agricultura urbana pode desempenhar um papel fundamental na preservação da biodiversidade pelas seguintes razões:

1. Está situada perto dos centros urbanos, onde a biodiversidade é de importância crucial, mas também está altamente ameaçada;
2. Pode representar tanto um risco como um promotor da biodiversidade urbana, dependendo do modo como for gerida;

3. Pode sensibilizar os cidadãos urbanos sobre a importância de um modo de vida respeitador do ambiente;
4. Pode constituir um reservatório de biodiversidade – quando cultivares e espécies tradicionais / locais são cultivadas.

2.1.5 – Manejo de solos poluídos



Tarefa 2.1.5: Por favor, leia esta publicação e acrescente um comentário (pelo menos) no fórum apropriado para discussão com outros participantes.



[2.1.5 Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens](#)

2.2 – A agricultura urbana na redução da pegada ecológica urbana

Introdução

Este capítulo foca na pegada ecológica das áreas urbanas e dos alimentos, e a potencial contribuição da agricultura urbana para minimizar os impactos negativos.

A pegada ecológica (o impacto das atividades humanas medido em termos da área de terra biologicamente produtiva e da água necessárias para produzir os bens consumidos e assimilar os resíduos gerados) refere-se à dimensão planetária da sustentabilidade, que busca assegurar um futuro habitável para todos.

Portanto, a pegada ecológica revela os recursos necessários para sustentar alguma atividade humana. No caso das cidades, embora elas representem menos do que 3% da superfície da Terra, elas contribuem muito mais largamente para os impactos ambientais globais.

O “metabolismo urbano” atual implica no consumo de vários recursos (alimentos, água, energia e solo) que são convertidos em resíduos e emissões pelas diversas atividades urbanas. Os planejadores e gestores urbanos procuram implementar estratégias sustentáveis no ambiente das cidades, a fim de reduzir as implicações ambientais do seu metabolismo atual e futuro.

Tais iniciativas concentram-se na redução do consumo de recursos e na minimização das emissões e resíduos, promovendo a autossuficiência, a produção local e o metabolismo circular (reuso, reciclagem, economia circular).

Este capítulo vai abordar os seguintes assuntos:

- Mudança climática e produção de alimentos
- Produção local e milhas alimentares
- Implicações ambientais do desperdício de alimentos e das sobras alimentares
- Avaliação da sustentabilidade

A apresentação abaixo introduz o tema e define conceitos importantes.



[2.2 Apresentação PPT](#)



Tarefa 2.2. Por favor, leia as seções 1 e 2 do artigo (link abaixo), que analisa as implicações ambientais da agricultura urbana em termos de uso dos recursos e metabolismo urbano, e adicione um comentário ao grupo de discussão / trocando ideias com outros participantes.



[2.2 \(1\) Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review](#)

2.2.1. - Mitigação da mudança climática: produção local e milhas alimentares

O setor que produz a maior quantidade de emissões de gases do efeito-estufa a nível europeu é a produção de alimentos. Ao mesmo tempo em que a produção agrícola contribui para a mudança climática (por exemplo, na utilização dos solos, no consumo de recursos e de energia), os efeitos dessas alterações nos ecossistemas naturais, como a desertificação e a erosão do solo, afetam drasticamente a agricultura e a produção de alimentos. Toda a cadeia de abastecimento alimentar contribui para as alterações climáticas, particularmente nas etapas que envolvem a necessidade de transporte.

No contexto da criação de um futuro sustentável, os movimentos a favor dos alimentos locais criaram redes alternativas para reduzir as longas distâncias, reduzindo a contribuição para a mudança climática. O conceito de "milhas alimentares evitadas" tem sido utilizado na literatura para avaliar os diversos impactos ambientais das cadeias de suprimentos alimentares globais e locais, principalmente em termos de consumo de energia e mudança climática.

Além disso, os sistemas alimentares locais também são conhecidos como "0 km" (pois os alimentos movem-se muito pouco da colheita até o consumo).

O uso dos espaços nas cidades para impulsionar a produção local de alimentos, através de iniciativas de agricultura urbana, pode contribuir positivamente para reduzir os impactos ambientais relacionados com o consumo alimentar dos seus milhões de habitantes.

A apresentação a seguir detalha a relação entre a mudança climática e a produção local, definindo conceitos e analisando estudos de casos.



[2.2.1 Apresentação PPT](#)

2.2.2 - Promovendo o frescor: redução do desperdício de alimentos e implicações ambientais

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), cerca de 30% dos alimentos produzidos são desperdiçados, correspondendo a 1,3 bilhão de toneladas de resíduos alimentares por ano. De acordo com dados da Comissão Europeia, só na Europa 100 milhões de toneladas de resíduos alimentares são gerados anualmente, e essa quantidade poderá aumentar para 120 milhões de toneladas em 2020 caso ações de mitigação não sejam implementadas.

Assim, o desperdício de alimentos tornou-se um ponto-chave para a segurança alimentar global. Planos e programas estão sendo projetados e implementados para promover a redução na geração de resíduos alimentares nas etapas da produção e do consumo. A produção local de alimentos pode contribuir positivamente para este fim ao reduzir a cadeia de abastecimento dos produtos alimentares.

A apresentação abaixo e o vídeo sobre as implicações ambientais desse desperdício, produzido pelo PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, destacam os principais fatos e números relacionados aos resíduos de alimentos.



[2.2.2 Apresentação](#)



Assista a este vídeo:

<http://www.unep.org/newscentre/videos/shortfilms%20/MASTER99.mp4>



Tarefa 2.2.2. Por favor leia o artigo abaixo, responda às seguintes perguntas e discuta-as com outros participantes:



[2.2.2 \(1\) Energy balance for locally grown versus imported apple fruit](#)

- *A que são comparáveis as cadeias de abastecimento alimentar?*
- *Quais indicadores ambientais os autores utilizam no artigo?*
- *O que os principais resultados sugerem com relação ao consumo de alimentos locais e aos impactos ambientais?*

2.2.3 - Justiça ambiental: minimizando os impactos geográficos injustos pela promoção do localismo

A indústria de alimentos globalizada gera várias injustiças ambientais, como a erosão e a contaminação do solo, o desmatamento, a perda da biodiversidade, o esgotamento e a poluição da água.

Além disso, o desenvolvimento urbano criou progressivamente uma injustiça ambiental local, pois os bairros pobres estão ligados a ambientes deteriorados e com menor qualidade de vida.

Os movimentos por alimentos locais procuram minimizar os impactos geográficos injustos da indústria global de alimentos através do desenvolvimento de sistemas alimentares alternativos. Ao mesmo tempo, os projetos de agricultura urbana melhoram a justiça social e ajudam a recuperar as cidades.



Tarefa 2.2.3. Favor ler este e-livro, que explora os sistemas alimentares locais e as cadeias de abastecimento alternativas usadas na agricultura urbana, e discuta suas ideias com os outros participantes.



[2.2.3 Eating closer to home: an urban consumer's manual](#)

2.2.4 - Avaliando as dimensões da sustentabilidade da agricultura urbana

Os sistemas de agricultura urbana buscam minimizar os impactos da produção local de alimentos observando os três pilares da sustentabilidade: ambiente, sociedade e economia.

Os acadêmicos estão trabalhando atualmente no desenvolvimento de ferramentas para avaliar a sustentabilidade a partir de uma perspectiva global. Por exemplo, estão sendo desenvolvidas ferramentas voltadas para avaliar o ciclo de vida (*Life Cycle Assessment – LCA*), a economia (o custo desse ciclo de vida) e seu impacto na sociedade (LCA social).

Nesta unidade iremos discutir como avaliar a sustentabilidade de uma perspectiva quantitativa.



Tarefa 2.2.4. Leia o texto abaixo e participe do grupo de discussão com os outros participantes:



[2.2.4 Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy](#)

Guia para discussão

- Quais são os indicadores ambientais considerados? Você incluiria outros indicadores ambientais nesse levantamento? Por quê?
- O que é o conceito de ecoeficiência? Ele é um conceito fácil para transmitir seus resultados ao público em geral?
- Que indicadores poderiam ser usados para avaliar a dimensão social da sustentabilidade?

2.3 - Agricultura urbana, o uso eficiente dos recursos e a gestão de resíduos

Introdução

Este capítulo irá capacitar os alunos a compreenderem a eficiência energética na escala da cidade, para identificar o nexo energético entre os ambientes construídos e as infraestruturas verdes, e entenderem a relevância da compostagem na gestão eficiente das cidades.

Além disso, ele irá descrever o ciclo da água no meio urbano e o seu uso eficiente associado à AU, bem como o espaço e a terra como recursos no ambiente urbano.

Ao concluir o capítulo, os participantes serão capazes de conceber e implementar projetos de AU eficientes em termos da utilização dos recursos.

2.3.1 - Estufas no telhado e paredes verdes (plantios verticais): baixo consumo de energia na climatização de edifícios

Introdução

Por que plantar nos terraços e paredes?

As razões para incluir paredes verdes e estufas em coberturas ou nas laterais de prédios são múltiplas:

Melhor qualidade de vida

- Melhora o aspecto visual (principalmente quando se trata de paredes verdes e plantios em terraços)
- Reduz a poluição sonora.
- Responde às necessidades sociais e ambientais de trazer mais natureza para dentro das cidades, oferecendo às plantas e animais um ambiente vivo.

Melhor manejo das águas das chuvas

Pois os plantios nos terraços etc. podem absorver e manter parte delas, reduzindo as enxurradas.

Produção local de alimentos

Principalmente em edifícios e prédios industriais abandonados etc. (por razões práticas).

Reduzir a demanda de energia

- Paredes verdes.
- Estufas nos terraços.
- Fachadas com “pele-dupla” com uso de plantas

A redução na demanda de energia é o assunto deste capítulo, e será abordado em profundidade. Os outros pontos continuarão a ser desenvolvidos em outras seções do curso.

Objeto da lição

Os efeitos térmicos dos edifícios 'verdes' e estufas serão analisados com foco nas paredes verdes e nos cultivos em terraços e coberturas. Devido ao crescente interesse na agricultura em edifícios e nas soluções baseadas na natureza, esta lição inclui estufas em edifícios, bem como a vegetação das fachadas com dupla camada vegetal, que se comportam como estufas verticais laterais.

Após uma recapitulação rápida dos diferentes sistemas de construção 'verde', serão dadas algumas noções básicas de física por trás dos fenômenos de transferência de calor. Somente os resultados mais relevantes para o estudo de construções energeticamente favoráveis serão expostos.

Sistemas de cultivo

Sistemas de cultivo em terraços e coberturas

Existe uma grande variedade de sistemas de cultivo em terraços, dependendo de seus objetivos – desde os meramente decorativos até os voltados para a produção comercial. Essa diversidade leva a grandes variações na complexidade da sua instalação e nos custos implicados.

Do ponto de vista técnico, os vários sistemas de cultivo se diferenciam principalmente pela espessura do substrato. Substratos finos são mais simples, mas não permitem o crescimento de plantas maiores, enquanto que até mesmo árvores altas podem ser plantadas em substratos mais espessos (acima de 30 cm).



Cultivos em terraços: Intensivo (Mônaco), extensivo (Dardilli, França (centro) e semi-intensivo (La Rochelle, França)

Essas diferenças terão impacto nas transferências de energia entre o interior e o exterior das coberturas dos prédios, pois substratos mais espessos garantem maior isolamento térmico.

Sistemas de cultivos em paredes verdes

Para as paredes verdes, as possibilidades são limitadas pela geometria vertical, e é preciso diferenciar a presença ou não de um meio de crescimento (suporte) ao longo de toda a altura.



Sistema de "fachada verde" (Kontoleon e Eumorfopoulou, 2010)



Exemplos de paredes verdes (sistema intensivo) (Kontoleon e Eumorfopoulou, 2010)



Vários métodos de fixação das plantas à estrutura de fachadas maiores (Mazzali et al., 2013)

As plantas, e em particular as folhas, permitem reduzir a insolação e a temperatura da superfície, reduzindo a necessidade de refrigeração do prédio principalmente no verão. Além disso, especialmente com relação a plantios nas coberturas, a presença do substrato ou meio de crescimento aumenta ainda mais o isolamento.

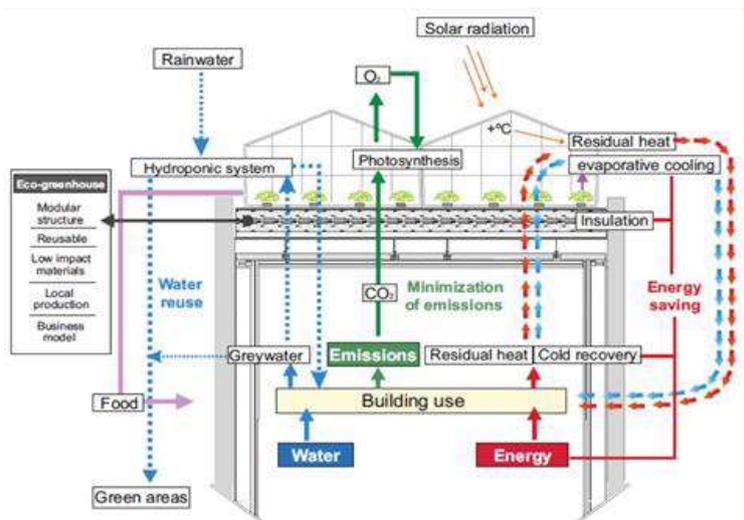
Estufas urbanas em prédios

As estufas instaladas em telhados são mais ou menos idênticas às convencionais. Como os objetivos principais das estufas urbanas são a produção local de alimentos e a redução do impacto ambiental do consumo de alimentos, poucos dados sobre os ganhos energéticos dos edifícios estão disponíveis.



Estufa em telhado (nexuscorp.com)

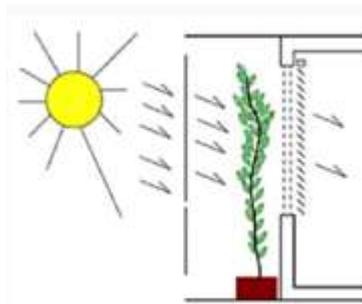
A diferença da estufa em coberturas com as convencionais (no solo) – e a vantagem para o consumo energético do prédio – é a possibilidade de seu acoplamento com a construção abaixo dela. De fato, a reutilização numa parte do prédio da energia gerada noutra parte resulta em economia energética. A estufa poderia ajudar a refrescar o prédio no verão e o sistema de calefação do prédio poderia ajudar a esquentar a estufa no inverno.



Conceito do Sistema RoofTop Eco.Greenhouse, que troca água, energia e CO₂ entre a estufa e o prédio (Cerón-Palma et al., 2012)

Alguns prédios são construídos usando o sistema chamado "fachada com pele dupla" (*double-skin*), onde as paredes são cobertas paralelamente, pelo lado externo, por uma fachada de vidro. O objetivo é usar o efeito-estufa para aquecer o espaço intermediário no inverno. No verão, o espaço entre as duas paredes é usado para coletar ou expulsar a radiação solar absorvida pelas fachadas ao ventilar o ar.

Porém, durante o calor do verão, aumenta a necessidade de refrescar o ar, e um sistema de sombreamento pode ajudar na eficiência das fachadas duplas. Nesse contexto, o uso de plantas pode ser um modo barato e eficiente para economizar a carga no sistema de climatização. O sistema então torna-se bastante similar a uma estufa vertical.



Esquema de instalação de plantas numa fachada de "pele-dupla"
(Zhou e Chen, 2010)

Os efeitos de arrefecimento do calor devem-se principalmente à redução da luz solar que atinge a parede interior por causa do sombreamento das folhas. Além disso, a transpiração das plantas desempenha um importante papel na redução da temperatura do ar.

Princípios de transferência térmica

Existem três modos de transferência térmica:

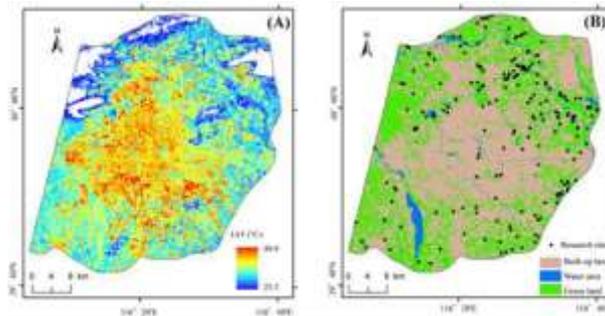
- **Condução:** Este é o principal modo de transferência de calor entre sólidos. Ele ocorre porque quando uma parte do corpo está quente, as suas moléculas vibram mais rapidamente do que as das partes mais frias. A energia cinética é então conduzida para a parte adjacente do corpo - molécula por molécula até que a energia cinética (e, portanto, a temperatura) se torne homogênea.
- **Convecção:** Nesse caso, o transporte de calor a partir das moléculas para as adjacentes é combinado ao transporte das moléculas em movimento num meio fluido. O transporte de calor total é geralmente mais rápido por que a velocidade das moléculas é mais alta nos fluidos (líquidos ou gasosos). Quando o transporte de calor é a origem (a força motriz) do movimento do fluido, chamamos de convecção natural. O movimento do fluido pode acontecer sem a transferência de calor, na chamada convecção forçada.
- **Radiação:** Esse modo de transferência de calor refere-se à troca de calor entre as superfícies com diferentes temperaturas. É causada pelo fato de que cada corpo emite energia eletromagnética, dependendo da temperatura da superfície e de sua constituição. A energia térmica é irradiada das superfícies quentes para as frias, mas diferentemente dos outros dois modos de transferência de calor, ela também ocorre das superfícies frias para as quentes.

Geralmente todos os três modos ocorrem juntos quando se consideram as transferências térmicas que ocorrem num edifício.

Como o "enverdecimento" de um edifício envolve grandes modificações nas transferências de calor por radiação e condução entre ele e o ambiente exterior, enquanto que a transferência por convecção exige menos modificações; por essa razão, este capítulo irá focar nos modos de transferência por condução e radiação.

Vantagens do “enverdecimento” predial

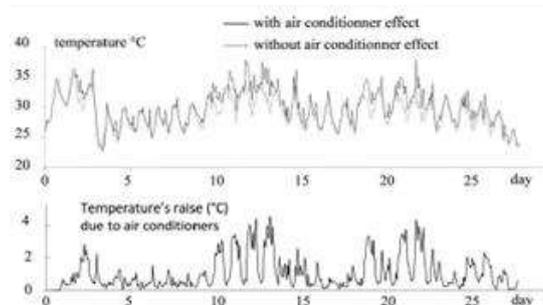
Por causa das atividades humanas, o clima nas áreas urbanizadas é significativamente mais quente do que nas regiões rurais e áreas naturais:



A temperatura na superfície do solo (a), cobertura vegetal (b) e a localização de 197 corpos d'água (b) no interior da sexta via circular de Pequim (Sun e Chen, 2012)

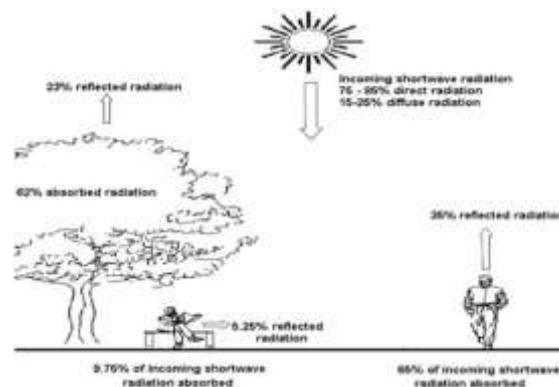
No verão, isso causa desconforto para os habitantes, com a perspectiva de a mudança climática global aumentar ainda mais a temperatura e piorar, assim, a situação. De fato, Santamouris (2014) verificou que o consumo elétrico (para refrigeração) chega a duplicar devido ao efeito da ilha de calor urbano.

Nos países desenvolvidos (e em desenvolvimento), isto provoca um uso crescente de ar condicionado para manter os edifícios confortáveis para os seus ocupantes. No entanto, a refrigeração do ar interior envolve o aquecimento do ar exterior, piorando assim a situação. Além disso, o uso ampliado de combustíveis fósseis para produzir a energia necessária e atender o consumo elétrico aumentado por mais aparelhos de ar condicionado ligados por mais tempo, resulta na emissão de grande quantidade de gases do efeito-estufa.



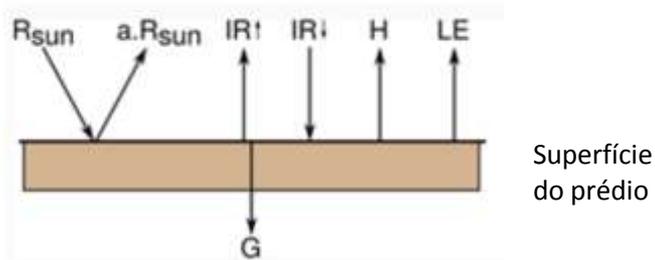
Evolução da temperatura média nas ruas, e efeito do uso de ar condicionado (Bozonnet et al., 2013)

Neste contexto, o enverdecimento de edifícios é um meio para reduzir o consumo de energia dos prédios, reduzindo as necessidades de ar-condicionado. Além disso, algumas das soluções descritas a seguir podem ser interessantes para limitar a perda de calor no tempo frio, reduzindo assim o consumo de energia com calefação durante o inverno.



Impacto da redução da radiação proporcionada pelas árvores sobre o equilíbrio da energia radiante nos seres humanos (Armson, 2012)

Nas cidades, estudos mostram que a vegetação (árvores ou gramados) é muito positiva para amenizar o clima urbano no verão. Por exemplo, Armson (2012) atribui ao gramado uma diminuição da temperatura das superfícies em 24°C. Com relação aos edifícios, as trocas de energia no verão podem ser descritas no seguinte esboço:

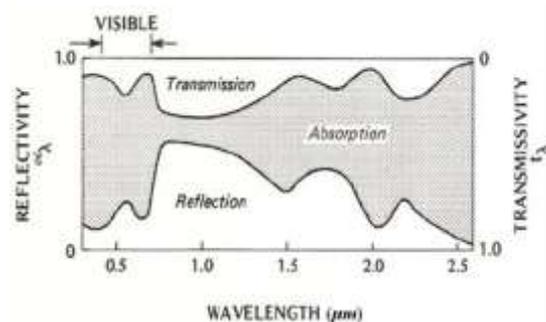


Para reduzir a necessidade de refrigeração no verão, ou seja, quando passa mais energia térmica pelo telhado e paredes (conforme G, acima), é preciso reduzir a entrada do ar quente ou aumentar a sua saída. Como veremos adiante, as plantas são meios eficientes para atuar em todos os fluxos de calor envolvidos.

Trocas de radiações

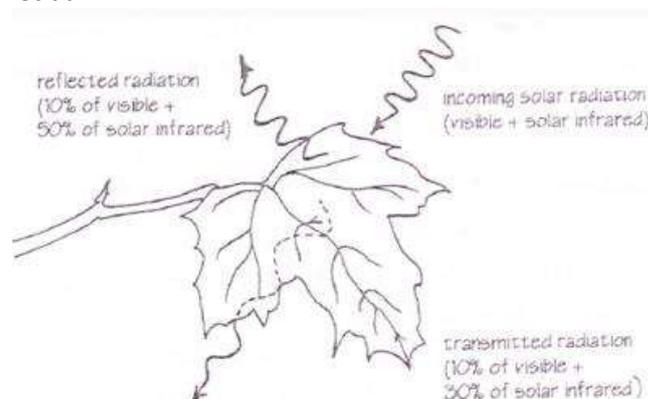
A primeira abordagem para limitar a entrada de calor em um edifício é reduzir, por sombreamento, a quantidade de iluminação solar direta que atinge o telhado e as paredes, ou aumentar o albedo (a quantidade de luz solar refletida) dessas superfícies.

Para os comprimentos de ondas emitidas pelo Sol, as propriedades óticas das folhas são descritas na figura a seguir:



Relação entre o comprimento de onda e a reflexividade, transmissibilidade e absorptividade das folhas verdes (Armson, 2012)

A transmissão, que é a parte da radiação que passa através da folha, é limitada, e uma grande parte da radiação que a atinge é refletida.

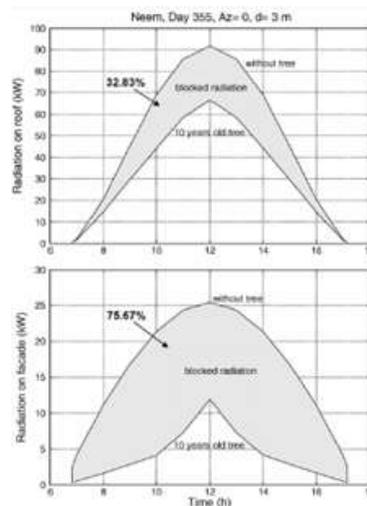


Balanço da radiação de uma folha verde (Armson, 2012)

O balanço das radiações de uma folha é representado na figura acima. Menos de um terço das radiações entrantes é transmitido, o que explica o grande uso das árvores para fornecer sombra.

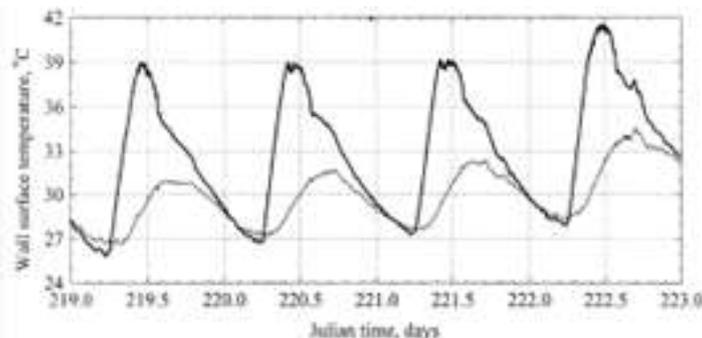
Sombreamento: prevenindo que a radiação solar alcance os prédios

O primeiro passo para reduzir a entrada de energia em um edifício é impedir a entrada da radiação solar. Para conseguir isso, é comum usar árvores para sombrear a construção.



Sombreamento de uma árvore no telhado de um edifício (em cima) e na parede sul (em baixo)
(Gómez-Muñoz et al., 2010)

Diversos estudos foram produzidos para confirmar que a sombra reduz a temperatura das paredes exteriores.



Temperatura da superfície da parede na área sombreada (linha fina) e não sombreada (linha grossa)
(Papadakis et al., 2001)

Os ganhos na carga de resfriamento variam dependendo do clima e da latitude, e a maioria dos estudos foi feita em cidades de baixa latitude (perto do equador), onde o ganho é maior. A literatura dá exemplos de economia energética na carga de resfriamento: 3.23 e 6.46 kWh m⁻² na Califórnia (Akbari e Konopacki, 2005).

Os mesmos princípios também se aplicam para as paredes ou telhados verdes, como descritos por Pulselli et al. (2014). Como esperado, o efeito de sombreamento está fortemente ligado ao LAI (Leaf Area Index, que é a superfície foliar por m² de solo - ou de parede ou telhado).

Existe uma relação linear entre o LAI e o efeito de sombreamento (Wong et al., 2009), e para fatores de transmissão de luz muito baixos (atingíveis com culturas densas), as perdas de energia podem ser reduzidas em 40% (Wong et al. 2009).

No entanto, isso é interessante no ponto de vista da energia dos prédios, na medida em que as folhas isolam os edifícios do sol no verão, quando o resfriamento é necessário, enquanto que as plantas decíduas perdem suas folhas no outono e no inverno, quando o calor do sol é mais apreciado.

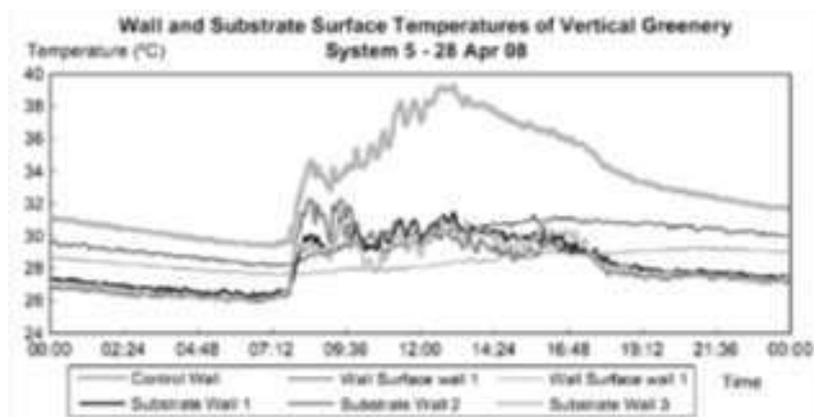
Porém o efeito de sombreamento dos telhados e paredes verdes é difícil de diferenciar do efeito da variação de albedo induzida pelas folhas.

Albedo

Além do isolamento solar, a temperatura superficial externa das superfícies depende do albedo, que é a parte da radiação solar refletida por uma superfície. Nas cidades, o uso histórico de materiais de baixo albedo é uma das principais causas do efeito de ilha de calor urbano. Por esta razão, as novas construções de edifícios tendem a utilizar materiais de albedo mais elevado, a fim de aumentar a reflexão da luz solar e, assim, reduzir a temperatura da superfície. Conforme descrito anteriormente, isto resulta na redução da transferência de calor conduzido através das paredes e do telhado.

As medições do albedo, assim como a temperatura do ar e da superfície, mostram que quanto maior o albedo, menor a temperatura (Chatzidimitriou e Yannas, 2015). Se a temperatura da superfície é influenciada pelo seu albedo, a temperatura do ar dificilmente é modificada pelo comportamento superficial. A redução média da temperatura é de cerca de 0,3 K para um aumento de 0,1 ponto de albedo (Santamouris, 2014).

Os ganhos na carga de resfriamento de superfícies com albedo elevado são de 10 a 40% no verão, para uma perda entre 5 e 10% em aquecimento (Santamouris, 2014). No sul da Califórnia, a economia no consumo de ar-condicionado é entre 40 e 70 Wh m⁻² dia⁻¹ dependendo do tipo de construção (Akbari et al., 2005). Conforme ilustrado pelas figuras acima, o uso da vegetação pode induzir uma limitação da temperatura da superfície. As espécies de plantas e seu LAI têm grande influência na temperatura da superfície.



Temperatura da superfície da parede e do substrato para diferentes sistemas de revegetação (Wong et al., 2010)

Para 33°C de temperatura do ar, Simmons et al. (2008) relataram a temperatura de superfície do telhado de:

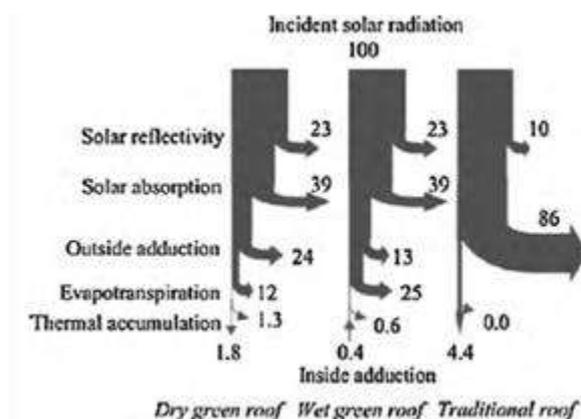
- 68°C para telhado preto
- 42°C para telhado branco
- entre 31 e 38°C em telhado verde

Porém o ganho para superfícies verdes não é inteiramente devido às propriedades de radiação, mas em grande parte ao resfriamento por causa da evaporação (Santamouris, 2014).

Evapotranspiração

As plantas vivas absorvem grande quantidade de energia por meio de suas folhas, mas mantêm sua temperatura por transpiração, isto é, convertendo a água líquida em vapor. A energia necessária é retirada das folhas e do ar circundante, permitindo a queda de sua temperatura.

Como consequência, as superfícies vegetadas são mais frias do que as áreas circundantes. Normalmente, cerca de 30% da radiação solar recebida é convertida pela transpiração (Tilley et al., 2012). Como as plantas envolvem um sombreamento semelhante aos sistemas artificiais (Pérez et al., 2011), a temperatura das paredes de suporte e dos telhados pode estar muito abaixo da verificada em superfícies convencionais. A temperatura da superfície num telhado verde pode ser até 8°C abaixo da verificada em um convencional.



Comparação da troca energética do telhado verde seco, telhado verde úmido e telhado tradicional, no verão (Lazzarin et al., 2005)

No entanto, este efeito existe apenas enquanto as plantas transpiram. Quando submetidas ao estresse hídrico, a regulação biológica impede que as plantas liberem muita água e a transpiração é reduzida. Por estas razões, o efeito de arrefecimento da parede / telhado verde depende fortemente da disponibilidade de água no substrato.

Dependendo das plantas e do seu desenvolvimento, entre 40 e 80% da radiação solar pode ser refletida e absorvida (Wong et al., 2010). Um teste realizado no sul dos EUA por Pérez et al. (2011) afirmam que apenas 15% da radiação solar entrante passa através de um plantio de hera-americana (*Parthenocissus quinquefolia*), 18% de madressilva (*Lonicera periclymenum*), 41% de clematis (*Clematis sp.*) e 20% por hera (*Hedera helix*). Mais do que as espécies, o LAI e a espessura da cobertura desempenham um papel importante no influxo final de calor (Kumar e Kaushik, 2005).

Além disso, a transpiração modifica o conteúdo de água do ar e a sua umidade relativa (Pérez et al., 2011). O microclima resultante é benéfico porque está mais próximo da zona de conforto humano do que o ar inicial. No entanto, a influência do enverdecimento dos edifícios no efeito de ilha de calor urbano é limitada a um resfriamento de cerca de 1°C a 60 cm de distância da parede (Wong et al., 2010) devido ao vento. Por fim, não só o seu enverdecimento permite reduzir o calor que entra nos prédios, mas a criação de um clima mais frio e úmido é benéfico para o ar-condicionado. De fato, o ar mais frio na entrada permite que o ciclo termodinâmico de refrigeração funcione com maior eficiência (Getter e Rowe, 2006).

Efeito dos cultivos em paredes e dos telhados verdes

O primeiro efeito do cultivo em paredes e dos telhados verdes é reduzir a temperatura da superfície pelos princípios explicados anteriormente. Isto implicará numa redução do fluxo de calor conduzido para dentro dos edifícios. Além dos parâmetros das plantas (espessura, LAI etc.), o efeito da vegetação depende dos parâmetros da construção:

- Posição geográfica, à medida que os efeitos do sombreamento aumentam nas baixas latitudes;
- Localização, uma vez que pouca diferença é esperada para edifícios já sombreados;
- Exposição, maior efeito para a parede sul (ou telhado) do que para a parede norte (no hemisfério norte);
- Clima, já que o resfriamento evaporativo tem um potencial melhor em ambiente com ar quente e principalmente seco.

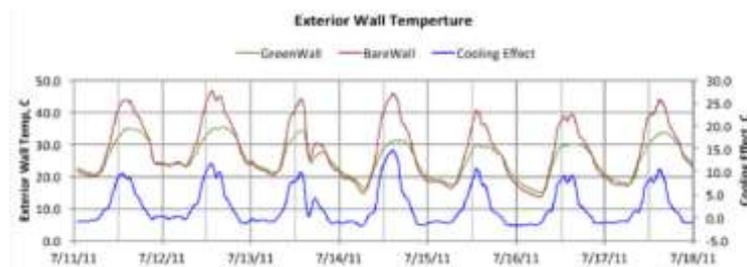
Por isso, uma grande variedade de efeitos de arrefecimento pode ser encontrada na literatura, e muitos impactos do cultivo de paredes e telhados verdes em construções ainda serão avaliados.

Como mencionado anteriormente, o efeito médio de resfriamento na temperatura da superfície construída depende da latitude. Um resfriamento médio de 5 a 10°C ao longo do verão pode ser esperado para 40° grau de latitude, com um resfriamento máximo em torno de 15°C (Tilley et al., 2012, Pérez et al., 2011).

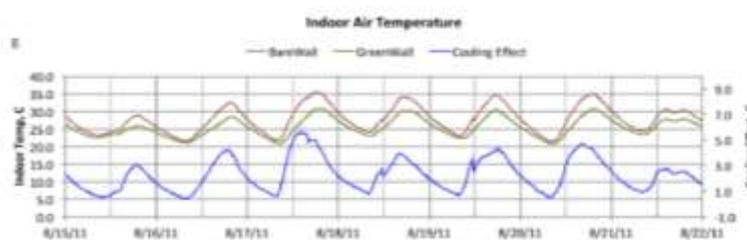
O efeito de resfriamento é maior quando a latitude é menor ou o clima é mais seco.

De fato, para aproximadamente a mesma latitude, o efeito médio de resfriamento pode atingir 20°C no norte da Grécia (Kontoleon e Eumorfopoulou, 2010) e até 38°C no Texas (Simmons et al., 2008). No entanto, em Cingapura (1,3° grau de latitude) a redução é de "apenas" 30°C devido à maior umidade relativa do ar.

A parede oeste é mais quente do que a leste devido à inércia térmica: durante a tarde, a parede leste começa a esfriar enquanto a parede oeste já está aquecida pelo ar quente e pela reflexão vinda de outros edifícios. Obviamente, o efeito de resfriamento depende da atividade das plantas e atinge o máximo ao meio-dia ou no início da tarde.



Temperatura da parede exterior (Tilley et al., 2012)



Temperatura do ar no interior (Tilley et al., 2012)

Se as variações das superfícies externas podem ser significativas devido ao isolamento e à inércia da estrutura do edifício, a variação do ar interior é mais limitada. Além disso, as condições internas são geralmente controladas por sistemas ar condicionado projetados para evitar grandes variações.

Nestas condições, a redução média da temperatura interna de espaços envolvidos pelas paredes e telhados verdes é limitada a mais ou menos 4°C (Getter e Rowe, 2006; Tilley et al., 2012). No entanto, pequenas variações de temperatura podem se refletir em grandes variações no funcionamento e consumo do sistema de ar-condicionado, e uma diminuição da temperatura de 0,5°C pode propiciar uma economia de 8% no consumo elétrico para o resfriamento do ambiente (Getter e Rowe, 2006).

Influência da irrigação e demanda por água

O efeito da vegetação depende fortemente do nível de irrigação. De fato, se a água disponível para as plantas diminuir, as plantas reduzem a sua transpiração, e reduzindo assim o seu efeito de arrefecimento.

Por esta razão, as superfícies cobertas de vegetação ficam mais frias logo após a irrigação. Por exemplo, a grama é 3,5°C mais fria logo após a irrigação (Chatzidimitriou e Yannas, 2015). Além disso, o solo úmido resulta num isolamento suplementar (Wong et al., 2003).

Durante o verão, a água necessária para a irrigação pode ser difícil de justificar, por causa da pressão dos outros usos sobre as reservas hídricas locais. Assim, se não for devidamente irrigada, a eficiência das paredes e telhados verdes para reduzir a temperatura fica bastante limitada (Virk et al., 2015).

Para um LAI entre 3 e 4, o consumo de água está entre 0,5 e 2,6 litros por metro quadrado por dia, dependendo das condições climáticas em Toronto (Tilley et al., 2012). O calor latente dessa evaporação de água representa um terço da radiação solar incidente.

Para um clima mais quente e mais seco, a evaporação pode consumir maior quantidade de água. Marasco et al. (2014) mediram até 15,4 litros por metro quadrado por dia em Nova York e Takebayashi e Moriyama (2009) até 18 litros por metro quadrado por dia no Japão.

Sistema de cultivo como uma camada isolante

Paredes e telhados verdes reduzem as entradas de energia através da estrutura do edifício não só devido à temperatura menor na superfície, mas também devido ao efeito isolante do sistema de cultivo.

De fato, os sistemas de cultivo representam camadas adicionadas à parede ou ao telhado que aumentam a resistência térmica da estrutura. A espessura dessa camada depende do sistema de vegetação, de alguns milímetros, para paredes vivas formadas de camadas de feltro, até um metro de substrato, para cultivos radiculares extensivos.

Como os substratos mais comuns têm uma baixa condutividade térmica, eles representam boas camadas de isolamento. Os ganhos no consumo elétrico dependem da estrutura inicial do edifício e da eficiência do seu isolamento preexistente.

Minke e Witter (1982) (via Bass e Baskaran (2003)) estimaram que um sistema de cultivo em telhado feito de 20 cm de substrato e 20 a 40 cm de grama densa tem uma resistência térmica equivalente a 15 cm de lã de rocha (*rock wool*). E uma camada de substrato de aproximadamente 50 cm pode reduzir o consumo de pico do sistema de refrigeração em 25% (Bass e Baskaran, 2003).

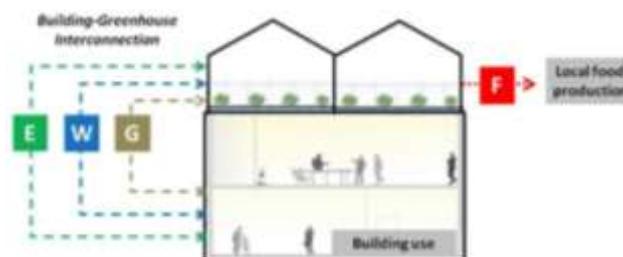
As medições mostram que 40 cm de substrato permitem um aumento do valor R do telhado de 1,72 a 2,20 (Wong et al., 2003), o que representa uma diminuição de quase 30% do fluxo de calor. Castleton et al. (2010) citaram um aumento do valor R de 1,7 para 2,4, induzindo uma economia anual de 6% para o resfriamento e 0,5% para o aquecimento. Em ambos os casos, soluções de isolamento clássico permanecem necessárias.

As modificações do valor R indicam uma redução das transferências de calor entre o exterior e o interior, reduzindo assim a carga de arrefecimento no verão e de aquecimento no Inverno.

Vantagens das estufas

Estufas em coberturas prediais

Para o clima mediterrâneo, Cerón-Palma et al. (2012) afirmaram que as estufas fechadas ou semifechadas seriam eficientes na concepção de sistemas produtivos com baixos insumos e baixas emissões. O objetivo é reduzir o consumo de energia para aquecimento durante a época fria do ano e reciclar a água de drenagem das culturas irrigadas (Montero et al., 2009). O projeto "Rooftop Eco.Greenhouses" (RTEG) consiste numa estufa ligada a um edifício em termos de energia, água e fluxos de CO₂.



Estufa integrada na cobertura predial. Energia (E), água (W) e CO₂ são trocados entre o edifício e a estufa (Esther Sanyé-Mengual, 2015)

O estudo realizado em Barcelona por Cerón-Palma et al. (2012) em uma estufa integrada na cobertura de um prédio concluiu que ela tem um impacto ambiental maior (de 17 a 75%) do que uma estufa convencional, bem como um custo econômico 2,8 vezes maior. No entanto, ao se considerar toda a cadeia de suprimentos até o ponto de consumo dos alimentos, a estufa no telhado exibe uma economia de 42% nos custos ecológicos e uma economia de 21% nos custos econômicos.

Uma comparação entre a cadeia de suprimento convencional e a cadeia de suprimento local no sistema RTEG mostrou que os tomates cultivados nesse sistema em Barcelona poderiam substituir o sistema tradicional de produção, evitando assim 441g de CO₂ equivalente e 12 MJ de energia consumida por kg dessa hortaliça. Ao

nível do sistema prédio-estufa, Ceron-Palma et al. (2011) realizaram resultados preliminares de modelagem de energia e mostraram que a introdução do calor residual da estufa no edifício, em um dia de inverno típico, poderia substituir 87 kWh da demanda de aquecimento.

Se o objetivo primário sobre os aspectos econômico e ecológico for cumprido, as vantagens para o consumo de energia subjacente do edifício não está demonstrada para tais condições.

Caplow e Nelkin (2007) usaram uma estufa mais tradicional em um edifício em Nova York. A estufa foi equipada com almofadas de resfriamento por evaporação, e o ar frio pode ser usado para resfriar o edifício. Além disso, a estufa também fornece isolamento no verão, eliminando alguns efeitos da radiação solar. No verão, quando as estruturas são combinadas, a economia na demanda por refrigeração graças à redução da radiação solar através do telhado do edifício é estimada em 37 kWh por dia, com o consumo de aproximadamente 3.900 litros de água.

No inverno, as perdas de calor através do telhado do edifício são reduzidas pela estufa, porque essa superfície é também o piso da estufa, mantendo uma temperatura intermediária entre o interior aquecido do edifício e o frio exterior. No inverno, Caplow e Nelkin (2007) estimaram as cargas de aquecimento em 366 kWh para a estufa e 7 kWh para o edifício. No geral, apenas 6 kWh por dia são economizados.

Do ponto de vista da conservação de energia tradicional, as economias anuais potenciais são aproximadamente iguais a toda a carga de arrefecimento do edifício, 44 MWh, porque essa carga será atendida pelos sistemas de ventilação / evaporação forçada de baixa energia na estufa se as estruturas estiverem integradas.

Fachada de pele-dupla vegetada

O uso de plantas em fachadas de “pele-dupla” é um meio eficiente para reduzir a entrada de energia solar em um edifício. Fang et al. (2011) citaram que 60% das radiações solares recebidas são absorvidas pelas plantas (*Tillandsia usneoides*) num edifício em Xangai). Isto é coerente com a descoberta de Stec et al. (2005), que verificaram uma redução entre 50 e 70%. Sua eficiência pode ser superior à fachada cega clássica.



“Cortina” de *Tillandsia usneoides* usada por Fang et al. (2011)

Isso significa uma importante redução na variação da temperatura da parede interior durante um dia quente. Stec et al. (2005) mediram uma amplitude de temperatura de 5-30°C com o uso de plantas, em vez de 10-60°C sem usá-las.

A temperatura do ar é ligeiramente reduzida, e Fang et al. (2011) relataram uma diminuição de 2,3°C dentro no interior atrás de fachada com pele-dupla para uma densidade de plantas de 750g m⁻² durante o verão em Shanghai. Além disso, essa diminuição na temperatura pode levar a reduções muito significativas da carga do sistema de ar condicionado. Chan et al. (2009) citaram uma diminuição de 26% da energia consumida em

um ano com o refrigeração em comparação com um edifício padrão de dupla pele com vidro refletivo. Isto é coerente com a descoberta de Stec et al. (2005) que propuseram uma economia de 20%.

Porém as plantas podem causar problemas, tais como inconvenientes entre o seu crescimento e as necessidades dos ocupantes do edifício. De fato, a densidade e o crescimento das plantas não podem ser controlados com precisão pelos ocupantes.

Além disso, a sua manutenção e do sistema de cultivo (irrigação, coleta de folhas caídas ...) é uma tarefa especializada e onerosa. Por fim, a escolha das plantas é difícil devido às condições ambientais específicas para o local e à necessidade de economizar na manutenção (Fang et al., 2011).

2.3.2 De resíduos a recursos: o potencial do uso dos resíduos orgânicos

Introdução

Na Europa, mais de 75% da população vive nas cidades. A principal consequência é o grande consumo de matérias-primas e a grande quantidade de resíduos gerados. A cidade pode ser considerada como um ecossistema cujo metabolismo linear pode ser comparado a um modelo de entrada / saída de materiais.

Assista à apresentação abaixo:



Na Europa, os habitantes usam atualmente 16 toneladas de materiais *per capita* por ano, dos quais 6 toneladas tornam-se resíduos. In 2010, a geração total de resíduos na União Europeia chegou a 2,5 bilhões de toneladas. Desse total, apenas 36% foi reciclado (mas essa taxa está subindo), sendo o resto enterrado ou incinerado, dos quais mais de 600 milhões de toneladas poderiam ser reciclados ou reusados. (Comissão Europeia, <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/>).

Todos esses resíduos têm um imenso impacto no meio ambiente: (i) poluição; (ii) emissão de gases do efeito-estufa; e (iii) desperdício de materiais.

(<http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/WASTE%20BROCHURE.pdf>).

Por isso, a grande questão é: como limitar a exportação de resíduos urbanos para fora das cidades onde foram gerados?

É necessário alterar o metabolismo urbano para um modelo circular, transformando o lixo em uma fonte potencial de "matérias-primas de segunda-mão", e buscando um modelo mais eficiente e sustentável. O desenvolvimento desse tipo de estratégia é fundamental para permitir o desenvolvimento de uma economia circular nas cidades.

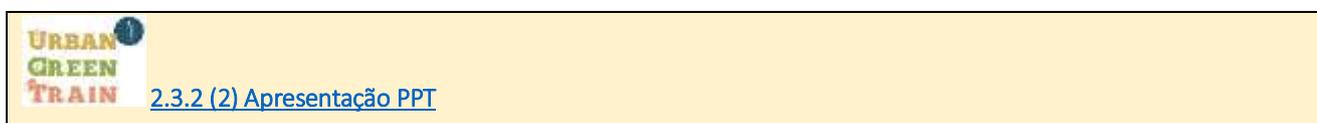
As principais ações da política de gestão de resíduos devem prevenir a geração de resíduos (mudança no comportamento do consumidor) e promover a reciclagem dos resíduos, de modo a reduzir a incineração de materiais não recicláveis ou a sua disposição em aterros sanitários.

Material opcional para maiores informações
<http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>

Tipos de resíduos urbanos

Os resíduos sólidos municipais (coletivos e domésticos) representam entre um terço e metade dos resíduos urbanos, excluídos o entulho de demolições. Eles são compostos por resíduos domésticos e outros semelhantes (gerados no comércio, escritórios e instituições públicas). A sua gestão depende de políticas públicas e dos orçamentos municipais. Os resíduos orgânicos representam um terço dos resíduos urbanos municipais, e cada pessoa na Europa produz atualmente, em média, cerca de 500 kg desse tipo de resíduos.

Assista à apresentação abaixo:



Os resíduos orgânicos sólidos são materiais biodegradáveis como (i) resíduos de jardins, hortas e parques; (ii) sobras de alimentos e das cozinhas domésticas, restaurantes, empresas de varejo de alimentos e preparo de refeições; e (iii) resíduos similares das operações de processamento e transformação de alimentos.

Não estão incluídos os resíduos agrícolas ou da silvicultura, estrume, lodo de esgoto nem outros resíduos biodegradáveis como os têxteis, o papel ou a madeira processada.

Também estão excluídos os subprodutos da produção alimentar que não se tornam resíduos.(?) (Comissão Europeia). ec.europa.eu/environment/waste/compost/

Maneiras para reciclar os resíduos orgânicos

Uma série de instrumentos legais da União Europeia está ligada à questão do tratamento dos resíduos orgânicos. Atualmente, a principal ameaça ambiental colocada pelos resíduos orgânicos urbanos (e outros resíduos biodegradáveis) é a produção de metano a partir da sua decomposição em aterros, o que representava cerca de 3% das emissões totais de gases do efeito-estufa na UE em 1995. O seu despejo em aterros é a pior opção na gestão desses resíduos, com impactos negativos pela degradação da paisagem local e pela poluição do ar, do solo e das águas (pelo metano, chorume e outros efluentes).

A Diretriz "Aterros" (1999/31/Comissão Europeia) obriga os estados-membros da UE a reduzirem a quantidade de resíduos urbanos biodegradáveis encaminhada aos aterros para 35% dos níveis de 1995, num prazo que vai até 2016 para alguns países e 2020 para outros, reduzindo muito esse problema.

Material opcional – para maiores informações por favor leia as publicações abaixo:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31999L0031>

Os benefícios mais significativos da gestão dos resíduos orgânicos urbanos estão na produção de energia renovável e de composto agrícola, contribuindo para a eficiência no uso dos recursos e na melhoria na qualidade do solo.

A compostagem também é o tratamento biológico mais adequado para reciclar os resíduos verdes e materiais lenhosos gerados em parques e jardins, e o adubo produzido é especialmente importante para a agricultura urbana.

Assista à apresentação abaixo:



[2.3.2 \(3\) Apresentação PPT](#)

Para maiores informações, assista a esse vídeo sobre a produção de biogás.



<https://www.youtube.com/watch?v=B660d2c-RkA>

Assista ao vídeo sobre compostagem industrial e identifique as condições para o seu sucesso



<https://www.youtube.com/watch?v=QBSGuUq2D9E>

Usos potenciais dos resíduos orgânicos para o cultivo de plantas

O composto é usado na agricultura e no paisagismo para a produção de meios de cultivo e melhoramento do solo e restauração da terra. Os instrumentos legais da UE que regulam a utilização dos resíduos orgânicos são apresentados no "Green Paper, on the management of bio-waste in the European Union" (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52008DC0811>)

Assista à apresentação abaixo:



A popularidade de hortas e jardins urbanos cultivados por grupos comunitários, associações ou individualmente por residentes das cidades tem feito aumentar a demanda por solos urbanos aptos para esse fim. Horticultores e agricultores urbanos querem informações sobre a qualidade do solo e a eventual presença de contaminantes para garantir alimentos e paisagens saudáveis.

Na verdade, existem soluções para melhorar a fertilidade do solo urbano. Entre elas, a introdução de grandes quantidades de matéria orgânica (até 40% em volume) é um ponto importante para favorecer a fertilidade do solo a longo prazo (Vidal-Beaudet et al., 2012; Cannavo et al., 2014).

Na verdade, a matéria orgânica proporciona benefícios significativos para o solo: melhoramento físico (estruturação do solo para melhor retenção de água e circulação de ar), melhoramento químico (disponibilidade de nutrientes, capacidade de troca catiônica) e melhoramento biológico (nutrientes e energia para os organismos do solo).

A composição da matéria orgânica é geralmente controlada e padronizada. Na França, a NF U 44-051 determina a sua composição, incluindo matéria orgânica e matéria seca, vestígios de metais, hidrocarbonetos e teor de microrganismos. Entre os compostos disponíveis, o produzido a partir de resíduos verdes é o mais utilizado nas áreas periurbanas e urbanas, devido à quantidade de restos de poda disponíveis nas cidades.

Se o solo estiver contaminado, ou no caso de plantios em coberturas prediais ou sem solo, é necessário trazer um novo substrato com propriedades adequadas e seguir as recomendações de desempenho definidas pelo projeto de cultivo.

O uso de solo superficial trazido de áreas agrícolas para os plantios urbanos tornou-se controverso devido à redução dos espaços cultivados nas regiões rurais. Uma ideia alternativa para a proteção desses recursos rurais consiste na reutilização de resíduos orgânicos para a formação de solos funcionais (Séré et al., 2008).

As cidades continuam sendo renovadas sistematicamente através da demolição de antigas estruturas e produzindo resíduos de demolição, tais como tijolos, concreto, asfalto e solos escavados. Estes detritos são levados regularmente para fora das cidades e apenas uma fração está sendo reciclada (Marshall e Farahbakhsh, 2013). Estima-se, por exemplo, que, somente em 2009, as atividades de engenharia civil geraram 250 milhões de toneladas de resíduos na França.

O composto de materiais e resíduos verdes decorrentes da manutenção de jardins e parques também são gerados dentro das cidades e massivamente exportados para fora das áreas urbanas para servir como adubo ou fonte de energia. Alguns desses materiais poderiam ser associados à construção de solos produtivos dentro das próprias cidades e adaptados ao ambiente urbano.

Esses solos devem ser capazes de suportar o crescimento das plantas, o desenvolvimento de árvores e o tráfego de pessoas e equipamentos leves. Assim, eles precisam exibir adequada capacidade de suporte, propriedades agronômicas e capacidade de drenagem. Além disso, devem respeitar as restrições ambientais para evitar a liberação de poluentes para os corpos d'água locais, superficiais ou subterrâneos.



Tarefa 2.3.2. Após assistir ao vídeo acima, responda às seguintes questões:

- Identifique as concentrações de elementos a serem verificados para a utilização de resíduos orgânicos como composto.
- Tente determinar os padrões de um bom composto.
- Identifique as funções e os serviços ecossistêmicos do composto para a AU.

2.3.3 Coleta de água da chuva e reuso de águas cinzas

Introdução

Até 2050, 66% da população mundial estará vivendo em áreas urbanas. A principal consequência é a crescente impermeabilização do solo por causa da expansão das áreas urbanizadas. O ciclo da água nas áreas urbanas é consideravelmente diferente comparado ao das áreas naturais. Na verdade, por causa das grandes áreas impermeabilizadas, o principal fluxo das águas nas áreas urbanas é o seu escoamento (na horizontal) e consequentes enxurradas e inundações. Assim, nas cidades a infiltração da água só é possível nas áreas plantadas, enquanto que ela é o normal nos solos naturais e rurais. Assim, o grande desafio é favorecer a retenção de água e / ou sua infiltração, aumentando a presença de áreas verdes como parques, hortas, jardins e plantios nas coberturas prediais.

As pessoas que vivem nas cidades estão cada vez mais desejosas de espaços verdes para o seu bem-estar. Na verdade, a vegetação urbana pode fornecer vários serviços, tais como:

- Benefícios humanos (saúde, coesão social)
- Benefícios ambientais (biodiversidade, regulação térmica, qualidade do ar, ciclo da água e proteção do solo) e
- Benefícios econômicos (reuso de resíduos orgânicos, agricultura urbana, valorização ambiental, materiais para construções).

As cidades desenvolvem estratégias de reverdecimento e renaturação cujo sucesso depende da qualidade e das funções do solo e da água para o crescimento saudável das plantas. Com o objetivo de conciliar a expansão urbana e demográfica e o escoamento da água graças à maior presença de espaços verdes urbanos, várias soluções inovadoras em termos de gestão da água são necessárias.

O objetivo desta lição é mostrar as alternativas possíveis para a gestão da água, bem como os elementos fundamentais a serem considerados para a sua utilização eficiente nas áreas urbanas.

Hidrologia urbana

Em uma paisagem natural, o solo e a vegetação absorvem naturalmente 90% da precipitação através da infiltração no solo e da evapotranspiração. Em uma cidade, o asfalto, o cimento e os telhados escoam rapidamente a água, em enormes volumes de fluxo rápido. As áreas urbanizadas escoam mais de 500% do que as áreas naturais do mesmo tamanho. Essas enxurradas carregam contaminantes, sobrecarregam a rede de esgotos e são necessários mais tratamentos para a reutilização da água.

As soluções para a gestão hídrica urbana incluem a captação de água utilizando “piscinões” de armazenagem a céu aberto ou subterrâneas, e a infiltração, utilizando-se para isso pavimentos porosos como novos tipos de asfalto que possuem essa propriedade.

As infraestruturas verdes podem facilitar a gestão da água no nível dos bairros:

- As copas das árvores reduzem o escoamento graças à interceptação da água das chuvas;
- A infiltração da água nos terrenos plantados – parques, hortas e jardins urbanos - diminui o volume de água correndo na superfície e reduz as enxurradas;
- Os telhados verdes armazenam temporariamente a precipitação e favorecem a evapotranspiração.

Em geral, o escoamento aumenta quando as áreas de vegetação diminuem, e é reduzido quando existem telhados verdes. Em áreas de infraestrutura altamente densa, telhados verdes são uma maneira eficiente para reduzir o escoamento.

A infiltração de água no solo depende das propriedades físicas do solo: sua estrutura, granulometria, e condutividade hidráulica.

Assista à apresentação abaixo:



Potencial dos telhados verdes para controlar as enxurradas

Os telhados verdes têm origem há milhares de anos. Os telhados verdes mais famosos foram os jardins suspensos da Babilônia. Os telhados verdes modernos são feitos com um sistema de camadas colocadas sobre o telhado para suportar o meio de crescimento (substrato) e as plantas cultivadas. Este é um fenômeno relativamente novo e foi desenvolvido na Alemanha a partir da década de 1960, e se espalhou para muitos países. Os telhados verdes também tornam-se cada vez mais populares nos Estados Unidos, embora eles não sejam tão comuns como na Europa. Há três tipos de telhado verde: os intensivos, que são mais grossos, com uma profundidade mínima de 12,8 cm de solo, e podem suportar uma variedade maior de plantas (mas são mais pesados e requerem mais manutenção); os extensivos, que são rasos, variando em profundidade de 2 cm a 10 cm (mais leves do que os intensivos, requerendo manutenção mínima); e os semi-intensivos (com características intermediárias).

Os meios de cultivo utilizados nos telhados verdes podem ter diferentes funções (suporte da vegetação, filtragem), propriedades (capacidade de retenção de água, isolamento térmico) e composição.

Assista à apresentação abaixo:



Águas cinzas

As “águas cinzas” são aquelas geradas nas residências e nos edifícios de escritórios, mas sem contaminação fecal. As origens de águas cinzas incluem pias, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupas e máquinas de lavar louça. As águas residuais dos toaletes de qualquer tipo são chamadas de esgoto ou “águas negras”, para indicar que contêm excreta humano. No entanto, sob certas condições, vestígios de fezes podem entrar na corrente de águas cinzas através de efluentes do chuveiro ou da máquina de lavar roupa.

Geralmente, as águas cinzas são mais seguras para manejar, tratar e reutilizar localmente, para descarga do vaso sanitário, irrigação no paisagismo e de culturas agrícolas, e outros usos que não exijam potabilidade. A reutilização das águas cinzas nos sistemas hídricos urbanos proporciona benefícios substanciais para o subsistema de abastecimento, reduzindo a demanda por água potável, e para os subsistemas de tratamento de águas residuais, ao reduzir a quantidade de águas servidas a serem transportadas e tratadas.

A composição das águas cinzas depende principalmente da origem geográfica, da categoria da construção, da atividade dos ocupantes. A maior parte delas é mais fácil de tratar e reciclar do que as águas negras, por causa dos níveis mais baixos de contaminantes. Se forem coletadas num sistema de encanamento separado das águas negras, as águas cinzas podem ser usadas diretamente. Se armazenadas, elas devem ser usadas dentro de um tempo muito curto ou darão início a um processo de putrefação devido aos sólidos orgânicos contidos. E nunca podem ser usadas para beber.

Os processos de tratamento que podem ser utilizados são os sistemas biológicos (*wetlands* construídos, paredes verdes, biodigestores) e os sistemas mecânicos (filtros de areia). Na França, se o tratamento das águas cinzas for apropriado, a sua reutilização é possível para abastecer o vaso sanitário, irrigar os espaços verdes e lavar as calçadas e outras superfícies externas.

As principais vantagens do uso de águas cinzas na irrigação incluem a preservação dos recursos hídricos e a oferta de nutrientes; os principais inconvenientes são a salinidade, a acumulação de metais e a eventual presença de patógenos.

Assista à apresentação abaixo:



Reservatórios para conter as enxurradas das vias urbanas

Os fluxos de água nas áreas urbanas são diferentes em relação dos que ocorrem nas áreas naturais. Controlar o escoamento da água da chuva nas vias (vetor de contaminação) é uma necessidade. Uma possível solução é a sua retenção / infiltração em reservatórios de água.

Esses reservatórios podem ter várias funções: regular o fluxo de água, recarregar o lençol freático, filtragem e depuração. No fundo, eles apresentam solo impermeável que melhora a infiltração (?) da água, coberto por uma camada de sedimentos com as seguintes propriedades:

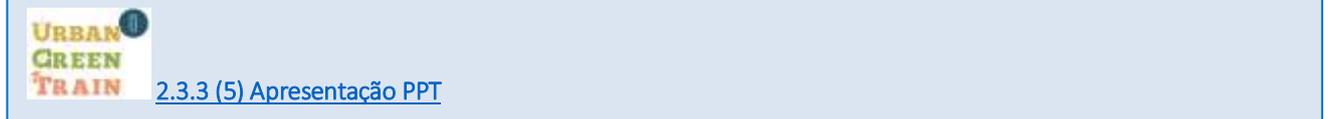
- Textura fina
- Alto teor de matéria orgânica
- Elevada capacidade de retenção de água
- Baixa capacidade de infiltração
- Comportamento hidrofóbico

O teor de matéria orgânica afeta a condutividade hidráulica em condições de saturação; quanto maior for o conteúdo de matéria orgânica, menor será a condutividade.

Assista à apresentação abaixo:



Tarefa 2.3.3. Assista à apresentação abaixo e reflita sobre o que é solicitado:



2.4 – A agricultura urbana na melhoria do clima urbano

Introdução

Este capítulo irá capacitar os estudantes a compreenderem a ligação entre a urbanização e a poluição do ar, e relacionarem as infraestruturas verdes com os serviços ecossistêmicos, incluindo a filtragem do ar e a moderação do microclima.

Ao finalizar este capítulo, os participantes estarão aptos a projetar infraestruturas verdes de filtragem do ar e operações de agricultura urbana resilientes aos extremos climáticos.

2.4.1 A agricultura urbana para a melhoria do clima urbano

As últimas décadas são caracterizadas por um intenso, contínuo e complexo processo de urbanização, e hoje quase 54% da população mundial vive em áreas urbanas, sendo que 3/4 dos europeus vivem em regiões metropolitanas (OMS, 2015).

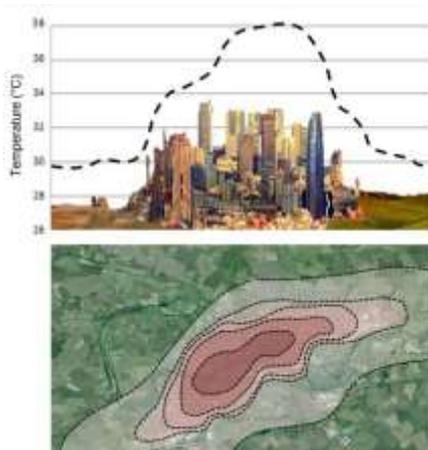
De modo consistente, a reconciliação entre o desenvolvimento de nossas cidades com a devida proteção do meio ambiente está se tornando um desafio importante. As cidades são compostas por estruturas e intervenções extensivas de origem antropogênica, que concentram nesses centros diversos problemas ambientais (Naishi et al., 1998).

Grande parte do solo urbano tende a ser selado por materiais impermeáveis, tornando-os superfícies que não absorvem água e aumentam a ocorrência de enxurradas.

Além disso, a maior parte dos materiais estruturais que são usados nesses ambientes são geralmente caracterizados por seu baixo "albedo" (a propriedade de uma superfície para refletir a radiação solar), um fato que intensifica a conversão e a conservação da radiação térmica em maior calor sensível quando comparado com as áreas rurais próximas. Assim as superfícies urbanas tendem a ser mais quentes do que as rurais e naturais (Naishi et al., 1998; Britter & Hanna, 2003).

Esse efeito é exacerbado em cidades onde as infraestruturas verdes estão raramente presentes. Em outras palavras, conforme as superfícies verdes permeáveis vão sendo substituídas por solos impermeabilizados, a água disponível para evaporação é reduzida no ambiente, agravando o fluxo do calor latente. Como resultado, especialmente na ausência de chuva, o valor da 'razão de Bowen' (fluxo de calor sensível / fluxo do calor latente) se torna bastante elevado (Bonafè, 2006).

Quando as curvas isotérmicas são plotadas numa mapa climático, o resultado parece com o contorno topográfico de uma ilha.



Representação gráfica do efeito de ilha de calor urbano na linha do horizonte de uma cidade (em cima), mostrando as diferenças de temperatura entre o campo e a cidade à tarde. A temperatura no centro urbano pode ultrapassar em 8 a 10°C a predominante nas áreas rurais circundantes. Embaixo, a simulação dessas medidas térmicas num mapa, onde é possível observar o efeito 'ilha de calor urbano' (ICU).

Esta é a razão pela qual a camada superficial do solo urbano provoca o efeito chamado "ilha de calor urbano" – ICU (Naishi et al., 1998). Em cidades densamente povoadas, a temperatura mais alta também está relacionada com o aumento do consumo de energia com ar refrigerado nos prédios e com a poluição causada pelo tráfego rodoviário, incluindo a emissão de dióxido de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e partículas em suspensão, que agravam o efeito-estufa (Henderson et al., 2001; Koppe, 2004). Os efeitos da poluição podem ser exacerbados em climas com uma estação marcadamente quente (White et al., 2001; Koppe, 2004).

A poluição do ar tornou-se um problema desde o início da revolução industrial. Transportes, atividades industriais, aquecimento doméstico e incineração de resíduos são as principais fontes de poluentes atmosféricos. Os principais poluentes produzidos por atividades humanas são os óxidos de enxofre (em especial o dióxido de enxofre, SO₂), óxidos de nitrogênio (principalmente o dióxido de nitrogênio, NO₂), o monóxido de carbono (CO), os compostos orgânicos voláteis (COV, principalmente o metano, CH₄) e partículas em suspensão constituídas por poeira com diâmetro entre 10 µm e 2,5 µm (PM₁₀ e PM_{2,5}), bem como por outras substâncias dissolvidas.

Estudos recentes (Banting et al, 2005; Rosenzweig et al, 2006) apontaram que o aumento de infraestruturas verdes em ambientes urbanos pode contribuir não só para a mitigação dos problemas microclimáticos, mas também prestar uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, como a melhora da qualidade do ar (Currie & Bass, 2008; Fale et al, 2012), ou fornecer resiliência diante de eventos meteorológicos extremos (Berndtsson, 2010; Gregoire & Clausen, 2011).

Nesta seção, serão exploradas as funções ambientais da agricultura urbana e, de modo mais geral, das infraestruturas verdes urbanas, com uma visão em particular do papel que podem desempenhar na qualidade atmosférica e microclima das cidades.



Tarefa 2.4.1 Por favor leia o artigo indicado abaixo e complete o teste a seguir



[2.4.1 UA as green infrastructure: the case of New York City](#)

(ou leia o artigo sobre Nova York em português)

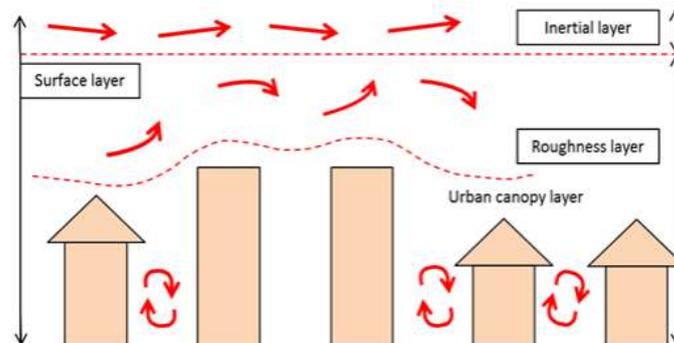
1. A maior parte da superfície das cidades é permeável, permitindo a rápida drenagem das águas da chuva.
 Verdadeiro
 Falso
2. O ambiente urbano é geralmente mais quente do que as áreas rurais ao redor
 Verdadeiro
 Falso
3. As infraestruturas verdes mitigam o clima urbano por meio da transpiração das plantas
 Verdadeiro
 Falso
4. PM₁₀ significa:
 Poeira com diâmetro maior do que 10 µm
 Poeira com diâmetro menor do que 10 µm
5. As principais causas das ilhas de calor urbano são (favor marcar as opções corretas):
 Infraestruturas verdes
 Tráfego motorizado
 Vento encanado pelos edifícios
 Uso de aparelhos de ar refrigerado

2.4.2 Filtragem do ar pelas infraestruturas verdes

A vegetação urbana afeta a qualidade do ar ao eliminar os poluentes atmosféricos. O efeito de purificação do ar pode ser causado aerodinamicamente, quando a massa vegetal fica no caminho do vento e retém partículas, ou por absorção, através da abertura dos estômatos das folhas durante os processos fisiológicos de fotossíntese e transpiração das plantas (Chapparo e Terradas, 2009).

As áreas vegetadas são sumidouros de CO₂ porque as plantas absorvem o carbono disponível no ar para formar sua biomassa, por meio da fotossíntese (McPherson e Simpson, 1998). Em um estudo recente (Davies et al. 2011), estimou-se que as hortas domésticas permitem o armazenamento de cerca de 0,76 kg C /m². De fato, a presença de infraestruturas urbanas verdes altera fisicamente a distribuição dos poluentes transportados pelo ar, ao atuarem como um obstáculo que exerce uma força de atrito sobre a atmosfera (Britter & Hanna, 2003).

Considerando-se o perfil do ar urbano, a “camada rugosa” (ou canópia urbana) é aquela mais próxima do solo das cidades, estendendo-se para cima até aproximadamente a altura média dos edifícios.



Representação gráfica dos efeitos do perfil urbano na fricção induzida na baixa troposfera, reelaborada por Oke (1987) e Britter & Hanna (2003)

O impacto mecânico da canalização e recirculação da turbulência do ar, quando combinado com altas emissões de poluentes, leva à elevação da poluição e seus riscos dentro dos “cânions” urbanos (Jeong & Andrews, 2002; Kastner-Klein et al., 2004).

Com efeito, no interior do perfil dos corredores formados pelos prédios nas ruas, existe uma acumulação de poluentes concentrados devido à recirculação na forma de vórtice. A renovação do ar tende a ser reduzida, causando preocupações crescentes relacionadas com a saúde da população que vive nessas condições atmosféricas (Kastner-Klein, 2004).

Nas plantas, a absorção dos poluentes aéreos ocorre principalmente por meio da sua entrada pela abertura dos estômatos (Winner, 1994) e durante os processos fisiológicos da fotossíntese da planta e transpiração. Estes são processos passivos, pelo que os gases dispersos na atmosfera entram na planta.

Após incorporados aos tecidos vegetais, alguns poluentes dissolvidos no ar, como NO_x e SO_x são absorvidos por processos bioquímicos ativos, e usados em seus processos metabólicos (Baldocchi et al., 1987).

Partículas de pó em suspensão no ar (medindo entre PM_{10-2,5}) são removidas da atmosfera através da deposição eletrostática sobre a cutícula das folhas (Prajapati, 2012), e a seguir são parcialmente absorvidas, escorridas para o solo com a água da chuva, ou resuspensas no ar.

Estudos recentes mostraram que a criação de novas infraestruturas verdes em áreas urbanas reduz significativamente os poluentes transportados pelo ar, contribuindo indiretamente para a melhora da saúde ambiental e do bem-estar dos cidadãos (Nowak et al., 2006).

As coberturas verdes já mostraram sua eficiência na remoção das partículas do ar urbano.

A capacidade das plantas para reduzir os gases dissolvidos e os particulados presentes no ar é atribuída às superfícies de impacto fornecidas pelas folhas e copas, que aumentam os efeitos de interceptação e depuração do ar (Petroff et al., 2008).

Isso, no entanto, é uma área relativamente nova de estudo, e a compreensão sobre a capacidade de tais infraestruturas verdes para filtrar o ar prosseguirá aumentando no futuro próximo (Currie e Bass, 2008).



Tarefa 2.4.2. Após ler a lição, responda à seguinte questão

Marque as respostas corretas:

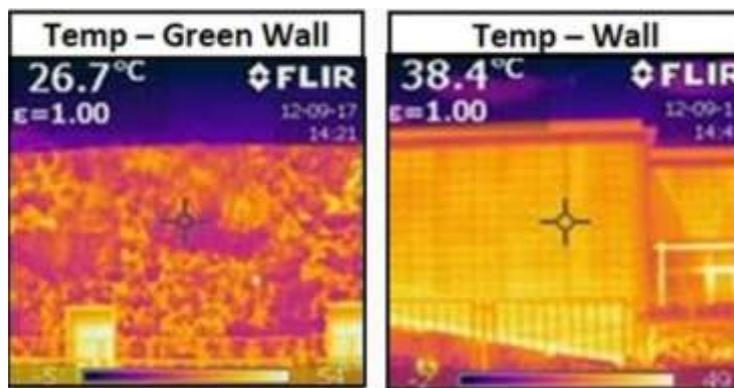
- As plantas absorvem oxigênio durante a fotossíntese
- Dentro dos cânions urbanos, os poluentes se acumulam, causando riscos de contaminação
- A qualidade do ar pode ser melhorada pelas infraestruturas verdes por meio da deposição das partículas de poeira (p.ex. $PM_{10-2.5}$) nas folhas das plantas.

2.4.3. Minimizando o efeito de ilha de calor urbano

O efeito de ilha de calor urbano consiste no aumento da temperatura em áreas urbanizadas em comparação com o campo rural circundante (Phelan et al., 2015) devido a atividades humanas e à maior absorção da radiação solar por materiais artificiais (asfalto e cimento).

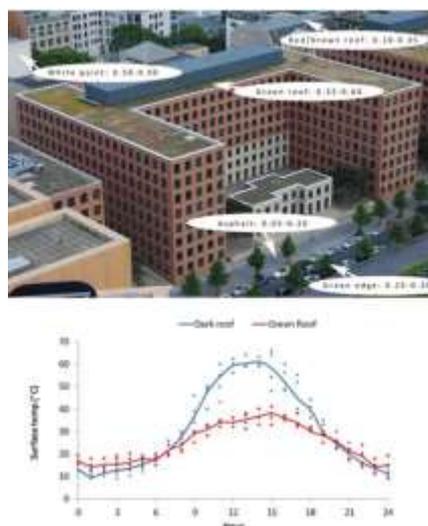
A vegetação pode desempenhar um papel fundamental para contribuir na regulação da temperatura das cidades, uma vez que, através da evapotranspiração, a temperatura do ar pode ser reduzida. Phelan et al. (2015) relataram o aumento da vegetação em áreas urbanas como uma possível remediação para o fenômeno da ilha de calor urbano.

Nos últimos anos, a adoção de infraestruturas verdes por suas funções energéticas e ecológicas tornou-se uma política de governança bem estabelecida. Colocando um dossel vegetado sobre e em torno das estruturas construídas, os primeiros efeitos observados são a mitigação da temperatura e a redução do custo de energia associado com o condicionamento do ar, especialmente durante o verão.



Análise realizada com uma câmara de imagem térmica pelo CNR de Bolonha (Itália) mostrando as diferenças de temperatura entre uma parede coberta por plantas e uma concreto exposto ao sol.

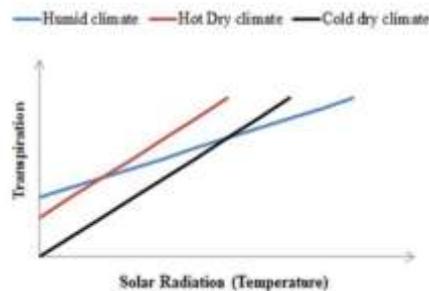
O efeito de arrefecimento indireto propiciado pelas estruturas vegetais é determinado por uma grande capacidade de proteção contra a radiação térmica, reduzindo em primeiro lugar a temperatura da superfície dos edifícios (Wong et al., 2003a). Este benefício é uma consequência direta da modificação do albedo de paredes e telhados. Edifícios com telhados escuros e impermeáveis têm geralmente um baixo albedo, o que significa maior absorção da radiação solar e aumento da temperatura ambiente.



Diferentes efeitos de albedo nas superfícies do edifício. Em cima, os valores do albedo de diferentes elementos da paisagem urbana. Abaixo, as temperaturas de superfície dos telhados convencionais e verdes, medidas durante um ensaio experimental no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Bolonha, Itália (dados não publicados, 2015). As temperaturas foram medidas com um sensor térmico PT100 (Rhopoint Components, East Grinstead, Reino Unido)

Isso se traduz em um aquecimento superficial mais intenso, especialmente se comparado com um dossel vegetal. Durante o verão, isto leva ao aumento do efeito de ilha de calor, a um maior consumo de energia para refrigeração artificial dos interiores e a mais poluição.

Nas cidades europeias, mais de 90% dos telhados são de cor escura e a temperatura da sua superfície sob a luz do sol atinge cerca de 80°C, com impacto negativo na duração do material isolante à prova de água (Santamouris, 2014). Alternativamente, a adoção de telhados verdes promove a conversão da energia solar em evapotranspiração (e resfriamento), bem como o crescimento de plantas. Este é particularmente o caso durante o verão, dada a relação direta entre a transpiração das plantas, a radiação solar e a temperatura. Consequentemente, tanto a cobertura vegetal como o substrato adotado proporcionam isolamento térmico.



Representação gráfica da relação entre radiação solar, temperatura e transpiração das plantas

Usando as plantas em vez de ar condicionado – e economizando dinheiro

As áreas urbanas têm geralmente um nível mais baixo de umidade do que o campo ao redor delas, efeito da ausência da vegetação e à absorção aumentada da energia do sol causada pelas inúmeras superfícies asfaltadas escuras ou concretadas.

Esse fenômeno, conhecido como o efeito de ilha de calor urbano, pode ter sérias consequências para as pessoas vulneráveis, como aquelas que estão cronicamente doentes ou idosos, particularmente durante as ondas de calor. O ar úmido gerado pela vegetação natural ajuda a combater este fenômeno.

Os níveis de umidade podem também ser artificialmente aumentados com a utilização de eletricidade para evaporar a água, mas isso custaria muito mais do que utilizar a vegetação natural (cerca de 500.000 euros por hectare).

Trabalhar com a natureza e utilizar infraestruturas verdes num ambiente urbano, por exemplo, através da incorporação de parques ricos em biodiversidade, espaços naturais, coberturas e paredes verdes e corredores de ar fresco, é geralmente uma opção muito mais barata e versátil para ajudar a mitigar o efeito da ilha de calor urbano.

Também pode ajudar a absorver as emissões de CO₂, melhorar a qualidade do ar, reduzir as enchurradas e aumentar a eficiência energética.



Tarefa 2.4.3: Após ler a lição, por favor complete:

- *O efeito de ilha de calor urbano causa _____ mais elevada em áreas urbanas em comparação com a paisagem circundante.*
- *A vegetação reduz a temperatura da superfície por efeito do sombreamento direto, devido ao maior _____ (em comparação com superfícies escuras impermeáveis), que significa maior reflexão da energia solar.*
- *Durante o verão, temperaturas mais altas e maior radiação solar resultam no aumento da _____ das plantas.*

2.4.4. Financiando iniciativas de agricultura urbana para melhorar o clima das cidades

O setor privado também tem um papel importante a desempenhar investindo na agricultura urbana e, mais em geral, no desenvolvimento de tecnologias "verdes" inovadoras. No entanto, os projetos de AU são complexos e muitas vezes percebidos como arriscados pelos investidores, particularmente nos seus primeiros estágios de desenvolvimento.

Instrumentos financeiros específicos (por exemplo, práticas de partilha de riscos) podem ajudar a reduzir os riscos associados aos projetos de agricultura urbana. Por conseguinte, a Comissão Europeia e o Banco Europeu de Investimento (BEI) estão implementando uma série de opções para estabelecer um mecanismo de financiamento que apoie os investimentos relacionados com o 'capital natural', incluindo projetos de agricultura urbana.



Tarefa 2.4.4: Por favor escolha um tópico de projeto (um dos dois listados abaixo ou qualquer outro) e levante as informações necessárias para preencher a tabela de modo a propor um projeto de negócio a um potencial financiador:

Tópico	Limitações atuais		Melhorias graças ao projeto	
	Financeiras	Ambientais	Diretas	Indiretas
Cultivos na cobertura versus climatização do prédio	Custos com energia (p.ex. Euro / m ³ / ano ⁻¹)	Pegada ecológica (p.ex. emissão de CO ² em kg liberados)	Isolamento térmico (p.ex. redução da temperatura no verão (em °C))	Bem estar dos usuários (p.ex. lazer, custo com saúde durante as ondas de calor)
Paredes internas verdes nos escritórios	Custos sanitários (p.ex. custos com saúde)	Compostos orgânicos voláteis (VOCs) (p.ex. ver Wolkoff, 2013)	Filtragem do ar (p.ex. quantidade de poluentes filtrados pela canópia das plantas)	Bem estar dos usuários (p.ex. redução dos custos com saúde; responsabilidade social corporativa)

2.5 – Pontos de destaque: relembando a dimensão econômica

2.1 Agricultura urbana para a biodiversidade e a ecologia

- A agricultura urbana está ganhando importância para garantir o abastecimento de comida e a segurança alimentar num ambiente de crescente urbanização;
- Expansão urbana / urbanização: perda de terras agrícolas como um desafio para as fazendas produtivas operarem de forma rentável; a agricultura tradicional (a produção em massa de culturas e animais) muitas vezes já não é mais lucrativa;
- A infraestrutura verde e as questões de biodiversidade são capazes de dar origem a áreas de negócios de AU (grandes operações comerciais, mas também iniciativas públicas e privadas de menor escala);
- Considere os desafios relacionados ao ambiente das cidades, como solos poluídos, poluição atmosférica etc., ao se produzirem alimentos em áreas urbanas.

2.2 Agricultura urbana na redução da pegada ecológica urbana

- Sistemas de produção inteligentes com relação ao clima, via produção local, metabolismo circular e autossuficiência;
- A produção local pode reduzir as milhas alimentares e mitigar os impactos ecológicos, oferecendo simultaneamente estratégias empresariais promissoras (sistemas alimentares locais, agricultura apoiada pela comunidade, acordos de comercialização direta, etc.);
- A redução dos resíduos alimentares, tanto na produção como na fase de consumo, pode causar influências econômicas na exploração agrícola e também no nível do sistema alimentar;
- A redução da pegada ecológica é capaz de criar áreas de negócios promissoras (para as operações produtivas maiores, mas também para iniciativas públicas e privadas menores).

2.3 A agricultura urbana, o uso eficiente de recursos e a gestão dos resíduos

- De resíduos a recursos: a coleta de água da chuva, a compostagem dos resíduos vegetais e alimentares, bem como o reuso de águas cinzas oferecem diversas oportunidades econômicas em potencial.



Tarefa 2.5: Por favor apresente brevemente ideias (1 parágrafo para cada) sobre:

- transformar resíduos em recursos;
- coletar água da chuva;
- reusar águas cinzas de modo a beneficiar economicamente a agricultura urbana.

>> Mais detalhes serão oferecidos no Módulo 5, que foca na dimensão econômica da agricultura urbana.