

O papel da Agricultura Urbana na gestão sustentável dos nutrientes urbanos

Apresentação

A gestão dos resíduos urbanos é uma obrigação dispendiosa para a maioria das cidades.

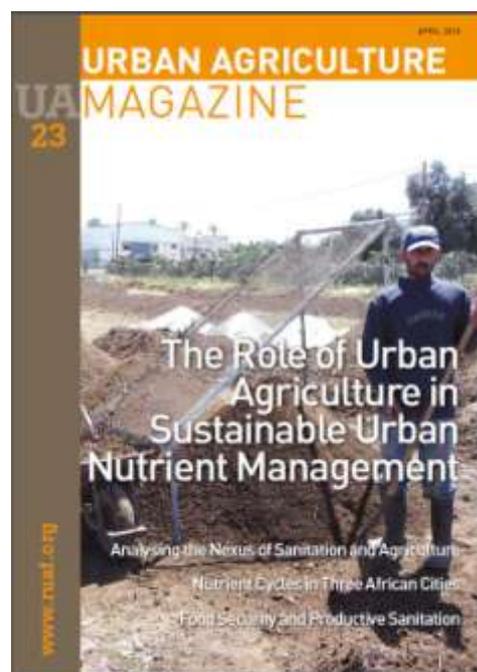
Hoje, em vez de despejar o lixo da cidade em seus arredores, poluindo e degradando a natureza, cresce a compreensão de que a compostagem e o reuso local constituem uma maneira ambientalmente atraente para gerir parcelas significativas desses recursos (que de outro modo seriam desperdiçados), principalmente nos países de menor renda.

Outros argumentos para a reciclagem dos resíduos orgânicos urbanos provêm do rápido aumento nos preços dos fertilizantes convencionais e do mercado instável do fósforo, que agravam cada vez mais a necessidade de fontes alternativas de fertilizantes.

Atualmente os agricultores do mundo usam, a cada ano, cerca de 150 milhões de toneladas de adubos sintéticos, enquanto que, no mesmo período, os sistemas de saneamento convencionais descartam, em rios e noutros corpos d'água, resíduos que equivalem a mais de 50 milhões de toneladas de fertilizantes, valendo cerca de 15 bilhões de dólares.

O excreta humano (fezes e urina) representa uma rica fonte de matéria orgânica e de nutrientes inorgânicos essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio. A cada dia, cada pessoa excreta cerca de 30 g de carbono, 10 a 12 g de nitrogênio, 2 g de fósforo e 3 g de potássio.

Contudo, existem desafios relacionados à consciência e ao conhecimento, às regulamentações, à necessidade de dados sobre a lacuna existente entre o reuso atual e o potencial, e às questões organizacionais e infraestruturais, para que o saneamento ecológico possa ganhar escala e alterar o atual quadro de desperdício e contaminação.



Sumário

- 03. Editorial
- 114. Fechando o ciclo rural-urbano dos alimentos e nutrientes na África Ocidental: verificando a realidade
- 123. Analisando a relação entre o saneamento e a agricultura na escala municipal
- 129. Fechando o ciclo do fósforo em Hanói, Vietnã
- 133. Pesquisando os padrões no manejo do nitrogênio na agricultura periurbana de Hanói, Vietnã
- 138. Os ciclos dos nutrientes em três cidades africanas
- 146. A compostagem descentralizada dos resíduos do mercado de Conacri, Guiné
- 152. O Jardim Produtivo: uma experiência em Belo Horizonte, Brasil
- 158. Melhorando a segurança alimentar por meio da gestão ambiental em Ibadan
- 63. A gestão municipal dos resíduos sólidos como um incentivo para a agricultura urbana em Puna, Índia
- 68. Substratos comerciais para a agricultura urbana em Bogotá
- 73. Usando o planejamento urbano participativo para fechar o ciclo dos nutrientes nas Filipinas
- 80. Resíduos orgânicos urbanos como fonte de nutrientes: a necessidade de aumentar a conscientização
- 84. Não há lugar como o lar: capacitação em programas de "mestres compostores"
- 92. Produzindo fertilizantes orgânicos em banheiros secos com desvio da urina em Dongsheng, China
- 95. O papel da agricultura urbana na gestão do lixo na Cidade do México
- 99. Segurança alimentar e saneamento produtivo: guia prático sobre o uso da urina na produção agrícola
- 105. O mercado emergente do excreta humano tratado em Ouagadougou
- 115; ntroduzindo a urina como um fertilizante alternativo: estudos de caso na Nigéria e em Gana

A gestão dos resíduos visando à recuperação dos nutrientes: opções e desafios para a agricultura urbana

Olufunke Cofie, IWMI-Ghana, RUAF
René van Veenhuizen, ETC-UA, RUAF
Verele de Vreede, WASTE
Stan Maessen, WASTE - ISSUE

A agricultura urbana é uma resposta ao aumento da demanda por alimentos e à proximidade do mercado consumidor das cidades. Esse modo de produzir alimentos é altamente dependente da disponibilidade de espaço, nutrientes e água. Do mesmo modo como o acesso ao espaço e à água depende das condições locais, os agricultores devem recorrer às diversas fontes de nutrientes orgânicos e inorgânicos disponíveis. A principal fonte é representada pelos resíduos dos alimentos que fluem através da cidade, incluindo o lixo das cozinhas, mercados e feiras, mas também todo o excreta gerado pelas pessoas e pelos animais. A maior parte desses recursos acaba descartada em lixões e aterros mal geridos, poluindo o ambiente das cidades e suas periferias, e transformando-os no chamado “ralo urbano” dos nutrientes.



Aplicação de urrina testada em tomate (Foto: CREPA)

Esta edição da Revista de Agricultura Urbana apresenta opções para “fechar o ciclo dos nutrientes” por meio da reciclagem segura dos resíduos urbanos, e afirma que a agricultura urbana pode desempenhar um papel importante para viabilizar uma gestão urbana sustentável dos nutrientes.

A rápida urbanização em muitas cidades está associada ao aumento da pobreza urbana, aumentando a insegurança alimentar e a desnutrição. A recente crise econômica e alimentar levou os governos nacionais e municipais a perceberem que a *segurança alimentar urbana* é uma questão muito importante a demandar a intervenção de políticas públicas. Juntamente com o uso eficiente da água na agricultura, o uso produtivo e seguro das águas servidas urbanas, das águas das chuvas e dos resíduos orgânicos foi identificado como um meio sustentável para produzir alimentos para as cidades em expansão (SUSANA, 2009).

A gestão dos resíduos urbanos é uma obrigação dispendiosa para a maioria das cidades. Hoje, em vez de despejar o lixo da cidade em seus arredores, poluindo e degradando a natureza, cresce a compreensão de que a compostagem e o reuso local constituem uma maneira ambientalmente atraente para gerir parcelas significativas desses recursos (que de outro modo seriam desperdiçados), principalmente nos países de menor renda.

Outros argumentos para a reciclagem dos resíduos orgânicos urbanos são fornecidos pelo rápido aumento nos preços dos fertilizantes convencionais e pelo mercado instável do fósforo, que tornam cada vez mais importante a necessidade de fontes alternativas de fertilizantes. A crise na oferta de fósforo irá se tornar um dos grandes problemas nos próximos anos. De acordo com os especialistas, as reservas globais estarão praticamente esgotadas em futuro não muito distante (Brown, 2003).

O pico na produção de fósforo e a necessidade de reciclagem

A crise na oferta de fósforo para a agricultura se tornará uma dos problemas mais importantes para a agricultura mundial nos próximos anos, e essa crise iminente representa um problema crucial para a oferta global de alimentos. O fósforo é um nutriente essencial para todas as plantas e animais. Ele também é um dos três macronutrientes básicos (juntamente com o nitrogênio e o potássio) dos fertilizantes químicos comerciais, e portanto fundamental para o atual sistema de produção de alimentos no mundo.

A demanda por fosfatos está aumentando, embora as reservas fósseis sejam finitas.

As reservas dos EUA vêm decrescendo rapidamente desde 2006, e prevê-se que as fontes economicamente viáveis estarão esgotadas em 25 anos. De acordo com os especialistas, as reservas globais estarão esgotadas em aproximadamente 100 anos. O fornecimento global de fosfato *recuperável* (cuja extração é economicamente viável) é limitado, concentrando-se apenas em alguns poucos países:

Marrocos/Sahara Oriental, China, EUA, África do Sul e Jordânia. Os preços do fosfato são definidos principalmente pelos três maiores produtores: EUA, China e Marrocos. O problema é ainda mais sério, já que o fosfato é crucial na produção de fertilizantes e não existem alternativas a ele. Outras fontes conhecidas de rochas fosfáticas não são economicamente viáveis de serem exploradas. A necessidade de encontrar fontes alternativas de fosfato está se tornando cada vez mais urgente.

Existem poucas soluções para o problema além da maior eficiência na gestão dos nutrientes na agricultura e na recuperação dos nutrientes contidos nos resíduos: águas servidas, esterco animal e excreta humano. A reciclagem dos fosfatos contidos no excreta humano e animal contribuirá para fechar o ciclo do fósforo envolvido na alimentação humana. Hoje aproximadamente 11,4 milhões de toneladas de fosfato são perdidas anualmente devido à erosão e às chuvas. A crise do fósforo certamente provocará novos desenvolvimentos e criará oportunidades de inovação tecnológica e negócios sustentáveis.

O Grupo-tarefa do Fluxo de Nutrientes (Nutrient Flow Task Group - NFTG) é uma iniciativa holandesa ligada à Rede de Revisão de Políticas para o Desenvolvimento (Development Policy Review Network - DPRN) que pretende acelerar a busca por soluções para o esgotamento do fósforo e o impacto global resultante.
<http://phosphorus.global-connections.nl>.

Hoje, no mundo, muitas autoridades já começam a enfrentar essas questões que afetam o desenvolvimento de cidades mais resilientes. A agricultura urbana oferece interfaces que conectam ambos os lados – a oferta de nutrientes (os resíduos) e a demanda por alimentos e renda – dentro e ao redor das cidades, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento econômico local, a redução da pobreza e a inclusão social dos pobres urbanos – em especial das mulheres – bem como reduz a vulnerabilidade das cidades e de seus habitantes. De fato, os ciclos dos nutrientes podem ser “fechados”, especialmente por meio da reciclagem segura dos resíduos, e os benefícios ambientais da agricultura urbana podem, assim, ser melhor aproveitados.

Os nutrientes

A agricultura é um setor fundamentalmente ligado ao ciclo dos macronutrientes como o fósforo, o potássio, o carbono, o nitrogênio e o enxofre ([ver artigo](#)). Existem dezesseis nutrientes essenciais necessários para a produção agrícola, que são geralmente divididos em macronutrientes e micronutrientes. Carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) são macronutrientes abundantemente disponíveis no ar. Outros macronutrientes devem estar disponíveis no solo, pois são normalmente necessários em grande volume para a produção comercial de alimentos (absorvidos pelas raízes na forma iônica). São eles: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).



Foto: CREPA

Ao longo desta edição devotaremos especial atenção aos três macronutrientes principais – N, P e K – geralmente exigidos pelas safras em grandes quantidades. O nitrogênio é o nutriente mais importante para o crescimento das plantas, e muitas vezes é o principal nutriente limitante, por sua carência no solo.

As principais fontes naturais de nitrogênio disponível para as plantas no solo são os materiais orgânicos decompostos nele e o nitrogênio capturado do ar pelos microorganismos fixadores do N atmosférico. A oferta de fósforo disponível para as plantas vem dos fosfatos solúveis no solo e da matéria orgânica mineralizada. A maior parte dos artigos desta edição da Revista de Agricultura Urbana se concentrará em questões ligadas ao nitrogênio e ao fósforo.

Embora os micronutrientes (incluindo cobre, ferro, manganês, molibdênio, bório, cloro e zinco) sejam necessários em quantidades menores do que os macronutrientes, eles são igualmente essenciais para o crescimento das plantas e para uma dieta humana balanceada. A IAASTD (relatório de 2009, www.agassessment.org) identificou a falta de alimentos ricos em micronutrientes como um importante problema em muitos países em desenvolvimento, e alertou que uma dieta mais nutritiva (incluindo mais hortaliças) e rica em micronutrientes é indispensável. Em muitos países, os micronutrientes estão disponíveis em quantidades suficientes no solo por meio da mineralização da matéria orgânica. Porém nos países mais sujeitos a fenômenos climáticos extremos, como nos trópicos e nas regiões muito secas, a disponibilidade dos micronutrientes pode variar muito.

Sob certas condições, os nutrientes também podem ocorrer em excesso com relação às necessidades das plantas, tornando-se tóxicos para elas. Isso também acontece com os elementos-traço (necessários em quantidades mínimas) como o chumbo, o cádmio e o cromo (todos metais pesados), nenhum dos quais é considerado nutriente.

Os efeitos na saúde e a concentração-limite de metais pesados com a qual ainda é possível praticar uma agricultura urbana segura têm sido muito debatidos (Puschenreiter *et al.* 1999, Barker *et al.*, 2007), sendo que a última varia extremamente para os vários elementos químicos. Cuidados como manter uma distância segura das principais fontes de contaminação (tráfego, fumaça e águas servidas industriais etc.), e a escolha do modo apropriado de conduzir os cultivos, podem reduzir o risco para a saúde dos consumidores (De Zeeuw e Lock 2001, Simmons *et al.*, 2010).

Gestão integrada dos nutrientes

As referências ligadas à gestão dos nutrientes urbanos muitas vezes tratam da prevenção do “super-enriquecimento” de ambientes frágeis (como áreas verdes urbanas e os corpos d’água nas proximidades de cidades) pelo excesso de fosfatos e de nitrogênio. Igualmente, a Parceria Global para a Gestão dos Nutrientes (Global Partnership on Nutrient Management - UNEP: www.gpa.unep.org) vê o aumento da consciência sobre as causas e consequências funestas desse super-enriquecimento como uma parte importante da gestão dos nutrientes, enquanto que discussões recentes procuram chamar a atenção para o saneamento melhorado (descentralizado) e para a reutilização produtiva dos efluentes – incluindo na agricultura urbana – como possíveis soluções.

Realmente muitos artigos desta edição tratam do reuso produtivo dos nutrientes disponíveis no lixo, nas águas servidas e nos efluentes do saneamento como uma opção

interessante para o manejo apropriado dos nutrientes (reciclando-os e fechando os seus ciclos).

O artigo indicado acima analisa os fluxos rural-urbanos dos nutrientes e as opções para sua reciclagem, para evitar que acabem nos esgotos e vazadouros de lixo, poluindo o meio ambiente (as cidades como “ralos dos nutrientes”). Os autores apoiam a ideia de que a produção de alimentos, especialmente dentro e ao redor das cidades, pode ser melhorada se os nutrientes e resíduos orgânicos resultantes do consumo urbano forem reciclados de volta graças à agricultura. Mas eles também alertam de que isso não é tão fácil por causa dos importantes desafios logísticos e financeiros. Vários artigos se debruçam sobre os ciclos dos nutrientes e discutem métodos para analisá-los.

Além da necessidade de fertilização dos parques e jardins urbanos, os nutrientes também são necessários nas atividades produtivas agrícolas de pequena escala, para consumo doméstico ou geração de renda. Uma das maiores limitações para a produtividade agrícola dentro e ao redor das cidades é que os agricultores não podem escolher seus locais de plantio, mas sim têm que usar aqueles que ainda não foram ocupados – ou que não podem ser ocupados por construções. Esses locais estão localizados muitas vezes em encostas, em áreas pouco férteis ou muito úmidas. Como as áreas agricultáveis nas cidades são limitadas, os agricultores não podem deixar suas áreas em pousio, descansando para se regenerar. Pelo contrário, os padrões da produção urbana são usualmente muito intensivos, com múltiplas colheitas ao longo do ano. Esses solos precisam da introdução constante de nutrientes e de cuidados de proteção de modo a aumentar sua capacidade de reter os nutrientes, melhorar a sua estrutura e a capacidade para conservar a umidade.



Aplicação de urina em (Foto: CREPA)

Frequentemente os adubos químicos não estão disponíveis ou não são acessíveis, por causa do preço, aos agricultores urbanos; porém mesmo o seu uso não bastaria, muitas vezes, para recuperar a fertilidade e a estrutura do solo. É importante aumentar o conteúdo de matéria orgânica para melhorar os solos pobres, na forma de estrume, sobras de colheitas ou composto. Esses materiais contêm nutrientes para as plantas de forma mais complexa, que são liberados gradualmente para uso das plantas à medida que se decompõem.

Diante do aumento inexorável dos preços dos fertilizantes químicos em todo o mundo, existe a necessidade de as autoridades agrícolas cuidarem dos resíduos-recursos ricos em nutrientes, e buscar soluções alternativas, como misturar fertilizantes orgânicos e inorgânicos – uma alternativa eficiente se comparada ao uso de apenas um deles, separadamente.

Um exemplo desse tipo de mistura é o *Comlizer*, descrito a seguir.

O **Comlizer** é um produto derivado da mistura dos resíduos orgânicos urbanos compostados (lixo orgânico e lodo de esgoto) adicionado de fertilizante químico à base de sulfato de amônia. Desenvolvido em Gana, ele foi testado no plantio de milho e comparado com a aplicação de NPK (15-15-15) e sulfato de amônia, como é usualmente praticado pelos agricultores. A colheita de milho nos lotes que receberam Comlizer na proporção de 91 kg N ha⁻¹ saiu-se bem na comparação com os lotes que receberam NPK (15-15-15) e sulfato de amônia na proporção de 150 kg N/ha.

A absorção de nitrogênio e fósforo nas plantas cultivadas com Comlizer foi 11% mais alta do que com NPK (15-15-15) + sulfato de amônia. Além disso, o conteúdo de matéria orgânica no solo tratado com Comlizer foi 22% e 64% superior, respectivamente, ao solo que recebeu NPK e ao que nada recebeu. A eficiência no aproveitamento da água foi 12% mais alta nos plantios com Comlizer do que nos tratados apenas com adubos químicos. Não houve problemas com metais pesados nem com pragas.

Comparado com a adubação mineral, o Comlizer melhorou a colheita, a absorção de nutrientes, o conteúdo de matéria orgânica no solo e a eficiência no uso da água. Além disso, Comlizer é relativamente barato: custa metade da mesma quantidade de sulfato de amônia (fonte: Adamtey *et al.*).

Experiências similares foram descritas nesta edição, onde fezes humanas são misturadas ao composto, resultando no aumento do crescimento das plantas.

A Gestão Integrada da Fertilidade do Solo combina o uso de fontes de nutrientes orgânicos e inorgânicos para aumentar a colheita, recuperar solos esgotados, e proteger a base natural dos recursos. Ela busca adaptar práticas locais de gestão da fertilidade do solo de modo a otimizar a efetividade dos insumos orgânicos e inorgânicos na produção agrícola.

Mas a gestão dos nutrientes – apenas - não pode assegurar a produtividade desejada nos sistemas agrícolas urbanos. Ela precisa ser combinada com a gestão apropriada da água e outras práticas agronômicas. E a gestão dos nutrientes orgânicos e inorgânicos precisa ser integrada aos sistemas agrícolas urbanos, inclusive os nutrientes das águas servidas.

Desafios para incrementar a gestão dos resíduos orgânicos

A maior parte das contribuições para esta edição descreve experiências com o uso de resíduos sólidos na produção de composto e sua utilização. E, realmente, em muitas cidades a gestão sustentável dos resíduos sólidos tornou-se um sério problema.

O volume de resíduos não é uma massa homogênea. A fração correspondente aos resíduos orgânicos costuma ser a maior parcela do lixo descartado, e a compostagem oferece portanto uma possibilidade para reduzir o volume total pela metade. Isso pode ter

consequências significativas para o sistema de transporte do lixo urbano (o principal custo na gestão do lixo), o que pode ser um incentivo para as autoridades municipais passarem a considerar a reciclagem mais seriamente, considerando-se a precariedade dos recursos financeiros, técnicos e institucionais para coletar, transportar, tratar e dispor, de modo seguro, o lixo municipal.

As abordagens adequadas precisam ser descentralizadas, o que permitiria o uso local do lixo orgânico sem custos significativos de transporte; daí a prioridade dada à compostagem de fundo-de-quintal (doméstica), seguida pelas abordagens comunitárias.

Uma avaliação de projetos de compostagem na África Oriental evidencia que, além da falta de cuidado com sua viabilidade financeira, outros problemas que frequentemente levam muitos projetos ao fracasso são a falta de análise de mercado e a integração institucional insuficiente (Cofie, Bradford e Drechsel, 2006). Um planejamento cuidadoso é necessário e deve basear-se em um modelo de negócio capaz de recuperar custos bastantes para tornar o sistema sustentável, ao mesmo tempo em que considera as relações institucionais e suas oportunidades, as fontes viáveis de materiais compostáveis e a quantificação da demanda pelo composto produzido.

Em muitos casos, a oferta de materiais orgânicos é muito maior do que a agricultura urbana pode, realisticamente, absorver. Isso pode limitar as perspectivas de crescimento da atividade da compostagem. Um levantamento da demanda deveria considerar todos os clientes potenciais e sua vontade e condições para pagar pelo adubo. Espera-se que uma demanda crescente por composto nas cidades que se expandem celeremente virá dos paisagistas (para uso em hortos, parques e jardins) e dos incorporadores de novos projetos imobiliários (ver o artigo sobre Puna, Índia). Como se verificou, grande parte dos agricultores urbanos está disposta a usar composto, embora nem todos tenham a necessária experiência. Uma orientação apropriada é necessária para os produtores conhecerem as vantagens do composto, e não perderem o interesse caso, por exemplo, a liberação de nutrientes não seja tão imediata como ocorre com os adubos minerais e o estrume.

Várias instituições relacionadas poderiam desempenhar o papel de regulador, administrador ou apoiador de iniciativas de beneficiamento dos resíduos. Os artigos sobre planejamento participativo e sobre programas de treinamento em compostagem, descrevem abordagens nas quais vários atores participam de um processo metódico de capacitação e planejamento. Outro artigo salienta que os elos entre setores como a gestão do lixo e os produtores de plantas e animais precisam ser aperfeiçoados.

As implicações sanitárias constituem uma preocupação importante relacionada com a reciclagem de resíduos orgânicos na agricultura urbana. Devido à estreita ligação da reciclagem de resíduos orgânicos com a cadeia alimentar, a questão da saúde é crucial, não apenas para os produtores envolvidos na produção agrícola urbana, mas também para os consumidores dos produtos derivados do lixo orgânico reciclado. Medidas sanitárias e de proteção bem simples podem ser adotadas para reduzir muitos desses riscos para a saúde. Vários artigos demonstram o valor agregado do reuso dos resíduos.

Por exemplo, o valor dos nutrientes do lixo sólido não coletado em Kumasi seria suficiente para pagar os custos da gestão dos resíduos sólidos de toda a cidade (US\$180.000 por mês).

Além disso, cerca de 80% dessa quantia é gasta na coleta do lixo e seu transporte para os locais de descarte, custo que seria drasticamente reduzido por meio da compostagem descentralizada, incluindo o benefício adicional para a comunidade produtiva local. O desafio para a prefeitura é usar o dinheiro economizado para subsidiar estações de compostagem. Isso não é fácil, já que outros gastos, como o funcionamento dos hospitais e escolas, têm alta prioridade nos orçamentos municipais.

Mecanismos alternativos de financiamento deveriam ser considerados, como os créditos de carbono (Clean Development Mechanism). Desviar o lixo sólido orgânico dos aterros sanitários por meio da compostagem é um dos modos mais simples para evitar a emissão de metano (um gás do efeito-estufa) e reduzir a poluição das águas subterrâneas pela lixiviação que ocorre nos aterros e lixões. Recuperar o metano existente nos depósitos de lixo continua sendo um desafio técnico por causa das grandes perdas devidas aos vazamentos difíceis de serem contidos.

A recuperação de nutrientes em sistemas de saneamento locais

Werner (2004) aponta que atualmente os agricultores do mundo usam, a cada ano, cerca de 150 milhões de toneladas de adubos sintéticos, enquanto que, no mesmo período, os sistemas de saneamento convencionais descartam, em rios e outros corpos d'água, resíduos que equivalem a mais de 50 milhões de toneladas de fertilizantes, valendo cerca de 15 bilhões de dólares. O autor propõe uma mudança no paradigma do saneamento, em direção à abordagem baseada na reciclagem e no fechamento do ciclo dos nutrientes.

O saneamento ecológico representa essa mudança, objetivando fechar os ciclos localmente. Baseia-se na concepção geral de que os fluxos de materiais são parte de um sistema ecológico que deve ser adequado às necessidades dos usos e condições locais de saneamento e agricultura. Contudo, também aqui existem desafios relacionados à consciência e ao conhecimento, às regulamentações, à necessidade de dados sobre a lacuna existente entre o reuso atual e o potencial, e às questões organizacionais e infraestruturais.

O *excreta* humano (fezes e urina) representa uma rica fonte de matéria orgânica e de nutrientes inorgânicos essenciais para as plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio. A cada dia, cada pessoa excreta cerca de 30 g de carbono, 10 a 12 g de nitrogênio, 2 g de fósforo e 3 g de potássio. A maior parte da matéria orgânica está contida nas fezes, enquanto que a maior parte do nitrogênio (entre 70 e 80%) e do potássio está na urina. A distribuição do fósforo entre a urina e as fezes varia entre 30-70 e 20-80%. A matéria orgânica e os nutrientes contidos no excreta humano podem ser reciclados e reusados como fertilizante e condicionador do solo, para fertilizar as colheitas e alimentar tanques para criação de peixes.

A capacidade fertilizante do excreta é, ao menos teoricamente, suficiente para uma pessoa produzir seus próprios alimentos. Embora esse modelo ignore as perdas inevitáveis no

sistema, significa que o excreta de uma pessoa durante o período de um ano contém nutrientes suficientes para produzir cerca de 250 kg de cereais. Entretanto, o valor dos nutrientes que podem ser recuperados durante a reciclagem seria menor do que o valor contido no excreta bruto. O tipo de coleta/armazenamento e o tratamento usado determinam quanto desses recursos pode ser recuperado e aproveitado, e, ao mesmo tempo, o quão seguro o produto final é para o consumidor final. Algumas opções simples e de baixo custo para o tratamento do excreta humano incluem as “constructed wetlands”, as “camas de secagem” e as lagoas de estabilização.

O excreta decomposto melhora a estrutura do solo, aumenta sua capacidade de reter umidade, reduz a incidência de pestes e doenças e neutraliza as toxinas do solo e os metais pesados. Porém os agricultores normalmente preferem o estrume animal por causa da falta de conhecimento, da percepção negativa (de diversos atores envolvidos) e dos possíveis riscos para a saúde associados ao uso do excreta humano indevidamente tratado e manejado.

A *urina humana* também é uma fonte bem balanceada de nutrientes (NPK) e contém nutrientes facilmente acessíveis para as plantas. O conteúdo exato de nutrientes depende do consumo de alimentos de cada pessoa. A urina coletada deveria então ser processada e usada como um fertilizante local na produção agrícola, fechando assim o ciclo dos nutrientes.

A urina em circuito (Foto: CREPA)



A urina é rica em nutrientes para as plantas, necessários para uma safra mais saudável e produtiva (Esrey *et al.*, 1998). O desvio total da urina pode recuperar a maior parte dos nutrientes normalmente desperdiçados nas águas residuais encaminhadas para o esgoto, 80% do nitrogênio (N), 55% do fósforo (P), 60% do potássio (K), bem como uma substancial parcela de enxofre e magnésio. Isso é o equivalente a aproximadamente 11g de N, 1g de P, 2,5 g de K por pessoa por dia, dependendo da sua dieta.

Grande quantidade de urina e de outros resíduos orgânicos é gerada diariamente nos centros urbanos. A urina pode ser coletada em garrafas e latões, mas para volumes maiores são necessários tanques ou “bombonas” de 20 litros. Estocar a urina por pelo menos um mês pode reduzir significativamente a presença de possíveis organismos patogênicos, e torná-la um fertilizante ainda mais seguro.

A urina geralmente representa um risco muito menor para a saúde do que o material fecal ou a água poluída. Porém, embora os agricultores geralmente aceitem bem o uso de esterco, a polêmica sobre o uso da urina continua, mesmo embora os elementos que nós encontramos na urina já tenham passado através do corpo humano e não podem passar pela barreira da planta para retornar ao corpo humano, por meio de sua ingestão.

ISSUE

Integrated Support for Sustainable Urban Environment (2007 – 2010)

(Apoio Integrado para o Ambiente Urbano Sustentável)

O objetivo do ISSUE é promover o saneamento e sua infraestrutura, bem como atividades ligadas à gestão dos resíduos urbanos, de modo a contribuir efetivamente para realizar os “Objetivos do Desenvolvimento do Milênio” – ODMs). Quinze municipalidades (em 13 países) estão envolvidas no programa, e cada município estabeleceu claramente os seus próprios objetivos para esses melhoramentos e expansão. No geral, a iniciativa irá beneficiar 75.000 famílias. Os principais beneficiários serão os usuários dos sistemas e os empreendedores que fornecem os serviços requeridos.

O programa do ISSUE inclui as seguintes características inovadoras:

- **Gerenciamento descentralizado**, realizado por comissões locais do programa.
- Uso do saneamento e da gestão dos resíduos sólidos como um trampolim para apoiar **meios de vida sustentáveis**.
- Um foco intensivo na modernização sustentável da gestão do ambiente urbano, baseada em um conjunto de abordagens e não em um grande e único sistema técnico.
- Um foco nos potenciais econômicos e ambientais que derivarão de uma melhor compreensão e de uma gestão aperfeiçoada dos recursos e dos ciclos de nutrientes dentro dos municípios – e entre eles.
- Um compromisso para explorar as sinergias derivadas da integração da gestão dos resíduos sólidos e dos sistemas de água e esgoto.

O programa está chegando perto de seu término, e vários municípios realizaram suas pesquisas sobre os ciclos de materiais e as possibilidades do reuso do excreta humano na agricultura. A Costa Rica realizou um estudo sobre os efeitos do reuso da urina na produção de milho. Os resultados podem ser encontrados em um “bioteste” que será publicado em breve. Em 2009, pesquisas semelhantes foram realizadas no cultivo da cana-de-açúcar.

A Índia também realizou pesquisas com o reuso da urina, focando na aplicação combinada com fertilizantes minerais em várias proporções. O objetivo foi estudar a produtividade da colheita e também os efeitos positivos no solo e nas plantas. O estudo foi desenvolvido pela Tamil Nadu Agricultural University nos anos de 2008 e 2009.

Da pesquisa à utilização

Uma quantidade considerável dos resíduos urbanos é biodegradável e portanto de interesse para ser reciclado em um recurso útil para a agricultura urbana e outras finalidades. Porém, apesar de todos os benefícios conhecidos e evidentes dos sistemas sustentáveis de saneamento voltados para o reuso, muitos desafios e problemas ainda precisam ser superados. Um desafio fundamental é que as soluções localmente apropriadas precisam ser amparadas por padrões que também ainda precisam ser implementados. Onde, por exemplo, apenas um tratamento parcial das águas servidas é possível (ou nem isso é possível), os riscos para a saúde do reuso produtivo das águas servidas podem ser reduzidos por meio de medidas complementares de redução de riscos, conforme explicado nas novas diretrizes da Organização Mundial da Saúde – OMS, para o uso seguro de águas residuais e excreta (OMS 2006, Drechsel *et al.* 2010).

Porém na maior parte do mundo, o novo paradigma do saneamento de ciclo fechado ainda não alcançou a legislação, e o reuso do lixo e das águas servidas ainda não está claramente incorporado nas políticas nacionais nem locais em muitos países. Realmente, em muitos deles a lei se cala sobre o reuso do excreta humano, ou não o encoraja. O medo dos impactos sanitários, as barreiras culturais e a ênfase no abastecimento da água para a população – mas negligenciando o seu retorno – são fatores que podem explicar a falta de políticas claras de apoio às opções seguras de reutilização dos resíduos urbanos.

Reverter tendências e padrões correntes requer a adoção de abordagens holísticas e integradas. Em muitos casos de planejamento urbano, os serviços de lixo, de água e de esgotos são geridos separadamente, e certamente quase nunca em conjunto com a agricultura urbana. Uma consultoria envolvendo os vários atores interessados, o planejamento em conjunto e os processos participativos de tomada de decisões serão necessários para adaptar as políticas existentes ou desenvolver outras totalmente novas. Na perspectiva da gestão de resíduos orientada para a reutilização, um ator chave corresponde às pequenas e microempresas, conforme o setor carece de modelos de negócios viáveis. Mais pesquisas aplicadas são necessárias para levantar os riscos e as opções para seu gerenciamento, e apoiar o diálogo visando à formulação de políticas públicas locais.

Hoje muitas áreas urbanas e periurbanas são grandes “bueiros” por onde escoam os nutrientes, já que o potencial de reciclagem dos elementos contidos nos resíduos orgânicos raramente é aproveitado, sendo, portanto, perdido. A agricultura urbana pode significativamente melhorar a gestão dos resíduos por meio do reuso produtivo (e seguro) dos resíduos orgânicos urbanos (por exemplo, no melhoramento dos solos, na reciclagem dos nutrientes, em ração animal) e das águas servidas (na irrigação, na reciclagem dos nutrientes).

Como os artigos desta edição demonstram, as vantagens da reciclagem do lixo urbano e dos efluentes do saneamento se combinam muito bem com a promoção da agricultura urbana, já que os produtores urbanos e periurbanos necessitam da matéria orgânica como condicionador do solo e dos nutrientes como fertilizantes, enquanto que as cidades

precisam economizar espaço nos aterros sanitários e reduzir seus custos, bem como diminuir as despesas com o manejo do lixo sólido municipal. Além disso, a atividade cria outras oportunidades, como emprego e renda, com o envolvimento de coletores de lixo informais e de empresários do setor privado.

Referências

- Adamtey, N., Cofie, O., Forster, D., 2009. An economic analysis of co-compost- fertiliser mixture (comlizer) use on maize production in the Accra plain of Ghana. Research Progress Report. Submitted to IWMI and Eawag/Sandec, p. 10.
- Barker, C., G. Prain, M. Warnars, X. Warnars, L. Wing, F. Wolf. 2007. Impacts of urban agriculture: Highlights of Urban Harvest research and development, 2003-2006 Peru: International Potato Center. 62pp.
- Brown, A. D. (2003) Feed or Feedback: Agriculture, Population Dynamics and the State of the Planet, International Books, Utrecht.
- Cofie, O. A Adam-Bradford and P. Drechsel, 2006. Recycling of Urban Organic Waste for Urban Agriculture. In: van Veenhuizen, R. Cities Farming for the Future, urban agriculture for green and productive cities. RUAF-IIRR-IDRC.
- Drechsel, P., C.A. Scott, L. Raschid-Sally, M. Redwood and A. Bahri (eds.) 2010. Wastewater irrigation and health: Assessing and mitigation risks in low-income countries. Earthscan-IDRC-IWMI, UK, 404 pp. www.idrc.ca/openebooks/475-8/
- Henaó and Baanante, 2006
- IAASTD: report 2009, www.agassessment.org
- Lock, K, and H. de Zeeuw. 2001. Mitigating the health risks associated with urban and peri-urban agriculture, Urban Agriculture Magazine 1 (3): 6-8.
- Puschenreiter Markus, Hartl Simmons, R. M. Qadir, P. Drechsel (2010) Farm-based measures for reducing human and environmental health risks from chemical constituents in wastewater. In: Drechsel, P., C.A. Scott, L. Raschid-Sally, M. Redwood and A. Bahri (eds.) Wastewater irrigation and health: Assessing and mitigation risks in low-income countries. Earthscan-IDRC-IWMI, UK, p. 209-238
- WASTE. 2006. End of the Pipe, report, which can be downloaded from www.waste.nl
- Werner, C. 2004. Ecosan – principles, urban applications & challenges. Presentation on the UN Commission on Sustainable Development, 12th session – New York, 14-30 April 2004
- WHO 2006, Guidelines can be downloaded from www.who.int/water_sanitation_health.
- Wilfried & Horak Othmar. 1999. Urban agriculture on heavy metal contaminated soils in Eastern Europe. Vienna: Ludwig Boltzmann Institute for Organic Agriculture and Applied Ecology.

Fechando o ciclo rural-urbano dos alimentos e nutrientes na África Ocidental: uma verificação da realidade

Pay Drechsel,
Olufunke Cofie e
George Danso

A rápida urbanização nos países em desenvolvimento intensifica os desafios para tornar uma quantidade suficiente de alimentos acessível para uma população urbana crescente, e gerir o fluxo de resíduos correspondente. Diferentemente das comunidades rurais, praticamente não existe, nas cidades, o retorno da biomassa alimentar e dos nutrientes nela contidos para o solo agrícola, reintegrados ao processo de produção de novos alimentos. A maior parte dos resíduos acaba em lixões e aterros sanitários, geralmente poluindo o meio ambiente urbano ou periurbano.

Esse processo transforma as cidades em grandes “ralos” por onde se esvaem os nutrientes, enquanto que as áreas produtivas rurais enfrentam um déficit crescente desses mesmos nutrientes (Drechsel e Kunze, 2001). Neste estudo, pretendemos promover uma compreensão maior dos fluxos de nutrientes que ocorrem entre as áreas rurais e urbanas, as opções para a sua reciclagem e o papel da agricultura urbana nesse processo, comparada com a produção agrícola periurbana e rural.

Quatro cidades (Accra, Kumasi e Tamale em Gana, e Ouagadougou em Burkina Faso) foram selecionadas ao longo de um gradiente sul-norte, cortando uma grande variedade de zonas agroecológicas.

Em cada cidade, analisamos qualitativa e quantitativamente os fluxos dos alimentos relacionados com os principais mercados, com o seu consumo e com a destinação dos resíduos gerados. Isso envolveu pesquisas nos mercados, nas moradias e nas ruas, ao longo das várias estações, entrevistando mais de 1.700 comerciantes, 4.835 famílias e 922 consumidores de alimentos vendidos nas ruas (Drechsel *et al.*, 2007).

Foram considerados 22 tipos de alimentos, incluindo frutas, hortaliças e produtos animais. A apresentação dos fluxos alimentares pode basear-se em diversos critérios, como o número de alimentos pesquisados, sua diversidade, seu conteúdo calórico ou vitamínico,

etc. Como estávamos interessados no ciclo dos nutrientes, nós observamos os volumes transportados e os nutrientes neles contidos. No estudo realizado em Kumasi, mais detalhado, todos os itens orgânicos não alimentícios (como madeira e ração animal) também foram considerados no levantamento do potencial total de resíduos orgânicos para compostagem (Belevi, 2002). O presente estudo foi acompanhado por uma análise da demanda pelos vários produtos reciclados a partir dos resíduos, em vários sistemas agrícolas, e uma variedade de cenários de análise de custo-benefício para diversas opções de demanda e oferta, tamanho das centrais de compostagem, capacidade de transporte etc., usando o *software* financeiro criado pela GTZ-GFA (1999) para a produção de composto.

Analisando a viabilidade da produção de composto

Os resíduos orgânicos podem ser reciclados em composto de alta qualidade, por meio de um processo cuidadoso, para fins agrícolas.

O sucesso de longo termo da produção comercial, entretanto, depende de vários requisitos. Um fator-chave é a viabilidade econômica. Antes de implantar uma operação de compostagem comercial, é preciso se assegurar de que a produção e comercialização do composto será economicamente atraente, e auto-financeável.

Em 1999, um projeto da GTZ sobre compostagem dos resíduos orgânicos municipais compilou um conjunto útil de materiais para auxiliar os planejadores e tomadores de decisões na avaliação da sua viabilidade.

O pacote de informações inclui uma ferramenta informatizada chamada "guia para tomadores de decisões sobre produção de composto". O programa oferece aos usuários um método fácil e rápido para determinar, diretamente a partir do processo de planejamento, os custos que precisarão ser cobertos (ver aqui: http://www.gfa-group.de/publications/home_beitrag_868146.html)

Fluxos de fora para dentro e vice-versa

Com base em seu peso, os alimentos amiláceos relativamente pesados como inhame, mandioca e banana-da-terra formam o principal componente de todos os fluxos alimentares que se movem para dentro e para fora das cidades, especialmente na região florestal da África Ocidental, conhecida como o "cinturão de tubérculos" africano.

Isso se reflete em cerca de 600.000 toneladas de inhame, mandioca e banana-da-terra que chegam a Kumasi anualmente, representando quase 2/3 do fluxo alimentar total que ingressa na cidade.

O volume desse fluxo exige a entrada na cidade de um caminhão padrão de sete toneladas a cada três minutos durante as horas úteis do dia – um desafio logístico por causa dos engarrafamentos muito comuns em Kumasi. Mais ao norte, os cereais tradicionais constituem importante parte da dieta local. O arroz, em particular, está se tornando crescentemente um alimento “da moda” dos moradores urbanos em Accra e nas regiões ao norte e ao sul da cidade. Cerca de 30-50% dos alimentos que entram nas cidades são revendidos por atacadistas para outras áreas fora dos centros urbanos.

Origem dos alimentos

Nas quatro cidades, os fluxos de alimentos que provêm das áreas rurais representam a principal origem dos alimentos consumidos. Dependendo da cidade, a agricultura rural contribui entre 64 e 88% do fluxo total de alimentos consumidos na área urbana (Figura 2), com porcentagens novamente muito influenciadas pelo peso dos tubérculos presentes na dieta da população.

É especialmente interessante a notar a relação entre os alimentos mais comercializados e as estações do ano, que mostra o nicho ocupado e a contribuição da agricultura urbana e periurbana em termos do abastecimento de hortaliças folhosas frescas, como cebola e alface.

A agricultura urbana fornece até 90% do consumo dessas espécies nas cidades. Também, a maior parte do leite fresco disponível em Kumasi é produzida na área urbana, na universidade local. Nas áreas periurbanas de Kumasi, grandes granjas de galinhas produzem 80% dos ovos consumidos na cidade, embora essas operações sofram crescentemente com a importação de carne de frango barata, principalmente do Brasil.

A situação é similar nas outras três cidades, onde a agricultura urbana e periurbana oferece apenas alguns poucos produtos, e portanto não contribui significativamente para a segurança alimentar urbana em geral, embora colabore para uma alimentação mais diversificada. Em particular, alimentos ricos em vitamina A, como cenoura, espinafre nativo, tomate, alface, feijão, ovo e leite derivam predominantemente da produção dentro ou nos arredores das cidades.

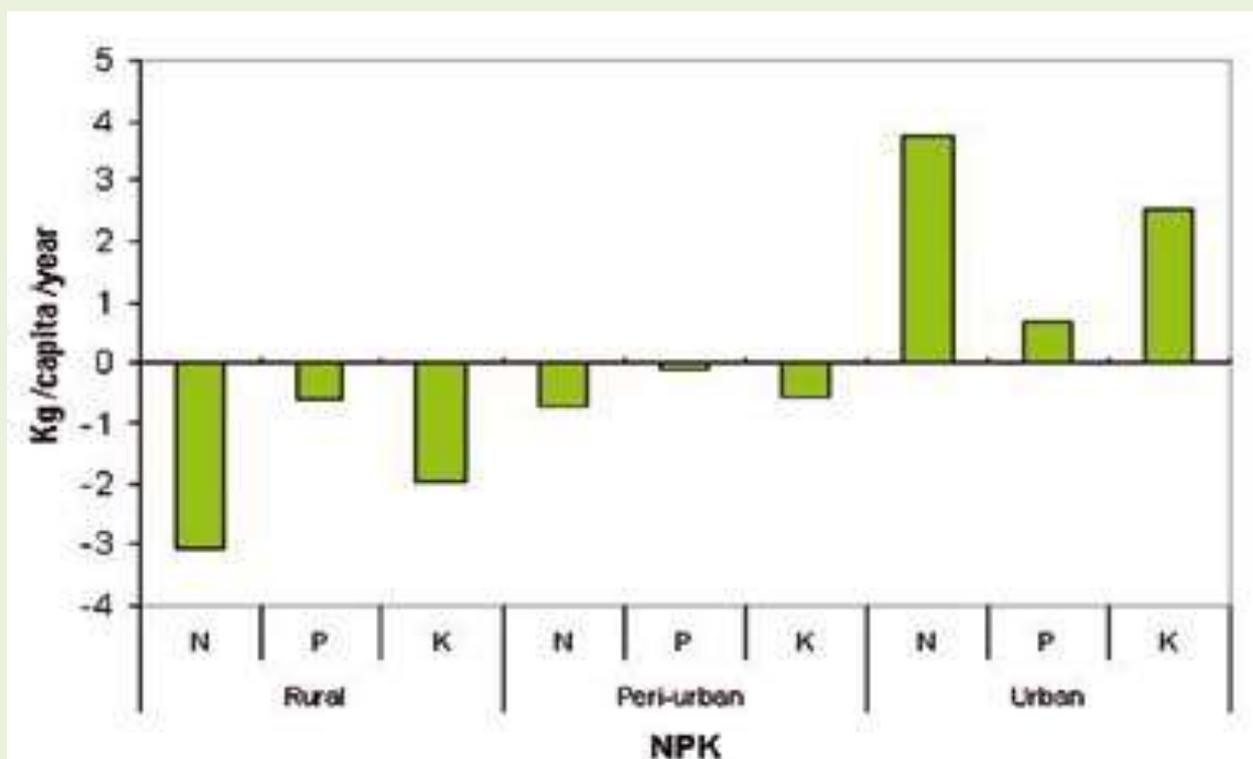
Todos esses dados se referem à produção voltada para o mercado. Eles não incluem a produção doméstica, que visa o abastecimento de subsistência. Nas cidades estudadas, a agricultura de fundo de quintal envolve não apenas hortaliças, mas principalmente alimentos ricos em amido (ver R-AU nº. 22), e permite às famílias economizar o dinheiro que gastariam com alimentos e empregá-lo para atender outras necessidades.

Em termos de quantidade, porém, a agricultura urbana contribui com apenas 5% do consumo total nas cidades, enquanto que as áreas periurbanas (dentro de um raio de 40 km) podem contribuir entre 10 e 36%.

O “ralo urbano” de nutrientes

Juntamente com os alimentos, grandes quantidades de nutrientes fluem diariamente para dentro das cidades. Alguns nutrientes contidos na comida encontram seu caminho de volta para o solo agrícola e a produção de alimentos, por meio, por exemplo, da reciclagem do lixo orgânico nos quintais. Mas o quadro geral mostra perdas significativas de nutrientes e a tendência ao esgotamento da fertilidade nas áreas rurais, além do grande acúmulo e desperdício nas áreas urbanas. Como a maior parte dos resíduos alimentares acaba nas ruas, terrenos baldios, lixões, vazadouros e aterros sanitários, os centros urbanos são na verdade “ralos” por onde se esvaem os nutrientes (Figura 3). Isso tem importantes implicações no agravamento da poluição ambiental.

Balanco dos nutrientes importados e exportados, por pessoa, no coninuo urbano-rural, nas quatro cidades estudadas:



Atualmente cerca de 18% dos resíduos sólidos e 66% do lodo fecal produzidos na cidade permanecem não coletados nas ruas, valas e fossas sépticas de Kumasi.

O valor dos nutrientes contidos no lixo orgânico e no lodo fecal seria, em teoria, suficiente para pagar os custos do serviço de gestão dos resíduos sólidos para toda a cidade (US\$ 180.000 por mês).

Do ponto de vista técnico, boa parte da carga ambiental pode ser reduzida por meio da compostagem – ou da “co-compostagem” (lixo orgânico combinado com lodo fecal). Em Kumasi, entre 230.000 e 250.000 toneladas de lixo orgânico, e em Accra de 255.000 a 366.000 toneladas de resíduos orgânicos, estão efetivamente disponíveis anualmente para compostagem, significando que essas quantidades já são coletadas, mas não têm qualquer aproveitamento atualmente. O conteúdo de nutrientes desse desperdício, em Accra apenas, é estimado em 3.500 a 5.300 toneladas por ano de nitrogênio, 1.700 a 2.600 toneladas por ano de fósforo, e 760 a 1.100 t/ano de potássio. Esses volumes poderiam facilmente cobrir a demanda por nutrientes da agricultura urbana. Em um cenário que apenas considera a quantidade de resíduos já coletados e transportados para os lixões, cerca de 60% do composto produzido poderia ser usado para recuperar todos os solos usados pela agricultura urbana em Kumasi. Se todos os resíduos fossem coletados, 30% do composto resultante seria suficiente, enquanto que o resto poderia ser vendido para fora da cidade. Entretanto, se o composto for vendido por um preço que cubra os custos de produção, apenas uma pequena quantidade de aproximadamente 1.000 t/ano seria comprada, enquanto que 100.000 t ficariam sobrando nos depósitos e lojas de insumos agrícolas. E mesmo que o preço fosse subsidiado, os custos com o transporte limitariam a distribuição do composto a um raio curto ao redor dos pontos de produção-distribuição.

Essas limitações econômicas favorecem os projetos descentralizados, baseados nas comunidades, com custos de produção baixos por causa da mão-de-obra barata local. Porém as quantidades produzidas e vendidas não exigem – nem permitem – economias de escala só possíveis em grandes operações, e por isso não podem contribuir significativamente para a gestão geral dos resíduos sólidos orgânicos urbanos.

Caminhão limpa-fossa: recursos valiosos não aproveitados
(Foto: Pay Drechsel)



Essas limitações mostram claramente que a idéia de “fechar o ciclo rural-urbano dos nutrientes” é espacialmente condicionada e geralmente não realista.

Embora seja viável transportar produtos alimentícios de maior valor por longas distâncias e através de vários intermediários até a cidade, é quase impossível transportar um produto derivado dos resíduos de volta pelo mesmo caminho, a não ser que existam condições de mercado bem favoráveis, como um grande comprador, ou algum valor agregado, ou a ausência de competição, ou fortes subsídios compensados pelas economias que a compostagem por si gera para o sistema de gestão do lixo.

Uma situação onde todos ganham poderia ser, por exemplo, uma parceria público-privada unindo centrais de compostagem públicas e incorporadores imobiliários interessados em dispor de grandes quantidades de composto para jardinagem, como em Accra.

Em Kumasi, foi testada uma mistura de adubo químico e composto que aumentou o valor do produto reciclado do lixo. Esse melhoramento pode criar uma nova demanda.

Porém, na mesma cidade, e em muitas outras, as vendas de composto sofrem quando há esterco de galinha facilmente disponível. Esse esterco tem um alto teor de nitrogênio, enquanto que o composto muitas vezes é pobre nesse nutriente e decompõe mais devagar. Apesar de seu impacto positivo na retenção da umidade etc., o composto não é atraente para produtores de hortaliças exóticas como alface, que tem um ciclo curto, de apenas 5 a 6 semanas. Por isso a análise de mercado não pode olhar apenas para um produto específico, mas também para os produtos concorrentes.

Muitas autoridades urbanas afirmam que a compostagem é bem vinda como um meio para reduzir o volume dos resíduos (e os custos com transporte). Essa produção de composto – mesmo sem qualquer mercado – economiza dinheiro, que pode ser usado para financiar a própria compostagem. As vendas do composto são então consideradas como um ganho secundário, ou um bônus extra. Esta visão favorável da compostagem nasce dos crescentes problemas enfrentados pelas autoridades em encontrar novos locais para depositar o lixo que sejam aceitáveis pelas comunidades nas vizinhanças das cidades, enquanto que centrais de compostagem bem manejadas são melhor aceitas. A partir desse ponto de vista, estações de compostagem deveriam ser planejadas o mais perto possível dos locais de geração, e – do ponto de vista da comercialização – do modo mais descentralizado possível.

Conhecendo a produção diária do lixo orgânico, e o custo do transporte e da manutenção da estação de compostagem, é possível determinar o número ótimo de estações descentralizadas de modo a minimizar as despesas.

No caso de Accra, esse número pode variar de seis (para cobrir a demanda por composto agrícola e não agrícola mais otimista) até 33 estações (para reduzir ao máximo o volume dos resíduos).



*Hortalças folhosas respondem bem ao nitrogênio
(Foto: Pay Drechsel)*

Os argumentos em apoio à prática de subsídios à compostagem podem se justificar pela redução da poluição na cidade (até 20% em Kumasi), mas seriam certamente mais persuasivos se contassem com uma capacidade de coleta aumentada e enriquecida.

Isso se refere em particular ao manejo melhorado do excreta das fossas sépticas, já que os fluxos mais significativos de nitrogênio e fósforo para o solo e para as águas superficiais e subterrâneas ocorrem por via da urina e das fezes.

Conclusões

Embora seja fácil pleitear o conceito de ciclos fechados, o número de casos de sucesso geralmente se reduz conforme se aumenta a escala, do quintal para a comunidade, e dessa para a cidade. Para examinar o que há por trás dos objetivos dos conceitos ligados aos ciclos fechados, este estudo enfatiza na demanda real por composto e em sua viabilidade econômica.

A análise mostrou que fechar o ciclo rural-urbano é possível para produtos alimentícios manufaturados com alto valor agregado, que retornarão às suas origens rurais; mas apenas sob condições particulares isso acontece com os produtos gerados a partir de resíduos, como o composto.

Portanto, qualquer iniciativa objetivando a recuperação de nutrientes deve analisar cuidadosamente a demanda e o mercado locais.

Referências

- Danso, G., P. Drechsel and O. Cofie. 2008. Large-scale urban waste composting for urban and peri-urban agriculture in West Africa: An integrated approach to provide decision support to municipal authorities, In: Parrot L. et al. (eds). *Agricultures et développement urbain en Afrique subsaharienne : environnement et enjeux sanitaires*. Paris: L'Harmattan (Éthique économique) p.51-62
- Danso, G., P. Drechsel, S. Fialor and M. Giordano. 2006. Estimating the demand for municipal waste compost via farmers' willingness-to-pay in Ghana. *Waste Management* 26 (2006) 1400–1409

- Drechsel, P. and D. Kunze (Eds.) 2001. Waste Composting for Urban and Peri-urban Agriculture - Closing the rural-urban nutrient cycle in Sub-Saharan Africa. IWMI/FAO/CABI: Wallingford, 229 pages.
- Drechsel, P.; S. Graefe, S.; and M. Fink, 2007. Rural-urban food, nutrient and virtual water flows in selected West African cities. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 35p (IWMI Research Report 115) http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/pub115/RR115.pdf
- GTZ-GFA. 1999. Utilization of organic waste in peri-urban centers. The decision makers' guide to compost production (with financial analysis tool); Software Tool - Economic Model, Version 0.9 E, GFA, Germany
- Leitzinger, Ch. (2000). Ist eine Co-Kompostierung aus stofflicher Sicht in Kumasi/Ghana sinnvoll? MSc Thesis. ETH, Zurich, Switzerland.

Analizando a relação entre o saneamento e a agricultura na escala municipal

Pay Drechsel
International Water Management Institute (IWMI),
Accra, Gana
Marco Erni
Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology,
Duebendorf, Switzerland

Com o objetivo de compreender melhor a relação entre o saneamento e a agricultura na escala municipal, foi realizado um estudo que visava a responder às seguintes questões:

- *Como maiores investimentos em banheiros com descarga convencional afetam a qualidade dos corpos d'água e os agricultores urbanos?*
- *Que fração da demanda dos agricultores urbanos por nutrientes poderia ser atendida por meio da compostagem?*

A modelagem é necessária para responder a essas questões em escala municipal. Uma abordagem usual é quantificar os fluxos da água e dos nutrientes por meio da “Análise do Fluxo de Materiais” (Material Flow Analysis - MFA) (ver destaque). A MFA tem sido usada amplamente para quantificar os fluxos de alimentos e outros materiais que passam através das cidades, o seu consumo e a quantidade dos resíduos gerados, bem como a destinação desses resíduos.

Uma vez conhecidos os trajetos e as quantidades, os fluxos podem ser analisados em detalhe, considerando como fluem os nutrientes, a biomassa, a energia etc. Essa análise permite aos pesquisadores identificar os pontos no sistema nos quais seria mais apropriado aplicar intervenções para reduzir os impactos ambientais ou aumentar a eficiência dos recursos envolvidos no saneamento. A análise torna-se um instrumento de apoio à tomada de decisões quando os cenários são calculados para verificar como os fluxos serão afetados pelo aumento da população ou por determinados investimentos em infraestrutura ou capacidade de transporte.

O Instituto Internacional de Gestão da Água (International Water Management Institute - IWMI) e a SANDEC/EAWAG aplicaram a MFA duas vezes em Kumasi, Gana; primeiramente com ênfase nos resíduos sólidos e opções de co-compostagem para a

agricultura urbana, e depois para entender os fluxos de nutrientes nos sistemas de esgoto doméstico, focando particularmente nos agricultores urbanos e periurbanos expostos a águas altamente poluídas.

Vários cenários foram modelados para:

- Calcular a quantidade de nutrientes que podem ser recuperados do sistema antes que sejam perdidos em aterros ou descartados no meio ambiente;
- Quantificar as necessidades futuras de água e a geração de águas servidas; e
- Identificar o impacto de mudanças nas práticas de saneamento na poluição da água e na disponibilidade de nutrientes para a produção agrícola.

Os cenários consideraram vários tipos de investimentos que estão sendo planejados em Kumasi como parte dos esforços para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). A modelagem mostrou resultados interessantes (Leitzinger, 2000; Erni, 2007; Erni *et al.*, 2010), alguns aspectos dos quais estão destacados a seguir para ilustrar o potencial da aplicação da MFA:

- Os investimentos planejados no fornecimento urbano da água seriam amplamente superados pelo crescimento populacional no mesmo período, resultando em um melhoramento do fornecimento *per capita* muito menor do que o oficialmente previsto. A análise também mostrou que, caso os trabalhos de expansão fossem retardados (como acontece frequentemente), a disponibilidade *per capita* de água em Kumasi iria, na verdade, decrescer. Em todos os cenários, a quantidade de água *per capita* não iria alcançar a quantidade mínima para permitir a operação de um sistema de esgoto convencional, baseado em descarga hídrica.
- Mesmo que a cidade não pretenda instalar uma rede de esgoto abrangente e opte por mais toaletes com descarga convencional conectados a fossas sépticas (autônomos), como é comum atualmente, um número maior de banheiros usando descarga hídrica, localizados nos bairros mais afluentes da cidade, iria competir fortemente com outras necessidades por água presentes nas moradias da cidade em geral, e afetar drasticamente o abastecimento disponível, em média, para a população.
- Considerando o aspecto dos nutrientes, os toaletes convencionais (ligados a fossas sépticas autônomas) iriam reduzir a quantidade de nutrientes despejados diretamente nas

águas superficiais via redes de drenagem, mas aumentariam em proporção ainda maior os nutrientes que alcançam as águas subterrâneas a partir das fossas lotadas e raramente esvaziadas. O resultado seria um aumento líquido na quantidade de nutrientes indevidamente liberados no ambiente.

A MFA revelou que, devido à permanente escassez de água potável, Kumasi, como muitas outras cidades africanas, pode alcançar melhor os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio em saneamento por meio de investimentos em sistemas de toaleta seco ou que economizem água efetivamente. Um aumento na parcela de toaletes secos existente na cidade iria não apenas ter um impacto positivo na oferta total de água para a população como também reduzir a quantidade de nutrientes introduzidos indevidamente no ciclo dos recursos hídricos – como foi demonstrado por Montangero e Belevi (2007) para o Vietnã.

O que acontece com os nutrientes liberados no meio ambiente? A maior parte acaba alcançando os cursos d'água que cortam a cidade. Comparado com a carga de nutrientes nos rios acima de Kumasi, o teor nas águas a jusante da cidade é 14 vezes maior no caso de nitrogênio e 6 vezes no caso do fósforo. Em números absolutos, essas quantidades correspondem aproximadamente à metade do excreta humano gerado anualmente em Kumasi, e realmente a principal fonte do N e P despejados nos corpos d'água são as descargas hídricas domésticas, ou seja – o saneamento deficiente.

Essa carga de nutrientes se move rio abaixo, passando por centenas de produtores que usam as águas para irrigar suas hortaliças. Mais de 50% dos produtores urbanos e periurbanos de Kumasi estão conscientes de que as águas usadas para irrigação contêm nutrientes, mas apenas pequena porcentagem deles revelou um nível de percepção mais elevado, e indicou considerar essa contribuição quando manejam as necessidades de fertilização de seus cultivos. As razões para tanto têm duas origens:

- a. Os produtores usam a água principalmente para irrigar cultivos altamente perecíveis; portanto a frequência da irrigação depende mais da necessidade das plantas por água do que por nutrientes.
- b. Sem opções por água, solo ou meios técnicos para proceder à análise de seus cultivos, a gestão dos nutrientes dos produtores depende de observações que eles fazem das colheitas e de sua experiência em geral. Como a carga de nutrientes na água varia, os pro-

dutores preferem não arriscar, e priorizam o uso de esterco de galinha ou adubos químicos, de acordo com sua própria experiência.

Os agricultores tendem a não reduzir suas aplicações de esterco ao longo do tempo, o que acaba provocando, facilmente, os efeitos da super-fertilização e o desequilíbrio de nutrientes, como foi verificado neste caso usando-se o modelo NUTMON (ver destaque). Essa situação pode afetar fortemente o desenvolvimento dos cultivos. Por sorte, diferentemente de muitos cereais, as hortaliças folhosas apreciam o excesso de nitrogênio.

A MFA é apenas um dos vários métodos necessários para responder a questões como aquelas colocadas acima. Considerando somente os resíduos sólidos e o excreta que já são coletados e transportados, a MFA de Kumasi revelou que a quantidade de N e P que poderia ser reciclada por meio da co-compostagem seria suficiente para atender a demanda de todos os produtores urbanos e até de muitos que plantam na periferia da cidade (ver o artigo anterior). Porém, mesmo se todos os nutrientes estivessem disponíveis em uma ou mais estações de compostagem, uma análise detalhada seria necessária para determinar quantos agricultores estariam realmente interessados no produto (ou já dispõem de algum fertilizante mais barato, como esterco de galinha), e quantos dos interessados estariam dispostos a pagar pelo produto um preço que cobrisse as despesas operacionais da estação, e ainda quantos deles estão desejosos de pagar pelo transporte até seus sítios de produção. No caso de Kumasi, as respostas a essas questões mostraram que o grupo final seria tão pequeno que compostar apenas o lixo orgânico do mercado municipal já supriria a sua demanda. Esta é outra importante mensagem, pois significa que, para atender ao grupo-alvo de produtores, não há necessidade de introduzir a separação do lixo (orgânico / inorgânico) nas moradias, visando ter bastante matéria orgânica para ser compostada. Bastaria a recolhida nos mercados. Portanto, para alcançar um grupo mais amplo de usuários, as limitações acima citadas precisarão ser removidas.

Analisando os fluxos e o balanço dos nutrientes

Existem vários métodos para analisar os fluxos e o balanço dos nutrientes nos sistemas urbanos e rurais, desde sítios e fazendas individualmente até cidades inteiras.

A seguir, descrevem-se dois exemplos muito usados:

1. O **NUTMON** é um modelo integrado que permite aos agricultores e pesquisadores analisarem juntos os fluxos e o balanço dos nutrientes no nível da área produtiva, para melhorar a gestão da fertilidade do solo.

O software NUTMON é fácil de usar e seu uso é gratuito. Também pode ser usado para analisar os fluxos dos nutrientes em nível local, regional, nacional e supranacional, e para compreender melhor os efeitos das opções atuais e alternativas para o uso do solo, considerando-se a produtividade, o fluxo financeiro e a sustentabilidade.

O NUTMON foca primeiramente nos fluxos para dentro e para fora do sistema (a “caixa-preta”), mais do que nos processos que ocorrem internamente, para determinar se haverá uma deficiência ou uma acumulação de nutrientes. Além dos fluxos nos dois sentidos dos principais nutrientes (erosão, lixiviação, colheitas, adubação, deposição atmosférica etc.), o NUTMON considera as interações com a criação de animais e as atividades humanas, inclusive a reciclagem dos resíduos domésticos. Ele também pode relacionar os fluxos de nutrientes com o fluxo financeiro.

Para maiores informações, acesse: www.nutmon.org. Para exemplos do uso do NUTMON na horticultura periurbana: www.vegsys.nl

2. A Análise do Fluxo de Materiais ("**Material Flow Analysis – MFA**") vai além do NUTMON e permite aos pesquisadores capturarem todos os fluxos para dentro e para fora da "caixa preta", bem como entre diferentes componentes em seu interior, ou transferir ou alterar pontos dentro dela e prever o resultado. Ela descreve os fluxos de recursos usados e transformados enquanto eles fluem através da cidade ou da região, considerando um espaço determinado e um lapso de tempo definido. Nos países industrializados, a MFA provou ser um instrumento viável para detectar preliminarmente problemas ambientais e planejar soluções para eles. A base científica é mais complexa do que a do NUTMON, e considera as leis de conservação da matéria e da energia. Um programa baseado na MFA muito utilizado é o SIMBOX, desenvolvido pelo Instituto Federal Suiço de Ciência e Tecnologia Ambiental (Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology - EAWAG), em Zurique, Suíça. A licença para seu uso pode ser obtida

no [EAWAG](#) ().

Para maiores informações e exemplos de aplicações, acesse:

www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications_sesp/downloads_sesp/MFA_lecture_notes_05.pdf e

<http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/schwerpunkte/>

Referências

- Erni, M. (2007). Modelling urban water flows: An insight into current and future water availability and pollution of a fast growing city. Case Study of Kumasi, Ghana. MSc thesis. Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland. (http://e-collection.ethbib.ethz.ch/ecol-pool/dipl/dipl_307.pdf; accessed on 23. July 2009)
- Erni, M., P. Drechsel, H-P. Bader, R. Scheidegger, C. Zurbruegg and R. Kipfer (2010). Bad for the environment, good for the farmer? Urban sanitation and nutrient flows. Irrigation and Drainage Systems. Special Issue on Wastewater reuse (in press)
- Leitzinger, Ch. (2000). Ist eine Co-Kompostierung aus stofflicher Sicht in Kumasi/Ghana sinnvoll? MSc Thesis. ETH, Zurich, Switzerland.
- Montangero, A. and H. Belevi. (2007). Assessing nutrient flows in septic tanks by eliciting expert judgment: A promising method in the context of developing countries. Water Research 41, 1052-1064.

Fechando o ciclo do fósforo em Hanói, Vietnã

Agnès Montangero, Eawag/Sandec e Skat –
Swiss Resource Centre and Consultancies for Development
agnes.montangero@skat.ch

Em Hanói, Vietnã, os corpos d'água são poluídos por altos níveis de nutrientes, despejados que são constantemente nas águas servidas da cidade. Ao mesmo tempo, os produtores dentro e ao redor da cidade usam quantidades significativas de adubos químicos. Uma ferramenta para a contagem dos nutrientes indica onde implementar prioridades para melhorar a sua recuperação e, desse modo, reduzir a poluição das águas e economizar as limitadas reservas de fósforo. A análise neste artigo focará neste importante nutriente.



Irrigação com águas servidas na periferia de Hanói

(Foto: Montangero)

Rocha fosfática – a principal fonte do fósforo usado na produção dos fertilizantes é um recurso mineral finito, e a mineração mundial de fósforo de alta qualidade está prevista alcançar seu pico aproximadamente em 2033 (Cordell et al., 2009), depois do que a demanda por adubos fosfatados irá exceder crescentemente a oferta. ([Ver também o destaque no Editorial](#))

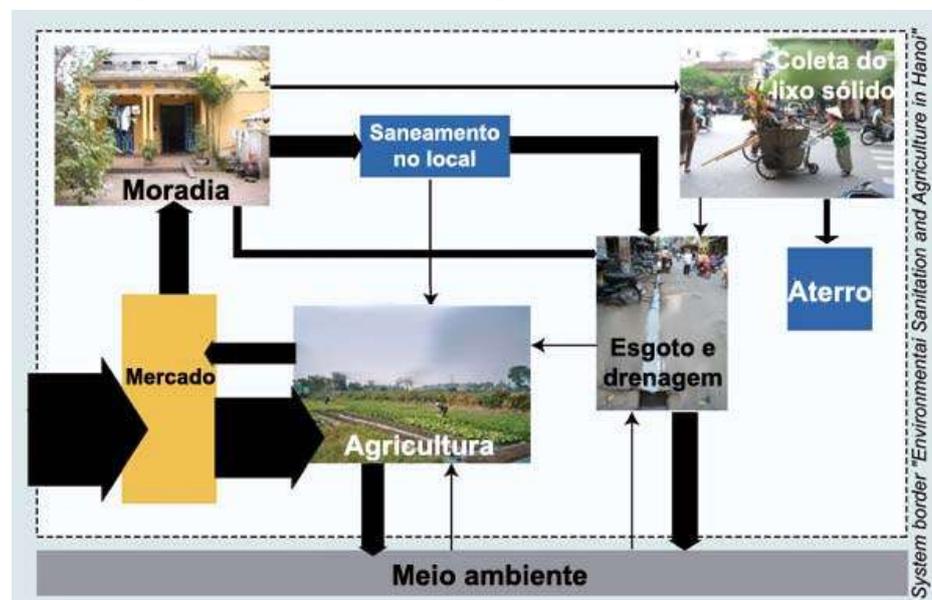
Análise do Fluxo de Materiais

EAWAG/SANDEC e seus parceiros no Vietnã desenvolveram uma ferramenta para avaliar e visualizar os fluxos da água e dos nutrientes em uma região. A ferramenta relaciona a gestão dos resíduos orgânicos urbanos e das águas servidas com a agricultura urbana. Concretamente, ele consiste de um modelo informatizado formado por uma série de planilhas Excel para contabilizar os nutrientes.

O usuário introduz vários parâmetros, como o número de habitantes, o tipo de sistema de saneamento, a área cultivada e a população de animais. O modelo então estima, por exemplo, o despejo de fósforo nas águas superficiais, e a possível recuperação do nutriente para uso agrícola. O modelo é desenhado para apoiar atores locais a analisarem o impacto de variadas medidas sobre a necessidade de nutrientes e sobre a sua descarga no meio ambiente.

Essa ferramenta baseia-se na “Análise do Fluxo de Materiais” - MFA), que estuda os fluxos de recursos usados e transformados conforme eles fluem em uma região específica. Nos países industrializados, a MFA provou ser um instrumento viável para o reconhecimento precoce de problemas ambientais e para o desenvolvimento de contra-medidas (Baccini e Brunner, 1991). Ela também pode ser usada em cidades em rápida expansão nos países em desenvolvimento para avaliar o impacto das mudanças nos padrões de consumo, na

infraestrutura para o tratamento dos resíduos sólidos e águas servidas, na produção agrícola urbana e periurbana, nas práticas de reuso de resíduos e águas servidas, no consumo de recursos e na poluição ambiental.



Representação simplificada do sistema de saneamento ambiental e agricultura urbana na província de Hanói

Oferta e demanda de fósforo em Hanói

Em Hanói, como em muitas outras cidades nos países em desenvolvimento, o rápido aumento populacional, a industrialização e o desenvolvimento econômico levaram ao aumento no consumo dos recursos e à degradação ambiental. A agricultura periurbana é de vital importância no abastecimento de alimentos e geração de renda, especialmente para as parcelas mais pobres da população. Porém, a rápida urbanização também cria pressões sobre a terra.

Os produtores urbanos tendem a usar mais fertilizantes na tentativa de aumentar a colheita e maximizar o rendimento das áreas disponíveis para a agricultura, cada vez menores.

Um equilíbrio melhor entre a oferta de nutrientes – na forma de produtos reciclados a partir dos resíduos – e a demanda por nutrientes para a agricultura periurbana poderia ser a chave para reduzir o consumo de recursos não renováveis e a poluição ambiental (Montangero *et al.*, 2007).

A ferramenta MFA foi aplicada para demonstrar os efeitos de cenários extremos no despejo dos insumos à base de fósforo nos corpos d'água e na recuperação desse nutriente para uso agrícola. Para esse propósito, os efeitos de vários parâmetros – como o tipo de sistema de saneamento, a área cultivada e a população animal – foram simulados.

O impacto dos toaletes com desvio da urina

Para ilustrar o modelo, esse artigo analisa o impacto que o tipo de sistema de saneamento tem sobre a recuperação do fósforo (mais informações e diferentes cenários podem ser encontrados em Montangero *et al.*, 2007 e Montangero e Belevi, 2008).

Em Hanói, a maioria dos edifícios está conectada a fossas sépticas, que recebem as águas servidas dos banheiros. A maior parte do fósforo contido nas águas servidas dos banheiros deixa a fossa séptica no efluente que vaza (os tanques sépticos não retêm o fósforo eficientemente) ou escoam pelos “sumidouros” associados às fossas. Esses efluentes das fossas sépticas e as águas cinzas (lavanderia, cozinha e banho) acabam alcançando as águas superficiais através das valas e drenos, bueiros nas vias etc. Juntos, respondem por 94% da carga total de fósforo carregada para os corpos d'água de Hanói. Somente uma pequena porção desse fósforo é recuperada para uso na produção de alimentos.

Toaletes com desvio da urina oferecem vantagens cruciais sobre as fossas sépticas, com relação à recuperação do fósforo, já que eles têm dois compartimentos que não deixam a urina se misturar com as fezes. A urina escoam pelo toaleta por um tubo ou cano para um reservatório, e as fezes são mantidas em uma câmara seca diretamente sob o toaleta. Após a defecação, uma quantidade de solo seco, cinzas ou serragem é lançada sobre as fezes, controlando o odor e absorvendo a umidade. Normalmente há duas câmaras para receber as fezes, usadas alternadamente. Quando uma delas está cheia, usa-se a outra, e as fezes da primeira câmara é mantida nele por aproximadamente um ano, antes de serem retiradas para uso agrícola. Durante esse período, os microorganismos patogênicos morrem, reduzindo substancialmente os riscos para a saúde associados ao uso das fezes como adubo na agricultura.

Enquanto isso, a urina, diluída, pode ser usada na irrigação das plantas com um forte efeito fertilizante. Esse sistema possibilita reter todos os nutrientes contidos no excreta humano – exceto por uma pequena fração de nitrogênio volatilizado durante o armazenamento da urina.



Contribuições relativas das várias fontes para o despejo total de fósforo nas águas superficiais de Hanói

Esses nutrientes poderiam, portanto, substituir parte dos adubos artificiais usados na agricultura. É interessante notar que esse tipo de sistema já foi muito disseminado no antigo Vietnã do Norte. Também foi quantificado o aumento possível na recuperação do fósforo. Assumindo, por exemplo, que todas as fossas sépticas fossem substituídas por toaletes com desvio da urina, a quantidade de fósforo oriundo dos adubos químicos poderia ser reduzida de 2.800 toneladas por ano para 1.200 t/ano (uma redução de 57%!). Isso seria um passo importante para fechar o ciclo do fósforo.

Necessidade de uma abordagem integrada de planejamento

Para desenvolver cenários mais precisos envolvendo o desvio da urina em Hanói (como em outras cidades), são necessárias maiores informações sobre as percepções dos usuários quanto a esses novos equipamentos e sistemas de saneamento ecológico, seus custos (e se esses são aceitáveis pelos usuários), análises de mercado a longo prazo etc.

A MFA também pode ser usada como uma ferramenta no planejamento integrado envolvendo todos os atores.

Referências

- Baccini P, Brunner PH, 1991. *Metabolism of the Anthroposphere*. Springer, New York.
- Cordell D, Schmid-Neset T, White S, Drangert JO, 2009. Preferred future phosphorus scenarios: A framework for meeting long-term phosphorus needs for global food demand. In: *International Conference on Nutrient Recovery from Wastewater Streams*. Edited By K. Ashley, D. Mavinic, F. Koch. IWA Publishing, London, UK.
- Esrey S, Gough J, Rapaport D, Sawyer R, Simpson-Hébert M, Vargas J, Winblad U (ed), 1998. *Ecological Sanitation*. Swedish International Development Cooperation Agency, Stockholm, 1998.
- Montangero A, Belevi H, 2008. An approach to optimise nutrient management in environmental sanitation systems despite limited data. *Journal of Environmental Management* 88:1538–1551.
- Montangero A, Cau LN, Viet Anh N, Tuan VD, Nga PT, Belevi H, 2007. Optimising water and phosphorus management in the environmental sanitation system of Hanoi, Vietnam. *Science of the Total Environment* 384:55–66.

Pesquisando os padrões no manejo do nitrogênio na agricultura periurbana de Hanói, Vietnã

Dionys Forster

Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Suíça
dionys.forster@fibl.org

Harald Menzi

Swiss College of Agriculture (SHL),
Berne University of Applied Sciences, Suíça
harald.menzi@bfh.ch

Roland Schertenleib

Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Suíça
roland.schertenleib@eawag.ch

Bernd Lennartz

Institute for Land Use, Rostock University, Alemanha
bernd.lennartz@uni-rostock.de

Para identificar o potencial da reutilização de resíduos orgânicos na produção agrícola dentro e ao redor da cidade, usando os chamados “cenários de reuso explicitados espacialmente”, é necessário analisar os padrões existentes na gestão dos nutrientes. Esses padrões de manejo são influenciados especialmente pelas espécies de plantas cultivadas, pela distância entre o campo de cultivo e a moradia dos produtores, e por sua percepção com relação à fertilidade do solo.



Entrevistando agricultores sobre seus sistemas produtivos em horticultura (Foto: D. Forster)

A demanda urbana por alimentos vai crescer fortemente nas próximas décadas, especialmente na África e na Ásia. As cidades constituem-se numa espécie de “ralos de nutrientes” (Belevi, 2000; Drechsel et al. no Editorial desta edição), já que grande parte dos componentes dos produtos agrícolas que nela entram é perdida, despejada nas latrinas (e daí aos corpos d’água próximos) ou em lixões ou aterros sanitários cada vez mais poluídos ou congestionados.

Um uso mais valioso desses resíduos orgânicos, na agricultura urbana e periurbana, poderia ajudar a superar o problema dos resíduos e economizar recursos limitados, além de contribuir para a segurança alimentar sustentável (Drechsel e Kunze, 2001; Schertenleib *et al.*, 2004).

O conhecimento dos padrões, existentes ou potenciais, de manejo dos cultivos e dos nutrientes é um pré-requisito para se formular qualquer cenário de reuso dos resíduos. Portanto, o uso dos nutrientes nos sistemas agrícolas urbanos e periurbanos precisa ser analisado, de modo a evitar aplicações em excesso de fertilizantes. Este artigo destaca experiências de um estudo iniciado em Hanói e publicado anteriormente como "Explorando modelos espacialmente explicitados de rotação de cultura para os sistemas agrícolas produtivos" (Foster *et al.*, 2009a) e "Relacionando os fluxos dos nutrientes a rotações de cultura espacialmente explicitadas" (Forster *et al.*, 2009b).

Bac Hong, Hanói

A comuna de Bac Hong, ao norte de Hanói, foi selecionada por causa de seu diversificado sistema periurbano de produção. A comuna cobre 7,2 km² de áreas planas, dos quais 5,1 km² estão dedicados à agricultura mista, que combina cultivos com a criação de animais. Produtos ricos em amido, como arroz (*Oryza s. L.*), batata-doce (*Ipomoea batatas L*) e outros altamente comerciais, como o milho (*Zea maize L.*) e valiosos, como as hortaliças, são os principais cultivos nas duas primeiras épocas de plantio (de meados de fevereiro à metade de junho, e da metade de junho a meados de outubro), enquanto que o milho e outros cultivos comerciais são cultivados em áreas mais reduzidas durante uma terceira temporada (outubro a fevereiro).

O estudo

Trinta e quatro produtores foram selecionados de todas as partes da comuna. Cada agricultor selecionado cultivava entre 5 e 7 lotes, cujas áreas variavam de "pequenos" (79 m²) a "grandes" (862 m²). Entrevistas semi-estruturadas e um sistema GPS foram usados para coletar dados. Similarmente ao NUTMON (ver [artigo anterior](#)), o cultivo, a condição do solo (ou melhor, a percepção que o produtor tem dela) e o manejo praticado em cada lote foram discutidos e registrados em um mapa das áreas produtivas durante as visitas de campo realizadas por dois anos consecutivos (2005/2006). Três sistemas anuais de rotação de culturas foram avaliados: 1) "cultivos de plantas amiláceas", com as duas épocas de plantio dedicadas a elas e um período de pousio; 2) "amiláceas com inclusão de um cultivo mais comercial ou valioso", com duas épocas de cultivo de amiláceas e uma dedicada a cultivos mais rentáveis; e 3) "cultivos intensivos de plantas mais valiosas" com as três épocas dedicadas ao cultivo de plantas de maior procura e valor.

Os fatores que possivelmente influenciaram a escolha dos sistemas de rotação de culturas foram: a distância desde a moradia do produtor até a área de cultivo; o tamanho dessa área; a fertilidade do solo conforme percebida pelos produtores; a disponibilidade de água; a topografia; e a presença de gado. A importância desses fatores foi analisada para explicar por que um determinado sistema de rotação específico foi escolhido em cada local. Depois, em um segundo passo, os fluxos de nutrientes associados com essas rotações de cultura foram analisados. Adubos somando nitrogênio orgânico, inorgânico e total (o orgânico somado ao inorgânico) foram usados como indicadores dos fluxos de nutrientes.

Os adubos nitrogenados utilizados foram o esterco animal, o composto e os fertilizantes químicos ricos em nitrogênio inorgânico.

A escolha dos locais de cultivo

A distância da moradia à área produtiva revelou-se um importante fator de influência. Os produtores cujos campos estavam localizados mais longe de suas casas estavam mais propensos a escolher rotações de cultura mais voltadas para a produção de alimentos feculentos, ricos em amido, enquanto que, quanto mais perto da casa estava o campo, mais provável que as rotações privilegiassem o cultivo de plantas mais valiosas, como hortaliças. Além da distância, a percepção da fertilidade do solo desempenhou um papel notável na escolha: a probabilidade de encontrar rotações incluindo cultivos valiosos como hortaliças era maior nos lotes considerados mais férteis. Conforme crescia a distância e se reduzia a fertilidade do solo percebida, diminuía a presença de cultivos valiosos nas rotações e aumentava a de plantas amiláceas.

A gestão dos nutrientes

As aplicações de nitrogênio eram significativamente menores (orgânico, inorgânico e total, 50, 210, 260 kg/ha⁻¹, respectivamente) na rotação baseada em cultivos de amiláceas. Além disso, a aplicação de nitrogênio total foi significativamente superior na rotação baseada em cultivos valiosos (510 kg/ha) do que na rotação de feculentas com algum cultivo mais valioso (480 kg ha⁻¹). A variação das aplicações de fertilizantes orgânicos foi consideravelmente alta em todos os sistemas de rotação. No geral, a contribuição dos fertilizantes orgânicos na introdução de nitrogênio foi bem mais alta na rotação que combinava dois cultivos de amiláceas com um mais valioso (110 kg ha⁻¹) e também na rotação exclusiva de cultivos mais valiosos (120 kg ha⁻¹) do que no caso de rotações só de feculentas (50 kg ha⁻¹). Isso pode ser parcialmente explicado pelo fato de os cultivos mais valiosos responderem geralmente bem à aplicação de adubos orgânicos. Distâncias maiores e a pouca disponibilidade de estrume e outros adubos orgânicos contribuem para reforçar esse padrão.

Como uma primeira prioridade, os produtores aplicavam o esterco nas áreas mais próximas, onde predominavam os cultivos mais valiosos. Só quando sobrava o adubo é que ele era aplicado nos campos mais distantes, onde predominavam os cultivos de plantas amiláceas. Do mesmo modo, quando os produtores eram solicitados a destinar fertilizantes orgânicos e inorgânicos nos diversos lotes de uma área modelo, a maior parte do adubo orgânico foi destinada aos lotes mais perto de casa. Os agricultores argumentam que o adubo orgânico deve ser usado em todos os lotes, mas na prática eles preferiam economizar no manejo desses fertilizantes. Embora os produtores saibam que os cultivos se beneficiam das aplicações de material orgânico, eles preferencialmente aplicavam o esterco volumoso nos cultivos mais valiosos perto de suas casas. Paralelamente, aplicavam o adubo inorgânico, que pode ser transportado facilmente até mesmo de bicicleta, nos cultivos de feculentas nos lotes mais distantes.

Na comuna periurbana de Bac Hong, Hanói, os adubos orgânicos são altamente apreciados pelos agricultores. Geralmente as aplicações de nitrogênio total são suficientes para atender as necessidades dos cultivos.

Já que hoje os adubos orgânicos cobrem apenas uma pequena fração das necessidades de nitrogênio total dos cultivos (entre 20 e 30%), o reuso de resíduos orgânicos têm ainda um grande potencial de desenvolvimento.



Coleta de dados em Bac Hong (Foto: D. Forster)

Não foram observados casos de excesso de fertilização com adubos orgânicos, mas os casos envolvendo aplicações excessivas de adubos químicos já preocupam.

O reuso adicional de resíduos orgânicos na adubação poderia contribuir para a redução das aplicações de fertilizantes químicos na comuna. Possíveis obstáculos incluem os custos associados ao transporte dos resíduos, sua qualidade (a eventual presença de patógenos, metais pesados etc.), e a falta de incentivos para os produtores usarem mais o adubo orgânico – embora volumoso – do que os químicos – mais fáceis de manejar.

Conclusão

As rotações de cultura podem ser espacialmente explicitadas: a rotação pode variar dependendo de onde o campo está localizado, e como a sua fertilidade é percebida pelo produtor. Como os diferentes cultivos têm diferentes necessidades de nutrientes, a aplicação de adubos costuma variar igualmente, dependendo da rotação de cultura. Porém as rotações são temporárias e permitem o acúmulo de nutrientes durante todas as fases da rotação (geralmente, um ano). As variações na aplicação de nutrientes, que frequentemente são difíceis de explicar em escalas maiores, podem assim ser consolidadas e apresentadas em um gráfico (ou uma figura (?)). Por exemplo, quando diferentes cultivos são agrupados em rotações, o coeficiente de variação da aplicação de nitrogênio total foi quase 10% menor do que quando analisados os cultivos isoladamente. Portanto, se a área da comuna ou da vila for mapeada de acordo com a rotação de culturas, é possível estimar as aplicações de nitrogênio realizadas nela. Além disso, as áreas com uso maior ou menor de fertilizantes orgânicos também podem ser identificadas. Combinados com as aplicações de nitrogênio, os dados sobre as colheitas (a produção dos cultivos) também podem ser levantados e usados para estimar a saída e daí o balanço dos nutrientes. Do mesmo modo, além de levantar apenas o nitrogênio, também o fósforo e o potássio deveriam ser incluídos, de modo a fornecer um quadro mais abrangente dos fluxos dos nutrientes em uma região ou comuna.

Referências

- Belevi, H., 2000. Material flow analysis: a planning tool for organic waste management in Kumasi, Ghana. 03.04.14 2003 <http://www.gtz.de/ecosan/download/belevi.pdf>
- Drechsel, P. and Kunze, D. (Editors), 2001. Waste Composting for Urban and Peri-urban Agriculture: Closing the Rural-Urban Nutrient Cycle in sub-Saharan Africa. CABI, IWMI, FAO, Wallingford, Colombo, Rome, 229 pp.
- Forster, D., Amini, M., Menzi, H. and Lennartz, B., 2009a. Exploring spatially explicit crop rotation models for peri-urban agricultural production systems. submitted to Agricultural Systems.
- Forster, D., Amini, M., Menzi, H. and Lennartz, B., 2009b. Linking nutrient flows to spatially explicit crop rotations. submitted to Agriculture, Ecosystems and Environment.
- Schertenleib, R., Forster, D. and Belevi, H., 2004. An integrated approach to environmental sanitation and urban agriculture. Acta Hort. (ISHS). 643, 223-226.



Cultivos comerciais perto das moradias (Foto: D. Forster)

Os ciclos dos nutrientes em três cidades africanas

Diana Lee-Smith

Mazingira Institute, Nairobi
diana.leesmith@gmail.com

Nancy Karanja e Mary Njenga

CIP Nairobi:
nancy.karanja@cgiar.org e m.njenga@cgiar.org

Thomas Dongmo

IRAD, Yaoundé
dongmothomas@hotmail.com

Gordon Prain

CIP, Lima
g.prain@cgiar.org

Quando o projeto “Colheita Urbana” (Urban Harvest) iniciou seu programa na região sub-sahariana, em 2002, os cientistas do Grupo Consultor de Pesquisa Agrícola Internacional (Consultative Group on International Agricultural Research - CGIAR) sabiam que as interações cultivos-gado se intensificam conforme aumenta a densidade populacional nas zonas rurais (1). Porém, pouco se sabia sobre a natureza dessas interações em zonas densamente povoadas dentro e ao redor das cidades, como em Nairóbi, onde a densidade populacional já era dez vezes maior do que nas áreas rurais quenianas naquela época.

A Urban Harvest desenvolveu seu programa e apoiou pesquisas conforme descrito no livro *Urban Harvest: Agriculture in the Cities of East and Central Africa*, a ser lançado em breve. Todas as três cidades abordadas neste artigo queriam estudar os ciclos de nutrientes na agricultura urbana como um dos tópicos da pesquisa patrocinada pelo CGIAR. Como co-autores desses estudos, resumimos e discutimos, a seguir, o que foi então verificado.

*Pintos de um dia sendo entregues a uma granja em Yaounde
(Foto: Urban Harvest)*



Nairóbi, Quênia

Cerca de 70% do lixo da capital queniana é formado por resíduos orgânicos que poderiam ser usados como ração animal ou compostado para ser usado como adubo.

Todos os anos, cerca de 2.200 toneladas de nitrogênio (N) e de fósforo (P), cada, e 3.700 toneladas de potássio (K) – valendo, em conjunto cerca de US\$ 2 milhões – poderiam ser recuperadas das 635.000 toneladas de lixo gerado na cidade. Porém, nosso mapeamento preliminar dos fluxos de resíduos orgânicos em 2003-4 constatou que eles eram manejados por alguns poucos atores, grandes e pequenos, de uma maneira descoordenada, na maior parte à margem do mercado.

Como não foram realizadas medições nas áreas produtivas, nós mapeamos mas não pudemos modelar os fluxos de nutrientes que entram e saem de Nairóbi anualmente.



*Casal de criadores de porcos em Yaounde
(Foto: Urban Harvest)*

Nós verificamos que os fluxos de composto e de esterco e seu potencial mercado estão inteiramente desconectados entre si. Falta informação de mercado para produtores e consumidores, que se relacionam com base em arranjos improvisados e provisórios. Isso se aplica tanto a grandes quanto a pequenos agricultores comerciais e paisagistas que precisam de adubo, bem como aos pequenos agricultores que precisam alimentar seus animais e se livrar de seus resíduos. Na última oficina com os agricultores, quando os resultados da pesquisa foram discutidos, os produtores identificaram a falta de segurança em seus assentamentos informais como o principal obstáculo à reciclagem dos nutrientes.

Na época do estudo, apenas 0,6% do lixo orgânico total anual da cidade (2.500 t) era processado como composto por organizações de base comunitária. Porém, essas organizações não são as únicas envolvidas no processamento dos fluxos dos nutrientes em Nairóbi; elas são superadas em número pelas famílias envolvidas na produção mista de plantas e animais em suas próprias moradias. Esses produtores urbanos reciclam os nutrientes em seus próprios terrenos ou por meio de trocas realizadas à margem do mercado.

Com base em uma pesquisa realizada em 1985 em Nairóbi, foi estimado que, em 2003, 54.500 residências (38% das cerca de 140.000 famílias que praticam agricultura em Nairóbi) estariam usando composto, e a maioria delas (91%) produzia o próprio composto que usavam.

Cerca 37.700 moradias (27% de todos os produtores de Nairóbi) usavam esterco de gado para adubar seus cultivos (44% deles dispendo de esterco produzido por animais próprios, em sistemas mistos plantas-animais. Cerca de 3,6% dos usuários de composto o adquiriam de terceiros, e apenas 2% compravam estrume.

Escolas e instituições envolvidas com agricultura, como presídios e orfanatos, também produzem composto, mas as quantidades não foram medidas. Assim, embora a quantidade comercializada seja muito limitada, ficou evidente que a escala dessas atividades domésticas e institucionais, realizadas espontaneamente por muitas pessoas e entidades, é muito maior do que a empreendida pelas organizações não governamentais.



Valas negras em Nairóbi: desperdício de nutrientes e contaminação ambiental (Foto: Urban Harvest)

No caso do estrume, os pastores Maasai das áreas rurais estão ligados a empreendimentos agrícolas urbanos e rurais por meio de um mercado mais organizado em Nairóbi. Mas devido à falta de informações, o esterco dos animais criados pelos agricultores urbanos está desconectado desse mercado e é, em sua maior parte, enterrado ou queimado.

Verificamos que os compostos produzidos dentro e nos arredores de Nairóbi eram de pior qualidade do que o estrume de gado, apresentando teores de nutrientes bem abaixo do nível ótimo, principalmente de N e P (que são importantes para os solos quenianos), e que o produto pronto tinha uma taxa C/N muito alta (pouco nitrogênio em relação ao carbono), principalmente devido à falta de conhecimento dos agricultores. Para melhorar seu produto e a gestão de suas associações, os produtores precisam de capacitação. A ausência de um marco legal facilitador também foi identificada como um limite à qualidade, à demanda e à comercialização do composto: os grupos não operam em espaços formalmente reconhecidos e os produtores ficavam relutantes em investir na adubação de terras que não pertenciam a eles.

Além disso, com mais de 60% da população de Nairóbi vivendo em assentamentos irregulares, que cobrem apenas 5% da área total, os resíduos ali produzidos têm pouca chance de serem reciclados por meio de sistemas produtivos mistos – que combinem cultivos com a criação de gado – como os operados principalmente por pessoas com mais recursos e que dispõem de áreas livres maiores em suas moradias.

Nessas áreas, as iniciativas de organizações sociais têm maior presença, e, embora apenas uma parte não muito grande do lixo local seja processada por elas (e menos ainda seja bem aproveitada), a compostagem que promovem ajuda a reduzir a lixarada onde não há serviço público de coleta do lixo.

Em 2007 foi formada uma força-tarefa para desenvolver uma política de agricultura urbana no Quênia, dirigida pelo Ministério de Agricultura e pelo Instituto Queniano de Pesquisa Agrícola (Kenya Agricultural Research Institute - KARI). O grupo começou a esboçar sua política no início de 2009 e, graças ao envolvimento de vários parceiros, espera-se que a reciclagem dos nutrientes se torne parte dela. Campanhas e declarações de esclarecimento público e artigos na mídia se seguiriam, promovendo a compostagem como uma estratégia para limpar a cidade, aumentando sua visibilidade e seu potencial comercial. Uma política de agricultura urbana também precisa ser implementada por meio de decretos municipais que melhorem a regulamentação e o controle, como já está em andamento em Nakuru. Algumas das considerações para legalizar a agricultura urbana e a gestão dos resíduos orgânicos também já foram incorporadas na minuta de um “Estatuto da Terra” para o Quênia.

Nakuru, Quênia

Seguindo-se ao estudo de Nairóbi, a Urban Harvest decidiu obter uma visão mais aprofundada das fontes e dos tipos de resíduos orgânicos gerados e usados pelos produtores urbanos de Nakuru. De acordo com Foeken (2006), essa cidade, a quarta maior do Quênia, tem áreas grandes e pequenas cultivadas dentro de seus limites, que fornecem 22% dos alimentos consumidos pelas famílias dos produtores e 8% das necessidades totais por alimentos da população da cidade. Cerca de 35% da população de Nakuru estava engajada em alguma forma de produção agrícola em 1998, com 27% das famílias plantando alimentos e 20% delas criando animais. Esses números são bastante parecidos com os obtidos em um estudo realizado em seis cidades quenianas por Lee-Smith e outros nos anos 1980s.

Os cultivos mais comuns em Nakuru incluem milho, couve, feijão, cebola, espinafre, tomate e batata, enquanto que galinhas, vacas, cabras, patos e ovelhas são os animais mais comumente criados. Foeken (2006) verificou que os pobres são proporcionalmente menos representados entre os produtores urbanos do que os mais afluentes, principalmente por terem esses últimos um acesso mais fácil à terra. Nosso estudo de 2005 também confirmou que os criadores de animais têm mais chance de gerar renda com a atividade do que os agricultores dedicados ao plantio de alimentos. Todos esses dados estarão disponíveis no livro a ser lançado em breve.

Os produtores compravam 70% dos alimentos que consumiam, porém mais de 50% da couve e do espinafre consumidos eram produzidos por eles mesmos, mostrando como a agricultura urbana atua como uma fonte de alimentos bem como um meio para economizar dinheiro. A maior parte dos produtores urbanos é formada por agricultores mistos, que criavam uma variedade de animais, semelhantemente ao observado em outros centros urbanos da região.

Os produtores pesquisados em nosso estudo reciclavam praticamente todos os seus resíduos orgânicos domésticos, principalmente como ração animal, o que beneficia a cidade em termos de manejo do lixo e produção eficiente de alimentos.

Calculamos que cerca de 283.000 toneladas de estrume úmido são produzidas anualmente pelos animais dos criadores e dos produtores mistos de Nakuru, das quais nem metade é reutilizada na agricultura, resultando em descartes descuidados e poluição ambiental. Com uma média de 20 t de estrume úmido por ano por cada produtor urbano de Nakuru, os que vivem em áreas de classe média, com sistemas mistos implantados em seus quintais, alcançam uma taxa de reuso muito mais alta (88%), a maior parte aplicada em seus próprios cultivos, enquanto que aqueles vivendo em áreas de baixa renda, com maior densidade populacional, e menos espaço, alcançam taxas bem mais baixas de reuso (17%).

A maior parte do estrume reciclado (61%) era usada diretamente nos sítios urbanos onde era produzida, enquanto que 6% ia para sítios rurais e o resto era vendido ou usado em outros locais da cidade. As mulheres tendiam a se envolver mais do que os homens no manejo da reciclagem de nutrientes, usando os resíduos como alimentação animal, por exemplo.

Alguns produtores intensivos de hortaliças em áreas de baixa renda estavam fazendo um bom uso desse estrume em áreas subutilizadas, e essa prática poderia ser ampliada com apoio municipal.

O sistema produtivo urbano funcionaria melhor se os produtores de animais de baixa renda fossem encorajados a produzir mais eficientemente, usando áreas reservadas para esse propósito. Alternativamente, ou adicionalmente, a coleta e o reuso dos resíduos dos animais criados em áreas de baixa renda e alta densidade demográfica iriam aumentar tanto a eficiência da produção de alimentos quanto do manejo do lixo. Isso poderia ser feito por meio da coleta organizada e pontos de distribuição, e da orientação dos agricultores, quanto ao seu uso, por meio dos serviços de extensão.

O estrume também poderia ser compostado juntamente com o lixo doméstico e os resíduos orgânicos dos mercados e quitandas, embalado e vendido como biofertilizante.

Atualmente essas conclusões estão sendo consideradas pelo Conselho Municipal de Nakuru (MCN) através do Departamento de Ambiente. Elas já influenciaram os esforços atuais para desenvolver um marco legal para a agricultura urbana, conforme as recomendações consensuadas em uma oficina que reuniu os vereadores de Nakuru em maio de 2005.

Yaoundé, República dos Camarões

Cerca de metade da população dos Camarões vive em áreas urbanas. A população da capital, Yaoundé, está crescendo a uma taxa de cerca de 10% ao ano, e deverá alcançar 4 milhões de habitantes em 2020. O desemprego chega a 25% da população ativa, e muitas famílias produzem seus próprios alimentos e obtêm alguma renda graças à agricultura urbana. Nós realizamos dois estudos em Yaoundé: um sobre as pessoas que vendem hortaliças folhosas tradicionais (a maior parte produzida por mulheres em aproximadamente 32.000 moradias), e outro sobre a produção mista (plantas e animais) em pequenos sistemas produtivos na cidade.



Produtor de porcos em Yaounde (Foto: Urban Harvest)

Em 2003, coletamos dados primários a partir de 150 produtores de galinhas e porcos (75 de cada categoria), baseados em uma amostragem estratificada e aleatória, considerando sete eixos principais ao longo de Yaoundé, numa tentativa de avaliar o potencial desse vibrante setor da agricultura na República dos Camarões.

Nós verificamos que criar pequenos animais nos terrenos e quintais da cidade contribui para a renda, a saúde e a nutrição, bem como é uma parte integral de sua cultura (animais são dados como presentes ou usados para finalidades religiosas).

Seguindo as normas culturais, mais mulheres estavam envolvidas na criação de galinhas (65%) e mais homens na de porcos (76%). As famílias criavam animais principalmente como uma fonte de renda, e ambos os tipos de criação geram uma boa renda. Muitos vendiam animais para gerar liquidez (55%) e uma porção significativa de todas as vendas (30%) era usada especificamente para pagar as taxas escolares das crianças. Uma alta proporção das vendas era realizada em épocas de festas como o Natal e o Aid-el-Kebir (77%).

O estrume era uma parte crucial dos sistemas de agricultura urbana, na adubação de cultivos. Alguns produtores usavam só estrume; outros aplicavam uma mistura de estrume e fertilizante químico.

A criação de galinhas dentro e ao redor de Yaoundé representa 70% do total para a Província Central dos Camarões, somando quase um milhão de aves, a maior parte formada por frangos de corte (710.000) e o restante por poedeiras (200.000).



Compostagem de esterco com lixo orgânico em Kahawa Soweto, Nairóbi (Foto: Urban Harvest)

Ao tempo desse estudo, a República dos Camarões tinha cerca de um milhão de porcos com aproximadamente 50.000 deles localizados nas áreas urbanas e periurbanas da capital. Combinando os números de nossas pesquisas sobre produtores de cultivos e criadores de animais com as estatísticas oficiais, fomos capazes de calcular os volumes totais de estrume produzido e utilizado. Yaoundé produz cerca de 20.000 t desse fertilizante orgânico por ano, das quais 69% são utilizadas na agricultura e o resto, cerca de 6.350 t, é descartado.

Nosso estudo também mostrou que esse sistema de produção atende um mercado comprador fora da cidade, especialmente na capital de uma província próxima, Bamenda, onde o produto alcança um preço mais alto. Aproximadamente 10% do estrume produzido em Yaoundé é vendido desse modo, embora o planejamento agrícola oficial não esteja atento para esse fato.

Verificamos que entre 10 e 20 mil pessoas, incluindo produtores, varejistas, processadores, comerciantes de insumos e rações para animais, estão envolvidas na indústria de criação urbana de animais. Como os porcos e as galinhas crescem rapidamente, eles fornecem um alto nível de proteína e um retorno rápido do investimento. A produção urbana de animais complementa a dieta dos moradores de baixa renda com uma importante fonte local de proteínas e minerais.

O estrume desperdiçado corresponde a uma descarga de 400 t de nitrogênio, 229 t de fósforo e 114 t de potássio, nutrientes descartados como resíduos, constituindo-se em séria fonte de poluição ambiental.

Embora a criação de galinhas e porcos perto de áreas residenciais urbanas coloque desafios relacionados com cheiros, barulhos e poluição – incluindo a contaminação do lençol subterrâneo por nitratos – ela precisa ser considerada em relação aos benefícios que oferece, e gerida por meio de um planejamento e um manejo aprimorados, que controlem os problemas.

Um apoio adequado é necessário para promover esse importante setor da agricultura.

Conclusão

Juntos, esses estudos indicam a escala da produção de nutrientes e sua reciclagem desigual por meio da agricultura nas cidades africanas. Eles também sugerem alguns dos principais parâmetros para melhorar a eficiência dessa reciclagem. O papel desempenhado pelos pequenos sistemas mistos (cultivos e criação de animais) é claramente importante, enquanto que o potencial para exportar nutrientes para áreas produtivas rurais – e mesmo para outras cidades – é demonstrado tanto em Yaoundé quanto em Nakuru.



Produtor de frangos em Kahawa Soweto, Nairóbi (Foto: Urban Harvest)

Porém, os produtores de baixa renda estão em desvantagem por que lhes falta o mesmo acesso a quintais ou áreas próximas onde possam praticar sistemas produtivos mistos, especialmente quando eles estão apertados em assentamentos informais extremamente densos em uma cidade como Nairóbi.

A melhoria na qualidade de vida da população, na gestão do lixo e na produção de alimentos, por meio do apoio aos produtores de baixa renda e através de ações estratégicas, seria enorme. Algumas soluções estão emergindo em Nakuru, baseadas nas próprias práticas dos agricultores e nos serviços de extensão agrícola, e as autoridades municipais já começam a demonstrar interesse em gerir e regulamentar a agricultura urbana.

Nota

(1) começando em 150-160/kg/m² e tornando-se ótimo, com respeito à eficiência da reciclagem, por volta de 375/kg/m² (Staal, 2002)

Referências

- Prain, G., N. Karanja and D. Lee-Smith (Eds). *Urban Harvest: agriculture in the cities of East and Central Africa*, Springer, New York, 2010
- Foeken, D. "To subsidise my income"; urban farming in an East-African Town, Brill, Leiden, Boston, 2006
- Lee-Smith, D., M. Manundu, D. Lamba and P.K. Gathuru, , *Urban food production and the cooking fuel situation in urban Kenya*, Nairobi, Mazingira Institute, 1987
- Njenga, M. and N. Karanja, "Community-Based Compost Production for UA in Nairobi" in van Veenhuizen, R, *Cities Farming for the Future: UA for Green and Productive Cities*, RUAF/IIRR/IDRC, Ottawa, 2006
- Staal, S 2002, 'Livestock and environment in peri-urban ruminant systems', presentation at the LEAD/ILRI Seminar, International Livestock Research Institute, Nairobi, May 2002.

A compostagem descentralizada dos resíduos do mercado central e seu uso na agricultura urbana em Conacri, Guiné

Roland Linzner

Institute of Waste Management, BOKU-
University of Natural Resources and Applied Life Sciences
Viena, Áustria
roland.linzner@boku.ac.at

Estima-se que duas entre cada três pessoas estarão vivendo nos centros urbanos da África ocidental dentro dos próximos 20 anos. De acordo com o UNOWA (2007), mais de 90% da população urbana africana vive em condições abaixo do padrão recomendado. Nesse quadro, uma questão importante é o manejo dos resíduos sólidos orgânicos. Atualmente esses resíduos contribuem para a poluição urbana ao mesmo tempo em que enormes quantidades de nutrientes valiosos são perdidas.

A compostagem é uma abordagem promissora para resolver esses problemas. A porção de resíduos orgânicos biodegradáveis é maior nos países de baixa renda (às vezes acima de 90% do lixo total gerado). De modo geral, os resíduos orgânicos estão disponíveis localmente, o que não acontece com os adubos químicos industriais, muitas vezes importados, cujo preço está acima das possibilidades de muitos agricultores.



Revirando manualmente a leira emu na estação de compostagem em Conacri (Foto: Roland Linzner)

Além dos benefícios que o composto promove no solo e nas colheitas, sua produção e aplicação podem trazer outros benefícios indiretos, como o reforço na segurança alimentar,

a geração de renda, a redução do volume de lixo encaminhado para lixões e aterros sanitários, aumentando a vida útil desses últimos e reduzindo a poluição.

Devido à menor presença de macronutrientes no composto, na comparação com os teores presentes nos adubos químicos industriais, é um desafio comercializar esse produto e também convencer os usuários potenciais sobre os efeitos positivos adicionais progressivos, como o incremento da atividade biológica no solo e a prevenção da erosão. Uma abordagem comum para enriquecer o composto é misturá-lo com outros materiais, como o esterco de galinha, muito rico em nitrogênio.

As tecnologias para o tratamento aeróbio dos resíduos orgânicos variam desde a compostagem aberta, em leiras (windrow), até os sistemas fechados, com ventilação forçada. Também a complexidade e a escala desses sistemas variam consideravelmente. O modo mais fácil, simples e barato de compostar os resíduos orgânicos é empilhá-los em montes estáticos e deixar o tempo e os microorganismos agirem, enquanto que mais esforços são necessários para a compostagem de grandes volumes em contêineres ou leiras maiores, onde os resíduos precisam ser revolvidos mecanicamente para aumentar a aeração. Os sistemas fechados (com aeração forçada) são ainda mais complexos.

Vários esforços para promover as tecnologias de compostagem na África foram mal sucedidos por diversas razões (Linzner e Wassermann, 2006). Nas décadas de 1970 e 80, os projetos de compostagem priorizavam as grandes centrais de reciclagem, mas a maior parte deles falhou por causa das características dos resíduos (como a presença de impurezas, substâncias tóxicas ou materiais que prejudicavam o processo de decomposição); das variações sazonais (o problema de conseguir um fornecimento contínuo de materiais para serem compostados); da falta de educação técnica e treinamento; da falta de recursos para manutenção; das variações no fornecimento de água e energia; e da importância que a administração municipal confere à gestão do lixo (Dulac, 2001). Um grave problema das grandes usinas de reciclagem de lixo é o seu preço, pois exigem grandes investimentos para a construção, maquinário e outros equipamentos. As grandes usinas de compostagem exigem grandes quantidades de lixo orgânico, que depende de eventuais sazonalidades na disponibilidade dos diversos resíduos, e de um sistema de transporte mais dispendioso. Além disso, também é preciso contar com uma demanda adequada pelo composto pronto, de modo a gerar renda suficiente para cobrir ao menos os custos do sistema.

Desde os anos 1990, novas abordagens têm sido introduzidas por meio de projetos de compostagem de pequena escala iniciados por ONGs ou associações de bairro. A compostagem descentralizada envolve pequenos grupos de pessoas e custos relativamente

baixos. Os governos locais ou outras instituições podem apoiar tais projetos ao educar as pessoas, oferecer um espaço (uma pequena área pode bastar), financiar as despesas iniciais, transportar os resíduos até os locais de compostagem mais próximos, e usar o composto pronto em áreas verdes públicas ou em projetos agrícolas dentro ou ao redor das cidades.

Essas operações de pequena escala dependem principalmente da mão-de-obra (para selecionar os resíduos e formar com eles os montes ou leiras, eventualmente revirando-os e molhando). Os investimentos iniciais envolvem pouco capital, já que praticamente não se utiliza nenhum maquinário. Os custos operacionais também são baixos, já que a mão-de-obra é comparativamente barata nos países de baixa renda.

Devido aos altos preços do combustível, é importante minimizar os custos com transporte. Os pequenos centros de compostagem devem, portanto, estar localizados preferencialmente perto dos locais de origem dos resíduos e/ou das áreas onde será aplicado o composto pronto.

Tanto para as grandes quanto para as pequenas estações de compostagem, é importante levantar o suprimento de insumos (resíduos) disponíveis, a qualidade do composto resultante, e os mercados existentes e potenciais para o produto. Um levantamento do mercado fornece informações sobre os potenciais usuários do composto e os possíveis campos de aplicação, como a agricultura urbana, a manutenção de parques e jardins, a silvicultura etc. e o valor estimado do produto para o usuário (sua disposição e capacidade para pagar pelo composto, considerando o preço dos outros adubos).

Um manual abrangente sobre a comercialização de composto em países de renda baixa e média está disponível gratuitamente na internet (Rouse et al., 2008). As questões do transporte e as variações sazonais afetam tanto o volume quanto a composição dos resíduos compostados. É preciso verificar se já existe algum esquema de coleta para certos tipos de resíduos de interesse. A pureza dos materiais compostados tem uma importante influência sobre a qualidade do composto produzido: a separação dos materiais orgânicos na origem melhora a qualidade do produto final.

Conacri, Guiné

O projeto de pesquisa “Recirculação dos resíduos orgânicos locais na agricultura urbana e rural – o impacto nas funções do solo na Guiné” foi realizado pelo Instituto de Gestão de Resíduos e pelo Serviço Nacional de Solos do governo da Guiné, com recursos da Academia Austríaca de Ciências (maiores informações em: <http://www.wau.boku.ac.at/abf.html>; Linzner et al., 2007).

O estudo focou uma pequena operação de compostagem na periferia de Conacri, e incluiu uma análise de custos e testes de campo.

A instalação da minicentral tem uma área principal de compostagem medindo aproximadamente 80 m² cobertos com telhado e o chão de concreto inclinado 5%. Os resíduos do mercado municipal servem como principal insumo da compostagem, misturados a capim-elefante, já que os estipes (troncos) das palmeiras oleríferas, abundantes na região, não servem por serem muito fibrosos.

Cerca de 40 mulheres organizadas numa cooperativa exclusivamente delas foram treinadas para operar essa estação de compostagem. Elas também são, ao mesmo tempo, as usuárias do composto produzido, já que desenvolvem atividades de agricultura periurbana junto ao local de compostagem.

A cooperativa é apoiada pelo Ministério da Agricultura e toda a área é de propriedade do governo, cedida sem qualquer custo para as mulheres. No primeiro ano de operações, cerca de 4 t de composto foram produzidas, mesmo apesar da interrupção no processo durante a estação chuvosa, de junho a setembro, correspondendo à média de 500kg mensais pelos oito meses de operação.

A viabilidade econômica da compostagem é crucial para a sustentabilidade dos projetos. As despesas para construção e operação (no primeiro ano) de uma pequena instalação de compostagem descentralizada em Conacri somaram cerca de 5.700 euros (para uma produção de 4 t de composto). Os custos da construção corresponderam a 70% desse total. Isso demonstra a impossibilidade de cobrir os custos iniciais (construção) apenas com as receitas (venda do composto), e confirma experiências anteriores com relação à dificuldade de garantir sua viabilidade econômica. (Drechsel e Kunze, 2001).

Existe portanto a necessidade de reduzir os custos a um mínimo, através de esquemas de compostagem baseados na comunidade (Community Based Composting Schemes), nos quais a área, os insumos, a coleta e a mão-de-obra podem ser obtidos gratuitamente ou a um custo marginal. Com respeito à localização, é importante determinar se a instalação deve ficar perto da fonte dos resíduos ou dos usuários finais do composto (se não for possível encontrar um ponto intermediário).

Com base nos registros colhidos, uma pequena análise de custos foi realizada. A Organização Austríaca de Financiamento cobriu os custos iniciais (construção e início das operações). A partir daí, o preço do composto foi calculado para cobrir apenas os custos operacionais (1.660 euros) com uma produção anual de 4 t de composto.

O custo de produção de 1 t de composto é aproximadamente 415 euros, e portanto cada quilo deveria ser vendido por pelo menos 41 centavos de euro no mercado local.

Infelizmente é difícil vender a esse preço, por que há produtos concorrentes muito mais baratos (estrupe de vaca a 0,05 euro / kg; esterco de galinha entre 0,07 e 0,10 euro / kg).

Por outro lado, o adubo mineral importado é vendido entre 0,5 e 0,6 euro / kg, o que é encorajador. Uma compilação detalhada dos custos (com a conversão monetária corresponde aos anos 2005 e 2006) está disponível no relatório do projeto (Linzner *et al.*, 2007).

O custo da operação do projeto, citado acima, também incluiu custos que não haviam sido previstos, como taxas municipais e a contratação de caminhões para transportar os resíduos. Os custos relativos à coleta e ao transporte dos insumos corresponderam a 390 euros, para as 4 toneladas de composto.

Os resultados dos testes de campo demonstraram que a aplicação de composto em Conacri aumentou a produção de milho no primeiro ano em aproximadamente 400 kg/ha. Esse aumento na colheita contribuiu para a segurança alimentar das famílias das mulheres envolvidas. Um volume considerável de dinheiro pôde ser economizado por que elas não precisaram gastá-lo comprando tantos alimentos. Além disso, vendendo parte dos alimentos produzidos, elas geraram uma renda de aproximadamente 200 euros por hectare e por período de plantio, que puderam usar para cobrir outras necessidades básicas, como despesas escolares dos filhos.

Em comparação, o salário mensal médio de um trabalhador não qualificado na Guiné varia entre 12,5 e 25 euros, enquanto que os salários de pessoas com melhor qualificação variam entre 50 e 75 euros por mês.

Foi relatado que a renda e os salários na agricultura urbana são freqüentemente melhores do que os recebidos por trabalhadores civis de nível médio.

Nos últimos anos, os salários na Guiné permaneceram praticamente congelados, enquanto que os preços do arroz (o principal alimento amiláceo) e o combustível aumentaram vertiginosamente.

As condições de vida, portanto, pioraram. Isso veio reforçar a importância da aplicação de composto na agricultura urbana para gerar renda indispensável para a sobrevivência.

Referências

- Dulac N. (2001): The organic waste flow in integrated sustainable waste management. Tools for decision-makers – experiences from the Urban Waste Expertise Programme (1995-2001). A. Scheinberg. Nieuwehaven, WASTE.
- Drechsel P. and Kunze D. (2001): Waste composting for urban and peri-urban agriculture: closing the rural-urban nutrient cycle in Sub-Saharan Africa. CABI publishing, ISBN 0 85 199 548 9.
- Linzner R. and Wassermann G. (2006): Factors constraining and promoting the implementation of small-scale composting in West African Countries. ORBIT 2006: Biological Waste Management. From Local to Global; Proceedings of the International Conference / Eckhard Kraft (ed.). Weimar: Verlag ORBIT e.V.; ISBN 3-935974-09-4. Weimar, 2006.
- Linzner R., Binner E., Mentler A., Smidt E., Salhofer S.P. and Soumah M. (2007): LPCC-Guinée: Recirculation of Local Organic Waste in Urban and Rural Agriculture - the Impact on Soil Functions in Guinea / West Africa. Final report on behalf of the Commission for Development Studies at the Austrian Academy of Sciences: Link: http://www.kef-online.at/images/stories/downloads/Projektberichte/P139_Endbericht_Guinea.pdf (Last access: 07.09.2009).
- Rouse J., Rothenberger S. and Zurbrügg C. (2008): Marketing Compost - A Guide for Compost Producers in Low and Middle-Income Countries. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG) - Department of Water and Sanitation in Developing Countries (SANDEC), ISBN 978-3-906484-46-4, Dübendorf, 2008.
- UNOWA (2007): Urbanisation and Insecurity in West Africa Population Movements - Mega Cities and Regional Stability. United Nations Office for West Africa (UNOWA) Issue Papers, October 2007.

O Jardim Produtivo: uma experiência em Belo Horizonte, Brasil

Bruno Martins Dala Paula

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Ivana Cristina Lovo

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Email: iclovo@uai.com.br

José Divino Lopes Filho

Programa de Nutrição da Escola de Enfermagem - UFMG

Foto: Ivana C. Lovo



Como parte do programa “Cidades Cultivando para o Futuro” (1), da Fundação RUAf, o projeto *Jardim Produtivo* foi iniciado em Belo Horizonte para transformar um terreno baldio (2) de 3.500 m² em um espaço urbano multifuncional.

O processo foi iniciado em janeiro de 2008 com a organização, o fortalecimento da consciência e o treinamento dos novos horticultores. O desenvolvimento da horta durante os primeiros nove meses foi monitorado continuamente, com um foco específico na produção, alimentação e nutrição, fatores socioeconômicos e de gênero. Atualmente sete famílias estão envolvidas ativamente no *Jardim Produtivo*.

Reciclando os materiais orgânicos

No início do projeto, cada família participante recebeu um balde com capacidade para conter 5 kg do lixo orgânico doméstico (incluindo cascas, talos, partes não aproveitáveis de alimentos e sobras da comida preparada). Cada família reúne de dois a três membros, e, durante o período monitorado do projeto, cinco dessas famílias foram capazes de coletar um balde cheio de resíduos orgânicos a cada oito ou dez dias. Entre 25 de março e 25 de setembro (seis meses), o lixo total coletado para a horta comunitária chegou a 84 baldes, ou 420 kg. Esse material orgânico foi usado para a produção coletiva de composto, que foi distribuído entre todos os membros do *Jardim* (compartilhado pelas sete famílias).



*Preparação de biofertilizante
(Foto: Marcos Jota)*

Além disso, os horticultores obtiveram materiais orgânicos através de vários outros canais. Uma parceria interessante foi formada entre os agricultores e duas pequenas granjas de produção de frangos, localizadas em áreas próximas. O esterco de galinha (3) tornou-se então a principal fonte do nitrogênio usado na confecção do composto. Em média, as duas granjas parceiras produzem 200 kg de cama de galinheiro por semana. Os horticultores também usaram sobras de podas dos parques e jardins, inclusive aparas de grama. Esse é um material muito útil para a produção de composto e para proteger as plantas nos canteiros (*mulch*), onde ajuda a reter a umidade, atenuar a temperatura do solo e inibir a brotação de mato.

Três cargas de caminhão desse material foram entregues durante os nove meses monitorados (a quantidade exata não foi determinada). A grama cortada foi fornecida pelo Departamento de Parques e Jardins da prefeitura, mas precisa ser solicitada (não é fornecida rotineiramente). Estrume de vaca e de cavalo foi doado por proprietários rurais próximos, ou recolhido dos animais que pastam livremente pelas proximidades do *Jardim*.

As folhas das plantas que crescem dentro e ao redor da horta também eram recolhidas. Além disso, as famílias compravam estrume de vaca de fornecedores próximos (cada saco de 50x80cm de estrume seco é vendido por R\$ 5,00). A demanda estimada por estrume de vaca, para o nível atual de produção da horta, é 12m³/ano, ou cerca de seis toneladas.

Não foi possível obter maiores informações sobre os custos da coleta de lixo e manutenção de áreas verdes públicas (praças e jardins) comparáveis em tamanho com o *Jardim Produtivo*. Essa informação seria necessária para estimar a economia obtida com esse tipo de horta orgânica por meio da redução nas despesas com manutenção de áreas públicas e disposição dos referidos volumes de lixo orgânico nos aterros sanitários municipais.

A área, antes e depois da implantação do Jardim Produtivo.



Foto: Marcos Jota



Foto: Ivana Lovo

Materiais inorgânicos

Além da reciclagem dos materiais orgânicos e seus nutrientes, cerca de 2.700 garrafas PET foram recolhidas e usadas na horta para criar dois “círculos de irrigação” e 20 canteiros retangulares e em forma de ferradura, cobrindo uma área de aproximadamente 980 m². Os horticultores e vizinhos separaram e coletaram essas garrafas.

Sacos de aniagem (40x80 cm) também foram usados juntos com embalagens Tetrapac de leite para construir um abrigo para guardar as ferramentas usadas na horta. Os sacos de aniagem foram usados para aumentar a aderência da massa de cimento na estrutura de ferro das paredes do abrigo, e as embalagens de leite foram usadas para tornar o teto impermeável à água da chuva. Esses materiais também foram coletados pelas famílias beneficiárias e doados pelos comerciantes da região e vizinhos.

A tabela a seguir resume o uso de materiais reciclados durante o período do monitoramento.

Material reciclado		Uso
Garrafas PET	2.789 unidades	Bordeamento dos canteiros
Lixo doméstico	420 kg (entre 25 de março e 29 de setembro de 2008)	Compostagem
Restos de poda dos parques e jardins	Volume não medido	Compostagem e <i>mulch</i>
Esterco de galinha	200 kg por semana	Compostagem
Estrume de vaca e de cavalo	O volume não foi medido	Preparação de fertilizantes e defensivos naturais
Folhas e restos de cultivos	O volume não foi medido	Preparação de fertilizantes e defensivos naturais
Sacos de aniagem (usados para transportar batatas)	25 sacos medindo 40x80 cm	Construção de abrigo de ferramentas (melhorar a aderência do cimento às paredes)
Embalagens Tetrapac	60 embalagens de leite longa-vida	Construção de abrigo de ferramentas (impermeabilizar o teto)

Reciclagem da água

Em 2009, juntamente com o projeto SWITCH em Belo Horizonte, foram instaladas duas cisternas (modelo ASA) (4) para coletar a água da chuva no terreno de uma igreja próxima, cada uma com capacidade para armazenar 18 mil litros.

Com as cisternas e um sistema apropriado de irrigação, será possível fornecer 80% da necessidade de água para a horta, reduzindo as despesas mensais com água (o custo médio mensal com água durante os sete meses monitorados foi de R\$ 566 (USD 321).

Nutrição melhorada

Indicadores nutricionais foram coletados antes da implementação do *Jardim Produtivo* (em abril de 2008) e novamente cinco meses depois (em setembro de 2008), usando uma pesquisa da frequência dos alimentos consumidos e um registro dos alimentos consumidos em ciclos de 24 horas.

Os resultados demonstraram um aumento no número médio de porções de hortaliças (5) consumidas (passando de 0,5 porção para 1,8 porção por dia). A frequência do consumo de cada tipo de hortaliça também aumentou de abril até setembro. Inicialmente os participantes consumiam alface em média duas vezes por semana, agora a consomem cinco vezes por semana. O consumo de tomate aumentou de aproximadamente três vezes por semana para sete vezes por semana. O consumo de outras hortaliças folhosas (repolho, almeirão e acelga) também aumentou de quatro para seis vezes por semana. Pareceu que a maior disponibilidade de hortaliças, a sua produção segura – livre da contaminação por agrotóxicos e fertilizantes químicos – e o forte envolvimento dos consumidores locais em todos os estágios da produção favoreceram esse aumento do consumo.



Preparação do composto
(Foto: Marcos Jota)

Integração e ampliação

O governo local desempenhou um importante papel ao disponibilizar, sem custos, recursos como aparas de grama e água, e contribuindo para a implantação física da horta.

Uma horta comunitária como o *Jardim Produtivo* de Belo Horizonte pode ser um importante fator na gestão dos resíduos sólidos urbanos, permitindo descentralizar a coleta e a reciclagem, e eliminar custos no transporte dos resíduos. A reciclagem descentralizada, permitindo a compostagem do lixo orgânico integrada à produção de alimentos reduz os custos com a gestão do lixo, protege o meio ambiente e promove a saúde e melhores condições de vida. Porém ainda há um longo caminho até ampliar essas experiências e incorporar tais áreas produtivas aos sistemas de gestão do lixo sólido municipal.

Para aumentar a escala até a gestão territorial e ambiental de Belo Horizonte como um todo, as políticas e regulamentações regionais precisam ser alteradas. Isso requer o envolvimento e o compromisso de vários outros atores.

Uma horta produtiva pode ser um espaço que integra cidadãos e natureza. Também promove a saúde da comunidade local por meio da nutrição melhorada e do acesso a plantas medicinais; mantém conhecimentos tradicionais da ecologia do lugar passados de

geração a geração; cria oportunidades para atividades recreativas; e (re)afirma a identidade cultural dos migrantes rurais que se mudaram para as cidades.

Além disso, a agricultura urbana transforma terrenos baldios – geralmente focos para a propagação de vetores – em áreas verdes produtivas, melhorando o ambiente visual e a paisagem urbana. Melhora a permeabilidade dos solos, aumentando a capacidade da cidade para recarregar o lençol freático e evitar inundações, e ainda fortalece as relações sociais entre vizinhos e comunidades.

Notas

- 1) Para maiores informações sobre o CCF em BH visite:
http://www.ipes.org/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=112
- 2) Termo usado pelo Departamento de Planejamento Urbano para áreas urbanas sem uso e para as quais não existem planos.
- 3) “Cama de galinha” é a mistura do esterco das galinhas com a serragem usada para forrar o chão do abrigo onde elas dormem.
- 4) O ASA é um Programa de Mobilização e Treinamento Social para Familiarizar com o Clima Semi-Árido, no qual um milhão de cisternas já foram instaladas nas regiões mais secas do Brasil.
- 5) O conceito de “porção” é aquele definido pelo Ministério da Saúde do Brasil (2005). Uma porção de hortaliças é a quantidade capaz de prover 15 calorias, e uma porção de frutas é aquela que provê 70 calorias.

Referências

- Ministério da Saúde do Brasil. Secretaria de Cuidados com a Saúde. Coordenação Geral de Políticas de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: Promovendo uma alimentação saudável. 236 pg. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- Jota, M. L. C. Implantação de Hortas Comunitária e Formação de Multiplicadores(as) em Agricultura Urbana com enfoque de Gênero. Apostila para oficinas formativas – A Matéria Orgânica. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Prefeitura de Lagoa Santa e Jota Consultoria. 2008. 9 pg.
- WHO - World Health Organization (Organização Mundial da Saúde – OMS). Global strategy on diet, physical activity and health. Food Nutr Bull 25:292-302p; 2004.

Melhorando a segurança alimentar por meio da gestão ambiental em Ibadan

Bolanle Wahab

Department of Urban and Regional Planning,

M. K. C. Sridhar

Division of Environmental Health Sciences,

Faculty of Public Health, University of Ibadan, Ibadan

A. A. Ayorinde

Project Manager, Sustainable Ibadan Project,

Oyo State Ministry of Environment and Water Resources,

Ibadan, Nigéria

Autor correspondente: **M. K. C. Sridhar**

mkcsridhar@yahoo.com

A destinação dos resíduos sólidos é um problema crítico enfrentado cotidianamente pelas várias comunidades de Ibadan, no oeste da Nigéria, e nas capitais de outros estados nigerianos. Ibadan, capital do estado de Oyo, é uma cidade densamente povoada, com mais de três milhões de habitantes. Dizem que em Ibadan toda rua é um mercado. E muitos quintais são usados para cultivar hortaliças e plantas medicinais locais.



A comunidade fornece composto também para áreas verdes do governo municipal. (Foto: M.K.C. Sridhar)

O projeto “Ibadan Sustentável” (PIS) foi estabelecido em 1994 (juntamente com outros 11 projetos similares ao redor do mundo) por uma agência da ONU (UNCHS-HABITAT) como parte do programa “Cidades Sustentáveis”.

Os participantes do Fórum Urbano da ONU-HABITAT realizado em 1995 concluíram que a gestão do lixo e sua conversão em adubo orgânico eram prioridades máximas para a cidade, e conjuntamente identificaram a tecnologia da compostagem aeróbia, usando leiras ao ar livre, como um método viável para reciclar os resíduos orgânicos coletados, gerar renda e fertilizar as áreas agrícolas urbanas.

Um dos primeiros projetos com base na participação da comunidade é o “Centro de Seleção de Resíduos de Ayeye”. Em colaboração com o Departamento de Serviços Urbanos Básicos (e com apoio do UNICEF), os autores treinaram membros da comunidade em reconhecimento e seleção dos resíduos na origem, separando os materiais biodegradáveis dos não biodegradáveis. O projeto foi capaz de gerar retornos econômicos e trabalho para a comunidade local (Sridhar e Adeoye, 2003).

A comunidade de Ayeye

Ayeye é uma comunidade de baixa renda densamente povoada (mais de 13 mil pessoas) localizada na área central de Ibadan. Ocupa uma área de apenas 140.130 m², com 42 prédios coletivos e 460 casas (em 2009). A população por unidade habitacional pode chegar a 30 pessoas. As mulheres e crianças vendem e carregam mercadorias ao longo das ruas que cortam a área. A comunidade de Ayeye tem pouquíssimo acesso a saneamento e outros serviços básicos. Os resíduos gerados *per capita* na área são estimados em 0,43 kg por dia, sendo que de 60 a 80% deles são constituídos por resíduos orgânicos.

As várias valas abertas que cortam a comunidade drenam as águas servidas que vão poluir o rio Gege. No início do projeto, em 1994, não havia instalações para lidar com os resíduos, e as pessoas despejavam o lixo em qualquer lugar, especialmente ao longo do rio Gege. Ao mesmo tempo, toda a comunidade tinha apenas um banheiro. Em 2002, a comunidade de Ayeye construiu dois banheiros “Pague e Use”, que no início eram esvaziados nas valas próximas, que carreavam os resíduos para o rio Gege. Em 2009, porém, o Projeto Ibadan Sustentável estabeleceu um sistema no qual os banheiros são esvaziados pelos chamados “coletores de resíduos fecais”. A comunidade cobra cinco Nairas (0,25 de euro) a cada usuário, e o sistema melhorou bastante as condições físicas e sanitárias da área.

Conceito e metodologia

A iniciativa foi planejada para desenvolver soluções práticas para os problemas de destinação dos resíduos orgânicos convertendo-os em adubo. Ao melhorar a sanidade ambiental, gerar trabalho e renda e reforçar a segurança alimentar, toda a comunidade

também é beneficiada (particularmente as mulheres e as crianças, que são muitas vezes as pessoas mais envolvidas na coleta e destinação do lixo e mais vulneráveis aos seus riscos).

Melhorar o saneamento e treinar os membros da comunidade em segurança alimentar e nos cuidados com a saúde e o manejo do lixo também fazia parte do projeto.

Os membros da comunidade coletavam o lixo de suas moradias e os restos de vegetais do mercado de alimentos de Ayeye-Agbeni. O lixo doméstico seco reciclável era separado na fonte em seus principais componentes (plásticos, metal e vidro) e então levado para um ponto de entrega voluntária - PEV (onde há cubículos próprios para receber os materiais de modo separado), em um local escolhido pela comunidade.



O uso do composto no cultivo de milho produziu colheitas comparáveis às dos cultivos usando fertilizantes químicos (Foto: M.K.C. Sridhar)

Os resíduos biodegradáveis eram convertidos em adubo orgânico. O PNUD e o UNICEF forneceram a maior parte dos recursos necessários, enquanto que o governo do estado de Oyo e outros interessados (como a universidade) forneceram outros tipos de apoio, como recursos materiais e humanos.

Uma pequena estação de reciclagem foi implantada em novembro de 2002, capaz de processar cinco toneladas por dia. Seu objetivo é produzir 45-50 sacos de 50 kg de adubo orgânico por dia, para vender a agricultores dentro e fora da comunidade.

O projeto foi executado em três fases, entre 2001 e 2002: (1) uma rápida pesquisa da situação; (2) construção, mobilização e treinamento; (3) participação comunitária na compostagem e testes de campo para avaliar a utilização agrícola do composto em áreas identificadas. No final, o projeto foi transferido para a comunidade.

Resultados e lições

Detalhes do lixo coletado na comunidade (em 2002) são fornecidos na Tabela 1. O lixo orgânico compostável gerado por pessoa por dia foi calculado em 0,16 kg. Outros componentes importantes incluem os plásticos (filmes de alta e de baixa densidades), metais, e cinzas produzidas no processo de cozinhar usando-se lenha como combustível.

Tabela 1. Resíduos gerados na comunidade de Ayeye (kg)

População total: 13.720, ou 30 pessoas por unidade residencial).

	Por semana por moradia	Por semana em 460 moradias	Por dia em 460 moradias	Per capita por dia
Resíduos compostáveis	21,55	9.913,0	1.416,14	0,103
Resíduos animais	11,38	5.237,1	784,16	0,057
Resíduos secos recicláveis	15,15	6.982,0	997,43	0,073
Total	48,08	22.132,0	3.198,00	0,233

O projeto vem se sustentando desde 2002. Para ser viável, ele precisa que a coleta do lixo seja eficiente, que o fornecimento de energia elétrica seja confiável, que a produção seja constante e que os compradores estejam a postos.

No período do projeto, o fornecimento de eletricidade não foi regular, afetando a capacidade de produção. Outras limitações identificadas foram a falta de área para expansão e a inexistência de uma rede de comercialização organizada.

Pelo menos quatro pessoas trabalharam regularmente no centro de seleção, produzindo cerca de 10 sacos de fertilizantes de 50 kg por semana. Além disso, elas produziram composto nível "A", adicionando nitrogênio (3,0 a 3,5%) e fosfato (1,8 a 2,0%), que é mais demandado pelos produtores que plantam milho e outras safras mais exigentes em N.

Milho e outros cultivos também foram produzidos em lotes demonstrativos. O composto padrão e o composto "A" produziram colheitas comparáveis às das produzidas com ajuda de adubos químicos (ver tabela 2).

Tabela 2. Efeito do adubo orgânico produzido pela comunidade de Ayeye no cultivo de milho e comparação com o efeito do fertilizante químico

Fertilização adotada	Altura da planta cm	Grãos colhidos t/ha	Número de grãos por espiga
Sem fertilizante, n=12	177,97	2,02	197
Fertilizante químico NPK (15:15:15);n=10	237,67	5,40	463
Fertilizante organo-mineral, 1.5 t/ha, n=14	212,5	6,06	435
Organo-mineral fertiliser, 3 t/ha, n=12	238,93	6,52	546

Entre os benefícios da aplicação dos fertilizantes orgânicos, os produtores apreciaram especialmente o aumento das colheitas, uma segunda safra sem necessidade de insumos adicionais, e o controle da erosão e da degradação do solo (Adeoye *et al.* 2008).

Os agricultores e horticultores estão aguardando que o composto seja produzido em maior quantidade para poderem satisfazer mais plenamente as suas necessidades.

O projeto comunitário fornece composto para os horticultores e para a Associação dos Produtores do Estado de Oyo, cujos membros estão espalhados em 33 áreas na periferia. Mas os seus participantes estão permanentemente procurando por mercados onde possam vender seu composto e outros produtos agrícolas. O composto também é vendido para outros agricultores urbanos e periurbanos.

Ayeye representa uma das principais comunidades tradicionais de Ibadan. As outras 11 LGAs já expressaram interesse em replicar o projeto em suas comunidades. Esse projeto também serve como um modelo na Nigéria, onde sete centros de compostagem, de pequena e média escala, já foram implantados em diferentes partes do país.

Referências

- Sridhar, M. K. C. e G.O. Adeoye, 2003. Organo-mineral fertilizers from urban wastes: Developments in Nigeria, *The Nigerian Field*, 68: 91-111.
- Adeoye, G. O., O. O. AdeOluwa, M. Oyekunle, M. K. C. Sridhar, E. A. Makinde and A.A. Olowoake, 2008. Comparative evaluation of Organo-mineral Fertilizer (OMF) and Mineral Fertilizer (NPK) on yield and quality of Maize (*Zea mays* (L) Moench), *Nigerian Journal of Soil Science*, Vol. 18, pp. 132-137.

A gestão municipal dos resíduos sólidos como um incentivo à agricultura urbana em Puna, Índia

Sohal Behmanesh

Center for Development Research,

Bonn, Alemanha

Sohal.Behmanesh@gmx.de

A destinação dos resíduos representa um desafio crescente para as administrações das cidades. A prefeitura da cidade indiana de Puna introduziu um sistema de separação na fonte e compostagem descentralizada do lixo orgânico. Os cidadãos mais conscientes estão buscando meios práticos para tratar de seus resíduos orgânicos e já perceberam que a agricultura urbana é uma solução viável.

Puna, situada no estado de Maharashtra Ocidental, Índia, é uma cidade que cresce rapidamente, reunindo hoje cerca de 5 milhões de habitantes (Kraas & Kroll 2008). A cidade produz por dia cerca de 900 a 1100 toneladas de lixo, às quais a prefeitura precisa dar fim, diariamente. A porção orgânica do lixo chega a aproximadamente 630 toneladas, correspondendo a 65% do volume de lixo total, sendo 40% proveniente das moradias e 25% dos restaurantes, hotéis, quitandas e mercados (ver Kroll 2007).

Cultivos em sacos plásticos cheios de solo e composto produzido a partir do lixo orgânico (Fotos: Sohal Behmanesh)



A separação na fonte e o processamento privado e descentralizado poderiam, portanto, contribuir consideravelmente para aliviar a infraestrutura de destinação centralizada.

A gestão dos resíduos não constava da agenda das autoridades municipais das cidades indianas até a segunda metade do século 20. Os sistemas de gestão hoje em Puna baseiam-se na ideia convencional de separação na destinação. Catadores individuais e o serviço de coleta municipal recolhem o lixo misturado nas moradias ou nos pontos centrais de entrega. Alguns materiais recicláveis são então extraídos e o resto é levado para um aterro fora da cidade, onde apenas uma pequena fração do material biodegradável é compostado apropriadamente (Kroll 2007).

A regulamentação municipal para a gestão do lixo

No início dos anos 1980s, vários pequenos movimentos da sociedade civil começaram a desenvolver a consciência sobre o crescente volume do lixo gerado na cidade. Essa preocupação ecológica levou à promoção da reciclagem do lixo orgânico no nível das moradias. A adoção da prática prosperou só muito lentamente, em parte por causa das conotações negativas ligadas ao manejo do lixo preponderantes nas famílias de classe média (Behmanesh 2009). Uma mudança positiva foi induzida pela introdução das Normas Municipais para a Gestão (Manejo e Manipulação) dos Resíduos Sólidos 2000 (MSW 2000).



Horta em laje em Puna (Foto: Sohal Behmanesh)

Elas incluíram decretos locais que tornaram obrigatória a destinação do lixo orgânico nos projetos de moradias construídas a partir de 2002 (Kroll 2007). Os moradores desses conjuntos e condomínios precisam agora encontrar soluções aceitáveis para lidar com seu lixo orgânico.

A reciclagem dos resíduos orgânicos e a agricultura urbana

A prefeitura de Puna colabora com uma ONG - Wealth-from-organic-waste - (Riqueza a partir do Lixo), que surgiu de um movimento ecológico anterior da sociedade civil, e hoje promove uma técnica viável de reciclagem do lixo orgânico. Os membros da organização vêm divulgando, há muitos anos, o uso de biocatalizadores naturais (ou “biosaneadores”), desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa Ecológica de Bhawalkar (Bhawalkar Ecological Research Institute - BERI).

Os moradores da cidade, principalmente as mulheres, são motivados a usarem os resíduos orgânicos e os biosaneadores para cultivar frutas e hortaliças nos quintais, telhados e pátios. Esses insumos são simplesmente adicionados aos canteiros ou outros espaços cultivados. A prática é viável para as cidades por causa de suas técnicas agrícolas de pequena escala, seu baixo custo, e a falta de odores desagradáveis durante a decomposição dos resíduos orgânicos.

O novo marco regulatório ofereceu um contexto aprimorado no qual se pode promover essa prática. Os cidadãos em Puna começaram a implementar a agricultura urbana em várias diferentes escalas: desde micro-hortas de condimentos na janela das cozinhas até quintais cultivados com mais de 100m². Funcionários municipais agora cooperam com os incorporadores e habitantes para garantir uma infraestrutura para minicentrais de compostagem nas áreas livres dos conjuntos habitacionais, e disseminar o uso do composto na produção agrícola urbana.

Um orfanato recicla os resíduos colhidos nas fraldas, e usa canteiros no terraço para educar as crianças sobre a natureza; prisioneiros reciclam o lixo da cozinha da prisão e cultivam frutas e hortaliças; o lixo orgânico de um hospital é todo compostado; e veteranos do exército, muitos deles portando deficiências, plantam ervas medicinais em seus quintais.

A destinação eficiente do lixo parece ser a motivação mais significativa para os adeptos da prática. O acesso a alimentos saudáveis e frescos e os benefícios ecológicos parecem ser de menor importância. Mas o potencial para criar ciclos nutricionais fechados dentro da cidade e reduzir sua pegada ecológica, ao produzir alimentos orgânicos localmente, está sendo subestimado. A falta de consciência é parcialmente culpada, mas também o fato de que os projetos envolvem principalmente os habitantes de classe média que vivem nesses condomínios, para quem o acesso a alimentos não é tão problema, ainda.

Outro projeto de agricultura urbana iniciado com apoio da prefeitura em parceria com a ONG “Instituto Internacional para a Conservação da Energia” (International Institute for Energy Conservation - IIEC) objetiva o envolvimento das ONGs ambientais locais e fornecedores de produtos para ampliar a implantação de hortas em lajes, pátios e terraços de moradias e de prédios públicos e comerciais.

Limitantes e potenciais

A municipalidade de Puna tem um bom conhecimento dos vários tipos de agricultura urbana praticados na cidade. Os decretos que integram o MSW 2000 fornecem um incentivo importante para o surgimento de plantios usando resíduos orgânicos domésticos compostados. Porém o potencial para a redução da pobreza e as chances para uma colaboração mais ampla na implementação de técnicas de reciclagem têm sido negligenciados.

Árvores Ro crescendo em camada de solo superficial em quintal urbano (Foto: Sohal Behmanesh)



As moradias de menor renda e a reciclagem de seus resíduos orgânicos não estão incluídas nos atuais projetos de agricultura urbana desenvolvidos pelo Departamento de Parques e Jardins de Puna.

A falta de interesse em abordar questões sociais pode ser resultado do acanhado mandato desse Departamento. O manejo e a destinação dos resíduos são da competência de outro Departamento – o de Saúde e Saneamento – que não tem qualquer preocupação em desenvolver uma “ecocidade”.

Algumas tentativas foram feitas para implementar a agricultura urbana nos assentamentos informais de Puna, porém a insegurança quanto à posse da terra e a densidade das áreas construídas nesses locais – onde a luz e o espaço são fatores limitantes para o cultivo – são importantes obstáculos. Um projeto iniciado por uma ONG local, no qual os moradores das favelas produziram e venderam adubo a partir de resíduos orgânicos, foi descontinuado por que a área utilizada foi subitamente destinada a outra finalidade (Behmanesh 2009).

Até agora, nenhum esforço foi feito para reunir os diversos atores interessados na questão, tais como a prefeitura, as ONGs, os incorporadores imobiliários, os moradores favelados, e os agricultores urbanos. O Departamento de Saúde e Saneamento e o de Parques e Jardins ainda não trocam ideias com relação a seus respectivos projetos de horticultura urbana. Efeitos e sinergias importantes poderiam ser obtidos se vários departamentos da prefeitura integrassem suas abordagens relacionadas com a produção agrícola na cidade. A conscientização com relação ao potencial da valorização sustentável dos resíduos orgânicos nas comunidades populares com infraestrutura municipal insuficiente é necessária.

Se a visão de transformar Puna em uma cidade-piloto dos “telhados verdes” na Índia (ver Behmanesh 2009) progredir, o primeiro passo – reunir os atores ambientais e imobiliários – deve ser expandido para incluir também o componente social e os moradores dos bairros mais carentes. A prefeitura, como representante de toda a população da cidade, deveria portanto facilitar uma abordagem mais inclusiva e holística para a agricultura urbana.

O futuro

A prefeitura de Puna vem adotando lentamente a ideia da reciclagem do lixo orgânico e da agricultura urbana, e apoiando o seu desenvolvimento. Uma iniciativa importante para motivar os habitantes a adotarem essas práticas foi a edição dos decretos contidos na MSW 2000. Se a implementação puder ser expandida (para outras moradias e favelas), as metrópoles se beneficiarão com o fechamento dos ciclos dos nutrientes, com o aumento da biodiversidade urbana, com a redução das enxurradas e com a melhora do seu microclima.

A horticultura doméstica e os projetos de ecoarquitetura – que usam os telhados e lajes como áreas de cultivo – estão se tornando mais visíveis. Uma troca de informações sobre as inovações em técnicas de reciclagem dos resíduos, juntamente com essas novas iniciativas, poderia beneficiar todos os tipos de agricultores urbanos e ampliar os efeitos da destinação descentralizada dos resíduos orgânicos.

Referências

- Behmanesh, Sohal (2009): Urban Agriculture in Puna/India. Transition processes in the context of an emerging megacity. Diploma Thesis, University of Cologne; In cooperation with Bharati Vidyapeeth Institute of Environment Education and Research (BVIEER) of Puna.
- Doshi, R.T., Doshi, S. & Shah, Vandana (2003): City Farming - the Natural Alternative, Experiences in India. In: Urban Agriculture Magazine (August), 18-19.
- Kraas, Frauke & Kroll, Mareike (2008): Steuerungsprobleme aufsteigender Megastädte- Zur Reorganisation der Abfallwirtschaft von Puna/Indien. In: Geographische Rundschau 60 (11), 56-61.
- Kroll, Mareike (2007): Nachhaltige Steuerung aufsteigender Megastädte? Abfallwirtschaft in Puna, Indien. Diploma thesis, University of Cologne.
- Yasmeen, Gisèle (2001): Urban Agriculture in India: A Survey of Expertise, Capacities and Recent Experience. City Feeding People Report 32.

Para maiores informações,:

- Institute of Natural Organic Agriculture (n.a.): www.inoraindia.com
- Bhawalkar Ecological Research Institute (BERI) (n.a.): Biosanitizer Brief. www.wastetohealth.com

Substratos comerciais para a agricultura urbana em Bogotá

Blanca Arce, Andrés Peña

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Bogotá, Colômbia

barce@corpoica.org.co

Existe uma demanda por substratos baratos e produzidos localmente para a agricultura urbana em Bogotá, Colômbia. A Corporação Colombiana de Pesquisa Agrícola (CORPOICA) coordena uma pesquisa participativa com uma variedade de substratos preparados a partir de materiais orgânicos de baixo custo.

A agricultura urbana está cada vez mais difundida em Bogotá, a capital colombiana. Especialmente devido à migração do campo para a cidade, a quantidade de colombianos vivendo em cidades aumentou de 40% da população total, em 1951, para 75%, em 2005 (DANE, 2009). A taxa de pobreza em muitas cidades do país está aumentando, e uma proporção cada vez maior de moradores urbanos encontra dificuldades para garantir seu acesso a alimentos. Além disso, existe um aumento na demanda por alimentos organicamente produzidos, e muitos moradores estão dispostos a pagar mais pela qualidade e segurança que esses alimentos oferecem.

Os produtores urbanos estão bem posicionados para tirar vantagem desse lucrativo mercado.

*Fresh vegetables produced on substrate
Photo: Blanca Arce, Urban Agriculture
Project-Corpoica, Colombia*



Existem cerca de 4 mil agricultores em Bogotá. Nas áreas periurbanas, existem mais de 300 ha de hortas altamente produtivas, implantadas tanto em campo aberto quanto em estufas.

No interior da cidade, as plantas são cultivadas geralmente em contêineres, colocados em áreas abertas ou fechadas (pátios e lajes). Esses contêineres precisam de algum substrato para produzir de modo contínuo, especialmente se forem usados no cultivo de hortaliças.

A turfa é um dos substratos mais usados em Bogotá, particularmente no cultivo de tomate e outras hortaliças. Trata-se de um produto natural, contendo cerca de 80% de material orgânico e apresentando muitas qualidades, inclusive melhorar a retenção da água no solo. Ela está livre de patógenos e por isso não precisa ser desinfetada. Porém, a turfa é importada do Canadá e muito cara (aproximadamente US\$ 2/kg). Seu uso é mais viável para horticultores comerciais que têm áreas mais extensas (de 10 a 30 ha) do que para os pequenos produtores que cultivam áreas menores (de 0,5 a 2 ha). Os pequenos produtores estão interessados em substratos locais, mais baratos porém de boa qualidade (produzidos a partir de calcário, composto, palha de arroz crua ou torrada, resíduos da produção de carvão, serragem e composto produzido a partir do lixo urbano).

Devido ao alto preço dos substratos disponíveis, principalmente a turfa, existe uma necessidade de substratos locais mais baratos mas de qualidade equivalente. Além disso, reciclar materiais orgânicos disponíveis localmente reduz a poluição e o custo do manejo do lixo urbano.

Por exemplo, nas regiões mais quentes onde a cana-de-açúcar predomina (Cachaza e Vinaza), a contaminação dos rios e solos foi reduzida em quase 60% por meio da compostagem dos resíduos orgânicos de indústrias alimentícias próximas. O composto resultante é usado como substrato para a produção de hortaliças.

E, em Cajica, em um programa de reciclagem do lixo orgânico iniciado em 2008, todo o lixo orgânico de 11.000 residências (50.000 cidadãos) é coletado e convertido em adubo orgânico para uso agrícola.

Alunos do ginásio local ensinam as famílias a produzir composto em casa. Os materiais são fornecidos pela municipalidade, e o composto produzido a partir dos resíduos orgânicos é usado como fertilizante orgânico na região.

Um estudo foi realizado em 2009 para avaliar esses substratos disponíveis localmente, usando misturas de uma variedade de materiais orgânicos de baixo custo que podem ser usados na agricultura urbana.

O projeto

O projeto de agricultura urbana da CORPOICA trabalhou com três escolas e famílias de três municípios pertencentes ao Departamento de Cundinamarca, a oeste de Bogotá: Funza, Facatativa e El Rosal. O projeto envolveu 60 professores, 90 estudantes (desde o ensino básico até o secundário), e 21 famílias. O projeto objetivou fortalecer a inovação tecnológica e as habilidades, e envolveu pesquisadores, professores, estudantes e os produtores urbanos em técnicas de pesquisa e planejamento participativo.

O projeto desenvolveu os seguintes passos:

- Foram organizados grupos de trabalho reunindo pesquisadores, professores, estudantes e produtores.
- Um programa de treinamento técnico-pedagógico (com teoria e prática) foi criado, baseado em diretrizes agroecológicas e boas práticas agrícolas.
- Foram planejados espaços urbanos e periurbanos de modo participativo (separadamente para cada grupo, em seu próprio ambiente) e de acordo com as condições socioeconômicas e educacionais locais.
- As hortaliças de maior interesse foram identificadas, e as técnicas agrícolas foram discutidas, ajustadas e validadas.
- Os participantes monitoraram as inovações tecnológicas.
- Foi criado material didático de apoio para transferência tecnológica, e a agricultura urbana foi incluída no currículo das escolas de ensino fundamental e médio.
- Foram realizadas atividades de divulgação em dez cidades ao redor de Bogotá, para disseminar os resultados alcançados.



Substratos testados em várias técnicas de plantio no centro de pesquisa de Tibaitatá (Foto: Blanca Arce)

Seis substratos disponíveis localmente foram avaliados em contêineres de PVC: solo tratado (calcário, composto, casca de arroz crua), scum (resíduo do carvão queimado), casca de arroz queimada, carvão (junto com terra, na proporção de 2:1), e “húmus sólido” (mistura de solo, húmus e casca de arroz crua na proporção de 2:1:1).

O sistema de gutters de PVC é o ideal para uso com cultivos que têm um ciclo longo de crescimento, já que fornece boa acomodação para as raízes, tem baixo custo e economiza.

O projeto avaliou o desempenho de pés de alface em vários contêineres. Testes similares foram realizados no centro de pesquisa, em três hortas escolares e em seis hortas domésticas. Os substratos feitos da mistura de dois ou mais materiais revelaram melhores propriedades do que os que continham apenas um elemento.

Também foram usadas outras técnicas: a captura de água da chuva e o uso de substratos líquidos (água com nutrientes dissolvidos). É importante ter a mistura de substrato correta, e diferentes misturas são necessárias para diferentes hortaliças. As soluções de nutrientes foram preparadas com macro e microelementos (cloro, sódio, enxofre, magnésio, cálcio, potássio, ferro, cobre, bromo, zinco). Essas soluções, quando usadas em substratos, são especialmente formuladas para nutrir o desenvolvimento das plantas, que têm diferentes necessidades dependendo de seu estágio de crescimento. Elas são fáceis de obter e manipular, e são mais baratas do que as alternativas importadas.

Principais resultados

Por meio desse projeto, a produção de hortaliças em vasos e contêineres e em hortas orgânicas convencionais melhorou em Bogotá. Vários sistemas de produção foram desenvolvidos e recomendados para o cultivo de hortaliças em contêineres. Foram desenvolvidos módulos de treinamento para cultivo em áreas abertas e em contêineres. O módulo voltado para as hortas orgânicas convencionais enfatiza o uso eficiente dos recursos naturais (solo e água) e a conservação ambiental. O módulo para plantio em contêineres inclui uma variedade de materiais diferentes, como guttering PVC, telhas pré-fabricadas, placas de fibro-cimento, sacos plásticos, garrafas de refrigerantes, madeira etc., dispostos de várias maneiras diferentes: piramidal, em degraus, ou estruturadas como redes etc. (González Rojas, 2007: R-AU nº 19).

Os substratos de casca de arroz crua ou queimada foram os menos eficientes por causa de sua pouca capacidade para reter umidade e a dificuldade para manter a umidade homogênea. Essa casca de arroz é um sub-produto da indústria cerealista não disponível na região, daí o seu custo ser bastante onerado pelo transporte.

As misturas usando “húmus sólido” (húmus combinado com solo e casca de arroz crua) e composto (combinado com calcário e casca crua) tiveram melhor desempenho em termos de taxa de germinação das sementes de alface; capacidade de retenção da umidade; infiltração e drenagem; baixa contaminação; cor das plantas produzidas; conservação ambiental; custo e disponibilidade localmente; e qualidade geral do produto.

Com essas misturas, os produtores urbanos obtiveram alfaces com um número maior de folhas e um peso fresco maior, gerando portanto maiores ganhos. Os outros tipos de substrato produziram alfaces com deficiências nutricionais, qualidade inferior e produção reduzida. Para maiores informações, ver Centro de Pesquisa de Tibaitatá-Corpoica (2009).

A produção de alface usando essas duas misturas descritas acima alcançou resultados semelhantes àqueles obtidos com o uso de substratos comerciais. A desvantagem desses últimos é que são mais caros e vêm em sacos maiores (de 25 kg). Essa necessidade de ser armazenado compromete a sua qualidade após um tempo. A mistura de composto com produtos locais parece ser uma alternativa melhor em termos de preço, desempenho e disponibilidade (é fácil de produzir ou comprar).

Futuro

Os professores, estudantes e os moradores produtores estão replicando e adaptando sua produção de hortaliças em áreas construídas, incluindo o *design* das hortas escolares e das unidades produtivas domésticas. Com vários tipos de contêineres, é possível aproveitar melhor o escasso espaço disponível e plantar uma variedade maior de espécies para consumo próprio ou para vender. Assim eles foram capazes de melhorar a dieta de suas famílias, diversificar padrões alimentares, e gerar renda. No momento, estão sendo desenvolvidas recomendações para o uso de substratos contendo composto e sub-produtos locais. O uso crescente de composto irá reduzir o lixo a ser removido da cidade. Os resultados são encorajadores, mas é necessário desenvolver mais pesquisas em aspectos como transporte, tipos de contêineres e variedades de hortaliças.

Referências

- González Rojas, C. P. 2007. Technologies for the Production of Edible Plants in Bogotá, Colombia. In: UA-Magazine no. 19: Stimulating Innovation in Urban Agriculture
National Administrative Department of Statistics (DANE) 2009
http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/
- Tibaitatá-Corpoica Research Center. 2009. Technical report of Urban Agriculture, Bogotá

Usando o planejamento urbano participativo para fechar o ciclo dos nutrientes: um estudo de caso nas Filipinas

Jeannette M.E. Tramhel

jmtramhe@ucalgary.ca

Fotos da autora

O autor deseja reconhecer o apoio de uma bolsa da ECO-POLIS Graduação em Pesquisa e Design do Centro de Pesquisa em Desenvolvimento Internacional (International Development Research Centre - IDRC) do Canadá.

Uma mudança na direção para cidades mais resilientes vai requerer mais do que repensar a forma de construir; irá exigir também o redesenho dos sistemas urbanos de modo a facilitar práticas de vida mais sustentáveis nas cidades. “Fechar o ciclo dos nutrientes” é um princípio importante no *design* urbano sustentável, mas que coloca grandes desafios para ser implementado. Envolver a comunidade no planejamento e implantação de tais sistemas é, portanto, crítico para o sucesso de sua implementação.

O conceito de hortas comunitárias divididas em parcelas unifamiliares foi adotado em 2003 pelo Projeto de Horticultura Periurbana (PeriUrban Vegetable Project - PUVeP) em Cagayan de Oro, uma cidade no sul das Filipinas (ver Revista de Agricultura Urbana nos. 18 e 20). Graças ao apoio de grupos comunitários, da Universidade Xavier e do governo local, hoje existem dez hortas em parcelas em operação na cidade, para o benefício dos moradores mais pobres.



Trazendo hortaliças para vender no mercado de Agora

Como o PUVeP também introduziu a prática da compostagem e a vermicompostagem, as comunidades já estão familiarizadas com os benefícios de usar resíduos orgânicos como fertilizante para produzir alimentos (PUVeP, 2008).

O reuso de resíduos orgânicos

O planejamento do reuso de resíduos orgânicos requer o exame do fluxo do lixo nos seguintes estágios: separação (em alguns sistemas); coleta; transporte; processamento; e destinação final ou reuso. Cada um desses passos deve ser visto em relação às diferentes origens dos resíduos. Resíduos sólidos orgânicos são gerados geralmente de dois modos: ou estão disponíveis em grandes volumes contendo apenas lixo orgânico “limpo” (como as sobras dos mercados locais e indústrias alimentícias), ou dispersos em quantidades menores e misturados com outros materiais (como o lixo é geralmente dispensado pelas moradias e pequenas operações comerciais). Essas categorias requerem diferentes abordagens na coleta e no processamento.



Desenhando um plano para Macasandig

Na abordagem convencional adotada na maioria das cidades, os resíduos sólidos são coletados e transportados (na forma de *lixo todo misturado*) para um único local – ou alguns poucos locais – transformado em lixão, ou – na melhor hipótese – em “aterro sanitário”. A alternativa proposta é um sistema descentralizado na qual cada distrito assume a responsabilidade da gestão de seus próprios resíduos sólidos, desde a coleta até o processamento e o reuso.

Esse é essencialmente o princípio básico introduzido nas Filipinas pelo Ato do Manejo Ecológico dos Resíduos Sólidos (RA 9003) e, em Cagayan de Oro, por um decreto municipal (No. 8975-2003) no mesmo sentido. Essa legislação requer a segregação, reciclagem e compostagem, e representa uma mudança para longe da prática convencional de operar um único (ou poucos) grande aterro sanitário ou uma única (ou poucas) usina de reciclagem, adotando-se uma nova abordagem baseada em vários locais menores, denominados Instalações para Recuperação de Materiais (IRMs).

A implementação efetiva dessa legislação requer que os resíduos sólidos sejam segregados na origem, e que vários aspectos práticos sejam levados em conta:

Planejamento urbano participativo

Um processo participativo foi realizado para explorar essas questões em três comunidades em Cagayan de Oro, nos *barangays* (distritos) de Lapasan, Kauswagan e Macasandig. Esses três “*barangays*” já estavam familiarizados com hortas em parcelas e expressaram interesse pelo projeto. O processo teve o apoio de seus conselhos locais e da administração municipal.

O planejamento participativo baseia-se no princípio de que “o meio ambiente funciona melhor se as pessoas afetadas por suas mudanças estiverem ativamente envolvidas na origem e gestão dessas mudanças, em vez de tratadas como vítimas ou consumidores passivos” (Sanoff, 2000).



Reunião-consulta em Macasandig

Além disso, o planejamento urbano participativo é inerentemente uma abordagem baseada nos recursos locais (“asset-based approach”), já que o planejamento é encorajado a “começar com o que já existe ali”.

Portanto, a abordagem conhecida como “Desenvolvimento Comunitário Baseado nos Recursos Locais” (Asset Based Community Development - ABCD) foi utilizada por sua utilidade como ferramenta efetiva de *design* urbano participativo.

Ela foi incorporada na tradicional “*design charrette*”, que foi estruturada como um processo em dois estágios, em cada *barangay*, começando com reuniões-consultas comunitárias seguidas por cursos de treinamento em *Ecoajuda comunitária* para um grupo menor de participantes selecionados.

1) Reuniões-consultas comunitárias

Os participantes eram encorajados a compartilhar suas “histórias de sucesso” – qualquer realização, grande ou pequena, iniciada por membros da comunidade, em grupo ou isola-

damente, relacionada com o manejo dos resíduos orgânicos, com a agricultura urbana e com os recursos da comunidade (incluindo talentos, pessoas, recursos físicos) que tenham sido envolvidos para alcançar o seu objetivo. Essas realizações (ou “capital”) foram indicadas em um mapa-base.

As principais fontes de materiais orgânicos foram identificadas com marcas azuis e os pontos existentes ou potencialmente aptos para a prática da agricultura urbana foram indicados com marcas verdes. Esse exercício encorajou uma mudança de mentalidade dos participantes com relação à percepção dos “resíduos” orgânicos, vistos agora como um “recurso” da comunidade. Os participantes foram então convidados a desenvolver uma frase-visão integrando a gestão dos resíduos sólidos orgânicos com a agricultura urbana em suas comunidades.

“Daqui a cinco anos, o Barangay Macasandig será um dos distritos mais limpos e “verdes” da cidade, habitado por pessoas saudáveis, ordeiras, pacíficas, auto-suficientes na produção de hortaliças e raízes alimentícias como resultado da compostagem e reciclagem do lixo orgânico.”

Frase-visão, 10 de julho de 2008

Em uma segunda reunião comunitária, os participantes foram convidados a considerar e propor projetos viáveis para integrar o manejo dos resíduos sólidos orgânicos com a agricultura urbana em suas comunidades, que as ajudassem a se mover em direção da frase-visão. Cada grupo priorizou e selecionou uma possibilidade como base para um projeto-piloto em seu próprio *barangay*.

2) Treinamento em EcoAjuda comunitária

O propósito desse treinamento foi duplo: serviu simultaneamente como um *studio* de planejamento e como um exercício de capacitação para fortalecer as lideranças ambientais comunitárias. Para participar desse treinamento, em cada *barangay*, foram selecionadas as sete ou oito pessoas mais interessadas no processo, identificadas nas reuniões-consultas iniciais, e que demonstraram potencial de liderança e multiplicação.

Durante o curso de cinco dias, cada grupo de treinandos desenvolveu um plano para a área do projeto-piloto que suas próprias comunidades haviam escolhido no estágio anterior. Isso exigiu que os treinandos recebessem informações básicas sobre os princípios básicos da separação dos resíduos, as vantagens de “fechar o ciclo dos nutrientes”, a preparação do

composto e seu uso na agricultura, e sobre as dimensões socioeconômicas da gestão dos resíduos.

Uma sessão sobre planejamento urbano explicou as ferramentas típicas utilizadas, como zoneamento e uso do solo, e conceitos mais novos, como “projetando com a Natureza” (McHarg, 1967) e “paisagem urbana continuamente produtiva” (Viljoen, 2005). Outra sessão foi dedicada a discutir os meios para envolver o setor comercial.

As abordagens teóricas foram suplementadas com exercícios práticos e visitas de campo. Todas as informações recolhidas foram usadas no desenvolvimento dos projetos-pilotos.

Em apresentações ao final do curso, cada grupo expôs o seu projeto-piloto para a respectiva administração regional de seu *barangay*, na presença de técnicos e autoridades do governo e outros convidados presentes. Sucederam-se então consultas junto às comunidades para obter *feedback* e apoio na implantação dos projetos. Nos meses seguintes foram iniciadas as EcoAjudas em todos os três distritos, implementando os respectivos projetos.

Plano proposto para o *barangay* Lapasan

A principal fonte (em volume) de material orgânico em Lapasan é o mercado de Agora, próximo a áreas de plantio de hortaliças. De acordo com os dados municipais, ele gera cerca de 16 m³ (ou 9 t) de resíduos sólidos orgânicos por dia.

Para poder comparar, todo o lixo orgânico gerado por 320 moradias na área-piloto alcança apenas cerca de 0,5 t por dia (1). A quantidade de composto que pode ser produzida a partir desse volume varia muito, dependendo da qualidade dos materiais introduzidos, do método de processamento e das condições locais.

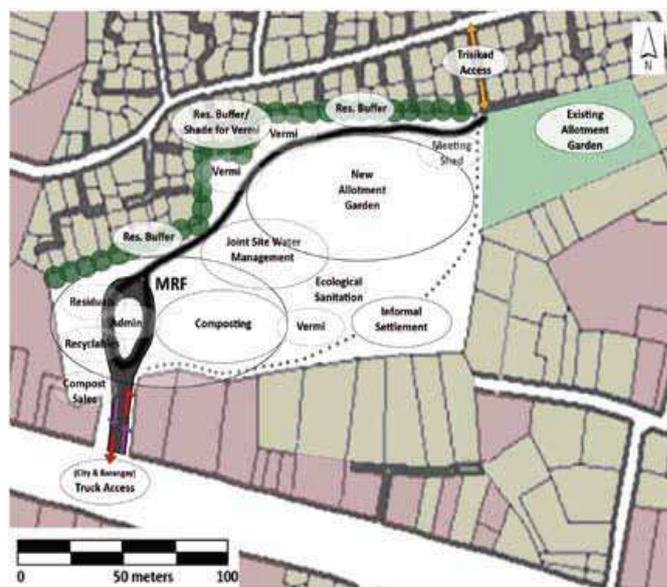
Usando o sistema indonésio de leiras abertas ou a compostagem em contêineres, 3 t de resíduos sólidos geram cerca de 750 kg de composto (Eawag/Sandec:2006, 34); apresentando uma taxa de conversão que varia entre 25 e 27%, consistente com a norma para esses métodos na Ásia (Waste Concern: 2007). (2)

Com base nos estudos precedentes, realizados em instalações semelhantes, verificou-se que para processar de 1 a 3 t de resíduos orgânicos por dia são necessários 1.000 m². (3)

Uma instalação desse tamanho, em Lapasan, poderia processar cerca de um terço dos resíduos gerados no mercado e áreas produtivas próximas, ou todo o lixo orgânico de cerca de 650 a 2000 moradias (ou ainda qualquer outra combinação das duas fontes).

Considerando uma taxa de conversão de 25%, tal instalação, processando entre 1 e 3 t por dia, poderia produzir entre 250 e 750 kg de composto por dia (90 a 270 t por ano).

Um cálculo similar pode ser feito para determinar a área de terra agrícola necessária para “absorver” essa quantidade de composto. Estima-se que, em condições ideais, um hectare (10.000m²) pode absorver cerca de 12 t de composto por ano (Holmer: 2009) (4).



Plano da Instalação de Recuperação de Materiais – IRM – de Lapasan

Dado que uma horta em parcelas ocupa, em média, cerca de 3.000 m², tal horta pode absorver cerca de 4 t de composto por ano.

Colocado de outro modo, um ha pode absorver os resíduos sólidos orgânicos gerados por cerca de 85 moradias, e uma horta em parcelas (de 3.000m²) pode absorver o lixo orgânico de 30 famílias.

O local escolhido para implantar o projeto-piloto de Lapasan foi um terreno baldio medindo cerca de 15.000 m².

Suas vantagens incluíam a proximidade da origem dos resíduos orgânicos (o mercado e as áreas produtivas perto dele), de uma serraria capaz de fornecer serragem, e dos usuários potenciais (os próprios produtores próximos ao mercado).

Ele também se limita com uma horta em parcelas já existente e é servido por boas estradas, com dois pontos de acesso adequados.

O projeto que foi desenvolvido para Lapasan incluiu uma IRM (5.000 m²) com instalações para processar composto e selecionar materiais secos recicláveis e residuais, bem como uma horta em parcelas anexa (5.000 m²) (5). Como está previsto o processamento do lixo orgânico do mercado de Agora e das hortas próximas e também de moradias, a EcoAjuda precisou considerar métodos viáveis de coleta e transporte a partir das duas origens principais. Seu plano propõe que os resíduos do mercado sejam coletados por veículos municipais ao longo das vias principais, indicadas em vermelho, e que veículos da administração local coletem o lixo ao longo das ruas secundárias indicadas em púrpura, e por triciclos nas rotas indicadas em amarelo.

O princípio básico, para esse conceito de planejamento, é a sustentabilidade ambiental. Mas a sustentabilidade social e econômica também foi considerada: o plano inclui as funções dos condutores de triciclos na coleta dos resíduos, considera as vendas do excesso de composto para cobrir custos operacionais, e promove o apoio mútuo entre a IRM e as hortas adjacentes.

Como a proposta e o projeto de cada IRM local foram desenvolvidos num exercício de capacitação, espera-se que a EcoAjuda desperte, na comunidade, os talentos e o entusiasmo necessários para implementar o projeto.

Em última análise, “fechar o ciclo dos nutrientes” vai requerer um grande esforço de equipe e o apoio de toda a comunidade.

Notas

1. Esse número foi calculado assim: 320×5 pessoas por moradia $\times 0,6\text{kg}$ de resíduos sólidos por pessoa $\times 50\%$ de matéria orgânica.
2. Métodos mais eficientes podem melhorar as taxas de conversão; se os nutrientes presentes na matéria orgânica compostada forem retidos, o resultado é um composto de melhor qualidade. Picar os materiais não apenas acelera o processo mas também melhora a taxa de conversão; em experimentos conduzidos pelo Projeto Periurbano de Hortaliças na Faculdade de Agronomia da Universidade Xavier, foram alcançadas taxas de conversão de até 67% (Holmer: 2009).
3. A compostagem em contêiner requer 800 m²; o sistema indonésio de leiras requer 1000 m² (Eawag/Sandec: 2006, 50). Esses números são consistentes com as informações provindas de outros estudos e operações em outros distritos.
4. Isso foi calculado pelo PUVeP do seguinte modo: uma recomendação geral é aplicar 2 a 4 t de composto por hectare para cada cultivo, dependendo da presença de material orgânico no solo: se o nível for baixo, recomenda-se aplicar 4 t, mas se for satisfatório, então 2 t são suficientes. Como cada cultivo dura em média 3 meses, é razoável esperar 4 cultivos por ano. Com uma aplicação média de 3 t por ha por cultivo, 12 t de composto seriam aplicadas por ano, por hectare. Isso também pode variar dependendo do tipo de cultivo.
5. O tamanho mínimo sugerido para uma horta em parcelas é 3.000 a 3.500 m², para permitir que cada família trabalhe uma parcela medindo 300 m² (PUVeP Garden Handbook: 2008).

Usando os resíduos orgânicos urbanos como fonte de nutrientes: a necessidade da conscientização

Hubert de Bon

CIRAD, UR HortSys, Montpellier, França

Hubert.de_bon@cirad.fr

André Fleury

ENSP, Versailles, França

danfleury2@wanadoo.fr

To Thi Thu Ha

FAVRI, Gia Lam, Hanói, Vietnã

tohavrq@hn.vnn.vn

Fotos: H. de Bon

O uso de resíduos líquidos e sólidos urbanos para a alimentação de animais e adubação de plantios nas cidades é uma prática muitas vezes secular que requer mediação para ser percebida, pela população, como capaz de produzir alimentos saudáveis. Neste artigo, nós descrevemos dois modos contrastantes nos quais os resíduos gerados na cidade são usados na agricultura urbana e periurbana.

A agricultura urbana exige um influxo de nutrientes. Em todo o mundo, os agricultores fornecem esses nutrientes a seus cultivos na forma de matéria orgânica e/ou adubos químicos. Em Yaoundé, República dos Camarões, 63% dos produtores urbanos e periurbanos compram esterco de gado e 75%



usam lixo de cozinha fresco ou decomposto (Parrot *et al.*, 2009). Em Hanói, Vietnã, 56% compram esterco, principalmente de galinha, mas também de porco e vaca. Eles também compram composto da companhia local que processa parte do lixo coletado (Mai Thi Phuong Anh, 2004). Em Dacar, Senegal, 98% dos agricultores urbanos e periurbanos usam matéria orgânica oriunda diretamente do gado (35%), do composto (46%), ou de lixo urbano (19%) (Ba, 2007). Em Antananarivo, Madagascar, 100% dos produtores usam esterco de gado, sendo que 88% usam esterco produzido por seus próprios animais, e 12% precisam comprá-lo. A maior parte desses agricultores também usa adubos químicos.

Na Europa, até meados do século XIX, os resíduos domésticos eram simplesmente despejados nas ruas de cidades como Paris, e usados em várias formas na agricultura urbana e periurbana. A maior parte dos resíduos orgânicos era ou aplicada nos plantios ou comida por porcos, cabras, ovelhas e animais silvestres. Foram encontrados vestígios de lixo orgânico em antigos hortos parisienses que remontam ao século X. Os agricultores tinham acordos com os estábulos na cidade para entregar regularmente o feno e a forragem e depois remover o estrume. No século XIX, os hortelões comerciais de Paris entregavam suas hortaliças nos mercados centrais e depois recolhiam o lixo orgânico doméstico jogado nas ruas, como frete de retorno. Essa prática estava prevista em acordo celebrado com a administração da cidade.

Porém, conforme as cidades europeias se desenvolviam, essas práticas se tornaram crescentemente impopulares. O “Grande Fedor de Londres”, em 1858, e o medo da cólera levaram a políticas que resultaram na construção de sistemas de saneamento como um meio organizado para remover os resíduos e águas servidas das grandes cidades. Sistemas de esgoto “tudo-em-um” se tornaram obrigatórios em Paris em 1852 (e as fossas foram proibidas em 1894). Mas isso, por sua vez, levou à poluição do rio Sena. Várias soluções precisaram ser consideradas, como o despejo no mar, tratamentos químicos ou a reciclagem pelo solo (no uso agrícola) – processo este que acabou prevalecendo (Barles, 2005; Mandinaud, 2005). Assim foi o início da horticultura comercial usando resíduos do esgoto. Embora as restrições fossem muito rigorosas (sem contato entre a água e as partes comestíveis das plantas e uso restrito à adubação de plantas cozidas antes de consumidas), uma zona de horticultura comercial urbana surgiu, ocupando cerca de 2.000 hectares.

Este sistema funcionou por um longo período, sem qualquer problema sanitário. A agricultura ainda era muito importante para a sociedade urbana. Porém, após a Iª Guerra Mundial, as indústrias químicas passaram a usar crescentemente a rede de esgotos, e essa poluição tornou-se uma importante preocupação, principalmente por causa dos elementos-traço e dos metais pesados. Essas indústrias não eram obrigadas a tratar as suas águas servidas até depois da II Guerra Mundial. Nos anos 1960s, o conteúdo médio de elementos-traço havia diminuído para um décimo do nível presente logo após a Guerra. Porém, nesse interim, a preocupação quanto à poluição havia chegado às hortas comerciais. Os testes mostraram a presença de elementos-traço nas plantas cultivadas acima dos padrões autorizados; e no final do século 20, o Alto Conselho de Saúde Pública da França expressou sua opinião desfavorável quanto à continuação da horticultura comercial na cidade.

Essa decisão teve um forte impacto psicológico, e, pressionadas pela opinião pública, as autoridades a seguir proibiram não apenas a horticultura comercial, mas também outras formas de reciclagem dos resíduos urbanos.

Finalmente, após dez anos de discussões, um acordo foi alcançado. As águas para irrigação são separadas do lodo ativado.

Diversos processos de certificação não permitem o uso do lodo na produção de safras, por isso ele é substituído por adubos químicos. Muitos formuladores de políticas ainda preferem construir incineradores de lixo a permitir o reuso dos resíduos orgânicos urbanos.



Como em muitas cidades dos países em desenvolvimento, em Hanói, Vietnã, a reciclagem dos resíduos orgânicos urbanos é difundida, mas declina lentamente. Dos produtores urbanos, 56% compram estrume, principalmente de galinha, mas também de porcos e gado bovino. Eles também compram composto produzido na companhia local de tratamento de lixo (Mai Thi Phuong Anh, 2004).

O sistema “VAC” (Vuo`n Ao Chuo`ng, ou literalmente: horta-tanque-criação), integra a criação de porcos com a aquicultura, em um esforço para fechar o ciclo dos nutrientes. Porém, a exportação de produtos para o consumo humano leva necessariamente à necessidade de insumos adicionais. Uma pesquisa recente na horticultura comercial urbana e periurbana de Hanói revelou que a maioria dos nutrientes adicionados vem na forma de adubos químicos, embora alguns resíduos orgânicos sejam usados. O nitrogênio é aplicado na forma de ureia, ou em fertilizantes completos (NPK), o fósforo na forma de superfosfato triplo, e o potássio nas formas de sulfato de potassa e cloreto de potássio. A matéria orgânica é aplicada principalmente na forma de esterco de porco ou de galinha, de animais de propriedade do produtor ou de algum criador vizinho (To Thi Thu Ha, 2008).

Conclusão

Os resíduos orgânicos urbanos eram usados na agricultura periurbana de Paris até dois séculos atrás, mas desapareceu por causa das preocupações com os aspectos sanitários. Em Hanói, como em muitas outras cidades nos países em desenvolvimento, a reciclagem do lixo urbano é muito disseminada, mas está declinando aos poucos.

Embora um ciclo fechado que inclua todos os resíduos urbanos e a agricultura urbana não seja possível, seria um desperdício desses valiosos recursos se o atual sistema de reuso, que já se provou confiável em muitas situações, desaparecesse completamente.

A progressiva urbanização arrisca deteriorar a relação cidade/agricultura. Porém, apesar do rápido desenvolvimento das atividades econômicas em Hanói, a agricultura ainda é uma parte importante da vida da cidade, e deve ser integrada nos projetos urbanos. Maior conscientização e políticas apoiadoras são necessárias para otimizar o reuso dos nutrientes disponíveis na cidade.

Referências

- Ba A. 2007. Les fonctions reconnues à l'agriculture intra et périurbaine (AIPU) dans le contexte dakarois ; caractérisation, analyse et diagnostic de durabilité de cette agriculture en vue de son intégration dans le projet périurbain de Dakar (Sénégal). Thèse de doctorat "Sciences Agronomiques et de l'Environnement", Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech) et Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 245 pp + annexes.
- Barles S. 2005. *Experts contre experts : les champs d'épandage de la ville de Paris dans les années 1870* par | | Histoire urbaine n° 14 2005/3 Maison des Sciences de l'Homme.
- Mai Thi Phuong Anh, Ali M., Hoang Lan Anh, To Thi Thu Ha (2004) Urban and peri-urban agriculture in Hanoi: opportunities and constraints for safe and sustainable food production. AVRDC- The world vegetable center / CIRAD, Technical bulletin N°32, Shanhua, Taiwan.
- Mandinaud V. 2005. La pollution des sols des champs d'épandage d'eaux usées, contrainte et/ou ressource pour le développement durable en plaine de Bessancourt-Herblay-Pierrelaye. *Développement durable et territoires* [En ligne], Dossier 4 : La ville et l'enjeu du Développement Durable, mis en ligne le 17 novembre 2005,
- N'dienor M. 2006. [Fertilité et gestion de la fertilisation dans les systèmes maraîchers périurbains des pays en développement : intérêts et limites de la valorisation agricole des déchets urbains dans ces systèmes, cas de l'agglomération d'Antananarivo \(Madagascar\)](#). Doctorat Agronomie Chimie du sol, INAPG et Université d'Antananarivo, 167 pp + annexes
- Parrot L., Sotamenou J., Kamgnia Dia B. 2009. Municipal solid waste management in Africa: Strategies and livelihoods in Yaoundé, Cameroon. *Waste Management*. vol.29:n°2 : p. 986-995
- To Thi Thu Ha. 2008. Durabilité de l'agriculture péri-urbaine de Hanoi : le cas de la production des légumes. Thèse de doctorat "Sciences Agronomiques, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech) et Hanoi University of Agriculture (HUA), 162 pp.

Não há lugar como o lar: capacitação em programas de “mestres-compostores”

Anne Scheinberg,

WASTE, Advisers on Urban Environment
and Development, Holanda,

ascheinberg@waste.nl

com contribuições de Yuan Zheng,

Wageningen University and Research Centre,
Holanda

Fotos: WASTE

O lixo doméstico nos países em desenvolvimento contém uma grande parcela de resíduos orgânicos – que varia entre 60 e 70% (Lacoste e Chalmin, 2007). Alguns desses resíduos são rotineiramente servidos como alimento para animais, e o resto é despejado em lixões e aterros sanitários. Hoje amplia-se o consenso de que a compostagem é um meio menos caro e mais adequado ambientalmente para gerir esses resíduos – especialmente em países de baixa e média renda.



Mesmo assim, as experiências com compostagem são bastante desapontadoras, particularmente nos países em desenvolvimento. Projetos de compostagem de grande escala costumam falhar quando fica claro que o valor do composto não cobre os custos da coleta separada e do manejo de grandes volumes de resíduos orgânicos. A experiência nos países desenvolvidos sugere que a compostagem só é competitiva economicamente quando o preço da destinação para aterros bem geridos e controlados ou incineradores ambientalmente seguros sobe acima de US\$ 40 por tonelada (WASTE, 2009). O resultado é que enormes quantidades de resíduos orgânicos hoje são despejadas em terrenos baldios, lixões, em cursos d'água e na natureza em geral.

A compostagem doméstica e comunitária – onde o composto é usado nas moradias, instituições ou comunidades que o produzem – representa uma saída elegante para esse desafio, por que tende a fechar o ciclo de nutrientes e dispensa a necessidade de compras de adubo para produzir alimentos.

Treinar moradores para separar o lixo e compostar os resíduos tem sido a base para várias iniciativas bem sucedidas na América do Norte e Europa, especificamente na Bélgica e no Reino Unido (Löffler e Vanacker, 2006). Até hoje, porém, essa compostagem doméstica permaneceu principalmente – e paradoxalmente – como uma abordagem de “país rico”, e ainda não entrou verdadeiramente na discussão sobre como modernizar a infraestrutura da gestão dos resíduos sólidos nos países em desenvolvimento.

A gestão dos resíduos sólidos como um sistema social

A gestão dos resíduos sólidos pode ser considerado um “sistema de prestação de serviço”. Ela compartilha algumas características com outros sistemas da infraestrutura urbana relacionados com a gestão socioambiental, como os serviços que fornecem energia, água e transporte. As autoridades locais ou o setor privado são os “provedores”, que removem o lixo gerado pelas moradias e negócios (os “clientes”) e o transportam até os locais de deposição ou reciclagem.

Onde não existem provedores, como nas favelas ou em áreas recentemente urbanizadas, as moradias e negócios precisam conviver com seus resíduos ou criar seus próprios sistemas de manejo. A auto-prestação desse serviço inclui um conjunto de abordagens usadas pelos usuários para fornecer seus próprios serviços socioambientais. A provisão do saneamento do lixo baseado na própria moradia é o que muitas famílias adotam antes que as áreas onde vivem sejam urbanizadas ou incluídas no sistema de coleta dos resíduos, mas muitas das soluções adotadas produzem externalidades ambientais negativas.

Na auto-prestação moderna, ecológica, os benefícios ambientais estão no centro da solução e os usuários escolhem implementar seus próprios sistemas de modo a proteger o ambiente. Na União Européia, em países como a Holanda, Suécia, Alemanha e Dinamarca, a auto-prestação está ganhando popularidade como um complemento aos sistemas formais de prestação do serviço de coleta de lixo (van Vliet *et al.*, 2005).

A compostagem doméstica coloca o provedor e o usuário na mesma unidade urbana: a moradia ou negócio. A compostagem doméstica elimina muitos dos custos ligados à coleta mecânica, ao transporte e à destinação final dos resíduos. As residências (e negócios) são responsáveis por tratar e reciclar seu próprio lixo orgânico (Practical Action, 2007).

A sustentabilidade da compostagem doméstica requer apoio coletivo organizado e sistemas de capacitação que empregam abordagens estruturadas, como a formação de “mestres-compostores” (Sherman, 2005).

Os programas de “mestre-compostor”

A abordagem do “mestre-compostor” é um meio para organizar a compostagem doméstica integrada à comercialização do composto produzido e ao apoio para residências e negócios envolvidos – que são ao mesmo tempo provedores e usuários do serviço de reciclagem. Esse sistema está sendo adotado em larga escala na Bélgica (Löffler e Vanacker, 2006).

Nos programas de mestre-compostor, a atividade da gestão do lixo é um processo de capacitação (Scheinberg, 2007). Os futuros mestres participam de um treinamento após o qual estão preparados para ensinar outras famílias e empresários a manejarem seus próprios resíduos orgânicos. Como é uma abordagem de capacitação, a maior parte do investimento vai para treinamentos. Os custos da infraestrutura física são inferiores a 100 dólares por unidade urbana (moradia ou negócio), para um sistema que pode reciclar até 75% do lixo doméstico em muitos países de renda baixa ou média (1).

Um programa de mestre-compostor é projetado para dar início, na comunidade, a um “ciclo virtuoso” de atividades ligadas ao lixo que são muito práticas e úteis, dentro dos conceitos modernos da auto-prestação. Sua abordagem tem relação com iniciativas tipo “cada um alcança mais um”, de vizinho a vizinho, de família a família, mas também tem algumas características daqueles esquemas de vendas tipo “marketing de rede”, como é usado pela Avon e American Way.

O objetivo do programa é implementar relações permanentes entre pessoas especialmente treinadas na comunidade, os “mestres-compostores”, e um número fixo de seus vizinhos, amigos e parentes, as “unidades compostoras”. Os mestres não precisam pagar por seu treinamento, mas espera-se que eles se comprometam formalmente, por meio de um contrato, a participar do programa durante um período, divulgando os conhecimentos adquiridos. Esse contrato também os habilita a participarem de outros treinamentos e benefícios (Longman, 2000). Uma vez que tenham completado seu treinamento de três dias, os novos mestres-compostores formam um grupo e continuam a cooperar entre si para aprender melhor como compostar os seus próprios resíduos em casa, algo essencial para estarem capacitados a ajudar outras pessoas. Cada mestre-compostor progride através de alguns estágios, até se tornar um especialista capaz de ajudar entre 15 e 25 moradias/negócios em sua vizinhança.

Em regiões de clima tropical, é possível implantar quatro ciclos de compostagem de três meses cada; mas nas regiões de clima temperado muitas vezes não é possível operar mais do que dois ciclos, pois a atividade dos microorganismos nos montes de composto cai muito juntamente com as temperaturas do inverno.

O desenvolvimento das funções de mestre-compostor

Estágio 1. Compromisso de se tornar um “mestre-compostor”

1. Concordar em participar do programa por pelo menos dois anos, para permitir que o programa se desenvolva.
2. Participar de treinamentos e aplicar as lições para implantar seu próprio sistema de compostagem em casa.

Estágio 2. Estender o alcance e divulgar a importância da compostagem doméstica

3. Comunicar a outras pessoas sobre o programa, especialmente pessoas que têm potencial para adotar a prática, bem como a mídia em geral, escolas, grupos religiosos e representantes do governo;
4. Recrutar entre 15 e 25 pessoas (representando moradias e negócios) por ciclo;
5. Conduzir um treinamento de três dias, que inclui a escolha e a construção dos protetores para composto (no segundo dia) e o compromisso (no terceiro dia), de os participantes iniciarem o processo em seus próprios locais, levando para casa os protetores (composteiros) que construíram e os enchendo com seu lixo orgânico.
6. Onde possível, coletar resíduos orgânicos divididos em “verdes” (ricos em nitrogênio) e “marrons” (ricos em carbono), de modo que um dos composteiros construídos possa ser carregado com os compostáveis selecionados em uma demonstração prática no terceiro dia.

Estágio 3. Capacitação em compostagem no nível doméstico

7. Preparar e realizar sessões de treinamento em cada unidade, resultando na escolha de um “pacote” ideal para cada um deles, incluindo a escolha do composteiro (padrão ou modificado), visitas regulares, apoio no uso ou na comercialização do composto pronto.
8. Para cada local, é preciso dedicar uma ou duas horas para dar uma orientação específica, identificar a pessoa mais especialmente encarregada pela compostagem, e ajudar na instalação do composteiro no local selecionado.
9. Visitar o local quando solicitado pelo responsável pela compostagem em unidade urbana para ajudar a resolver eventuais problemas.
10. Apoiar os responsáveis no uso do composto em sua própria unidade urbana ou noutro local – como uma horta ou jardim em outro endereço, em casa de parentes etc.

Estágio 4. Organizar soluções coletivas para questões que os usuários não possam resolver sozinhos

11. Apoiar os usuários no uso ou na comercialização do produto de forma segura;
12. Organizar a remoção parcial ou total do composto pronto se o usuário não puder usá-lo nem comercializá-lo;
13. Organizar, conforme necessário, a compra de insumos, materiais e ferramentas em conjunto para grupos de usuários;
14. Facilitar testes laboratoriais, assessoria agrônômica, consultoria especializada etc., quando necessário;
15. Estar alerta a problemas, tendências ou situações que exijam atenção; registrar suas observações e comunicá-las regularmente aos coordenadores do programa.

Estágio 5. Monitorar a efetividade e contribuir para o contínuo desenvolvimento do programa

16. Fornecer, a cada usuário, o formulário de auto-avaliação e ensinar como usá-los;
17. Visitar cada moradia ou negócio, em um “roteiro” regular, uma vez a cada mês, para coletar os formulários e verificar como vão as coisas.
18. Participar de uma análise trimestral das necessidades, incluindo o aprimoramento de detalhes, desenvolver novos componentes do programa (como o “banco de composto” ou as “ferramentas para resolver problemas”);
19. Registrar o aproveitamento de cada ciclo e iniciar um novo a cada ano (se possível, realizar dois ciclos por ano);
20. Cooperar com o serviço municipal de limpeza urbana e com os coordenadores do programa e apoiar pesquisas, monitoramentos e avaliações.

O programa “mestre-compostor” como uma intervenção de desenvolvimento

Como parte de seu portfólio de projetos, a WASTE (Consultores em Ambiente e Desenvolvimento Urbano - www.waste.nl), adaptou e implementou a abordagem “mestre-compostor” (como uma “boa prática” em compostagem doméstica) em três países.

Primeiro, um programa de “mestre-compostor” com apoio da WASTE foi implementado em uma cidade búlgara, em 2007, e o monitoramento mostrou resultados modestos em termos de separação de lixo, envolvimento e conscientização dos cidadãos. Uma outra iniciativa foi lançada em Hambantota e Kalmunai, no Sri Lanka. Posteriormente a abordagem foi introduzida na América Central, em 2010: em São José da Costa Rica, e em um grupo de oito comunidades periurbanas de Manágua, Nicarágua.



Topoli, Condado de Varna, Bulgária

A implementação da abordagem de “mestres-compostores” na Bulgária começou em 2007, por meio de um projeto de três anos financiado pelo Ministério das Relações Exteriores da Holanda, com o objetivo de oferecer abordagens alternativas aos serviços ambientais nas vilas búlgaras. Cerca da metade da população da Bulgária vive em vilas que têm entre 200 e 1000 famílias residentes (Scheinberg, 2007).

O projeto MATRA trabalhou com auto-prestação do serviço na gestão do lixo através da compostagem do lixo doméstico no local onde ele é gerado, algumas vezes em combinação com urina e estrume animal. O projeto de mestres-compostores na Bulgária visava experimentar um modelo alternativo para o manejo do lixo. A estratégia foi desenvolver um experimento em pequena escala na maior vila envolvida no projeto MATRA, Topoli, para investigar se essa abordagem teria potencial como parte de uma estratégia de auto-prestação na Bulgária.

O programa começou com 15 moradias e a participação cresceu nos primeiros meses para cerca de 40 unidades, mas falhou em continuar se expandindo além daquele número.

Hambantota, no sul, e Kalmunai, no leste do Sri Lanka

Em contraste, o objetivo para o programa do Sri Lanka foi mais prático, já que ele focou na melhoria de um sistema já existente.

O plano incluiu trabalhar com organizações locais para melhorar a gestão dos resíduos sólidos por meio da auto-prestação com 10 mil famílias afetadas pelo tsunami, em dois municípios: Hambantota e Kalmunai. Composteiros caseiros haviam sido distribuídos amplamente no período logo após o tsunami, mas sem nenhum treinamento ou apoio. O programa de mestres-compostores foi então planejado de modo a testar se um apoio mais organizado poderia melhorar o desempenho da auto-prestação e a taxa de satisfação com o sistema.



O projeto ofereceu treinamento básico para o primeiro grupo de mestres-compostores nas duas comunidades. Cada um dos dois grupos foi formado por representantes de organizações locais, instituições e outras entidades, e por um número de moradores interessados que variava entre 10 e 20 pessoas, para iniciarem atividades de compostagem durante o primeiro ano, e, depois, divulgar o processo de modo a alcançar entre 60 e 100 praticantes no final do segundo ano. O treinamento poderia então, potencialmente, promover a compostagem doméstica em cerca de 2 mil locais, em cada comunidade, após dois anos de atividade.

Em Hambantota, o projeto alcançou várias centenas de moradias após os primeiros anos, mas foi menos popular em Ampara (Scheinberg, 2007), em parte por causa das expectativas criadas. As famílias de Hambantota queriam melhorar sua própria situação no manejo dos resíduos, enquanto que os moradores de Ampara vieram para o treinamento com a expectativa de gerar renda com a venda do composto. Cerca de 1/3 dos homens que participaram do primeiro dia do treinamento em Ampara não retornaram no dia seguinte.

Maria Aguilar, São José, Costa Rica

O treinamento costarriquenho reuniu muitos educadores ambientais e ativistas comunitários, além de um pequeno número de pessoas envolvidas em criar minhocas para produzir vermicomposto. O treinamento foi planejado principalmente para divulgar conhecimentos, já que não estava conectado especificamente a nenhuma comunidade. A escolha dos contêineres para compostagem focou nos modelos mais fáceis de construir e transportar.

O grupo foi composto por aproximadamente 30% de homens e 70% de mulheres. Os homens foram mais ativos na construção dos composteiros e as mulheres focaram em aprender a manejar o composto e disseminar informações sobre os resultados.



Manágua, Nicarágua

O treinamento foi dado a moradores de uma comunidade central e de outras sete existentes em seus arredores, e focou na melhoria dos bairros e do meio ambiente. No segundo dia, a maioria das 25 mulheres e meninas e 10 homens e rapazes já haviam decidido quem eles iriam recrutar para também adotarem a prática da compostagem doméstica.

Participantes de uma comunidade alteraram a estrutura do curso ao pedirem para começar a coletar materiais e iniciar a compostagem já no segundo dia. Isso agregou mais valor ao treinamento, ao dar oportunidade para os participantes para compreenderem melhor as diferenças práticas entre os materiais “verdes” e “marrons”, e verem quanta água devem adicionar ao material, e quando.

Conclusão

Os programas de “mestres-compostores” parecem ser um caminho para a auto-prestação sustentável, ao oferecer uma ferramenta efetiva de capacitação. Seu sucesso depende de muitos fatores e do nível de experiência e os conhecimentos agrícolas dos grupos-alvo.

Embora o curso de três dias crie entusiasmo e energia, além de desenvolver as capacidades, também é importante garantir o reforço e o encorajamento contínuos, e proporcionar um *feedback* positivo relatando os bons resultados, de modo a concretizar todo o potencial da abordagem onde “cada um envolve mais um”.

Nota

- 1) Os resíduos orgânicos correspondem a aproximadamente 65%-80% do lixo doméstico gerado nas cidades do mundo, com exceção das cidades estadunidenses e australianas, conforme informado o Terceiro Relatório Global das Nações Unidas-Habitat 2010 “Gestão dos Resíduos Sólidos nas Cidades do Mundo”.

Referências

- Bench, M.L., Woodard, R., Harder, M.K. & Stantzios, S. (2004). "Waste minimisation: Home digestion trials of biodegradable waste." *Resources, Conservation and Recycling* 45(1): 84-94.
- Boekelheide, D. and A. Gill (no date). *The MCPLANT Master Composter Volunteer Program in Charlotte, North Carolina: "Stop Preaching to The Choir, Turn the Choir into Missionaries"*
- Lacoste, E. and P. Chalmin (2007). *From Waste to Resource, 2006 World Waste Survey*. Economica, Paris.
- Löffler, E. and L. Vanacker, (2006). Interview with Luc Vanacker, Public Waste Agency of Flanders, and Myriam de Munter, Flemish Organisation for Promoting Composting and Compost Use (VLACO). Retrieved 29 May 2008, from <http://www.governanceinternational.org/english/interview22.html>
- Longman, W. (2000). *Master Composter/Recycler Training Manual WSU Cooperative Extension, Clark County, USA*.
- Practical Action (Anonymous) (2007). *Home Composting Bins*, Practical Action, The Schumacher Centre for Technology & Development
- Sherman, R. (2005). "Backyard Composting Developments." *Biocycle* 46(1): 45.
- Vliet, B. van, H. Chappells and E. Shove (2005). *Infrastructures of Consumption*. Earthscan Publications Limited, London.
- Scheinberg, A. (2007). Master Composting Programmes: Experiences in Bulgaria and Sri Lanka, Paper given at the 2007 ISWA conference, WASTE, the Netherlands
- Scheinberg, A., D. C. Wilson and L. Rodic (Principal authors and editors) (in press), "Solid Waste Management in the World's Cities." *UN-Habitat's Third Global Report on Water and Sanitation in the World's Cities*. Earthscan, UK.
- WASTE (2009) Training materials for master composter course, internal publication.

Produzindo fertilizantes orgânicos a partir de banheiros secos com desvio da urina em Dongsheng, China

Jan Mertens

Arno Rosemarin

Stockholm Environment Institute

arno.rosemarin@ecosanres.org

Fotos : J. Mertens

Embora a compostagem de estrume seja muito comum na China, tanto em grande quanto em pequena escala, existe pouca experiência ligada à compostagem de excreta humano nos centros urbanos chineses. Este projeto, o primeiro envolvendo compostagem térmica de fezes humanas em ambientes interiores controlados, foi realizado em um centro urbano densamente povoado em Dongsheng, na Mongólia Interior, China.

O projeto objetivou fechar o ciclo de nutrientes, reduzir a poluição ambiental, prover os agricultores locais com fertilizantes orgânicos e melhorar a qualidade do solo. Ele fez parte de um projeto habitacional desenvolvido pelo governo local de Dongsheng em colaboração com o Instituto Ambiental de Estocolmo. A primeira fase da implementação, que incluiu 832 moradias, ou cerca de 3.000 habitantes, foi usada para treinar os trabalhadores locais a gerirem eles mesmos a instalação de compostagem.



Casa em ambiente urbano com banheiro seco e seu produto final

Foram instalados nas casas toaletes secos com desvio da urina, onde as fezes são coletadas separadamente, em compartimentos secos construídos embaixo.

Depois esse material é transferido, periodicamente, para uma instalação de compostagem preparada especialmente para o projeto, onde os resíduos orgânicos são acumulados em seis compartimentos cobertos, com 6 m³ cada um, com ventilação forçada através de pequenos furos no piso sob o material compostado, que também recebe aquecimento a partir do chão.

A temperatura, a umidade e o pH são controlados de modo a otimizar as condições, garantir o processo da compostagem e oferecer um produto final seguro do ponto de vista sanitário. A temperatura é monitorada duas vezes por dia, e a umidade uma vez diariamente, usando-se um método padrão de compactação do material. Microorganismos decompositores eficientes, incluindo bactérias ácido-lácticas, púrpuras sulfurosas e leveduras foram inoculados no início do processo, de modo a otimizá-lo e reduzir o ciclo de compostagem para 35 dias.

Para sanear o composto e eliminar os patógenos, foi usado o próprio calor natural liberado pelo processo de compostagem. As diretrizes da OMS estipulam que o prazo de um a dois dias a 65°C, sob condições controladas, é suficiente para eliminar todos os patógenos. Assim, a principal tarefa era alcançar essa alta temperatura. A serragem era acrescentada como fonte adicional de carbono para ajudar a “carburar” o processo de compostagem. Embora a temperatura alcançasse apenas cerca de 61°C, era suficiente para eliminar o *E.coli* (usado como indicador) durante um ciclo de compostagem típico, de 35 dias de duração.

Diariamente, cada vez que novas fezes eram despejadas na câmara seca sob o toalete, os usuários as cobriam com serragem para ajudar em sua futura transferência para o local de compostagem, além de servir para absorver a umidade e reduzir os odores. O resultado é um composto mais ou menos puro à base de fezes e serragem, o que determina seu valor como fertilizante. Em comparação com o estrume animal, que contém urina, o nível de nitrogênio para o composto apenas de fezes é inferior (2,43% da matéria seca), mas o conteúdo de carbono orgânico estável é alto (a matéria orgânica constitui 49% da matéria seca). Assim, o composto apenas de fezes é uma boa fonte de carbono orgânico, que atua como condicionador do solo, ajudando a reter água e nutrientes.

Isso é de especial importância nessa parte da China, onde os solos são pobres em carbono. O aumento no conteúdo de húmus melhora a fertilidade do solo ao introduzir carbono orgânico e aumentar a retenção da água. Os testes agrícolas de grande escala utilizando composto e urina das moradias na adubação em cultivos de batata e milho apresentaram bons resultados.

O trabalho mostrou que a compostagem das fezes humanas pode ser desenvolvida em um ambiente urbano e que a combinação do composto com a urina resulta em um fertilizante eficaz, alternativo aos adubos químicos.

Conteúdo do composto pronto

Umidade	32%
	<i>Porcentagem da matéria seca</i>
Matéria orgânica	49,0
Nitrogênio total	2,4
N disponível	0,8
P disponível	0,2
K disponível	0,2
Valor do pH	7,3

O papel da agricultura urbana na gestão do lixo na Cidade do México

H. Losada, J Rivera, J. Vieyra e J. Cortés
Departamento de Biología Reprodutiva,
Universidad Metropolitana Autónoma de
Iztapalapa, México D.F.
hrlc@xanum.izt.uam.mx

Fotos: H. Losada

A agricultura onde fica hoje a Cidade do México pode ser rastreada no tempo até a grande cidade de Tenochtitlán, um dos mais importantes centros urbanos da América pré-colombiana (Palerm, 1990). Recentemente surgiram novas formas de agricultura dentro e ao redor da Cidade do México, as quais – como aquelas dos tempos pré-coloniais – podem ser consideradas como ecossistemas urbanos, já que a maior parte dos seus insumos é obtida dentro da própria “biorregião” da cidade.



O nopal é um importante produto da região

A Cidade do México situa-se a uma altitude média de aproximadamente 2.200 metros, apresentando uma temperatura moderada (entre 18°C e 24°C) e um índice anual de chuvas variando entre 700 e 1.400 mm. A zona metropolitana da Cidade do México (ZMCM) cobre uma área de 7.860 km², que inclui o Distrito Federal e 54 outros municípios, e abriga uma população total de cerca de 22 milhões de habitantes (INEGI, 1990).

Os principais sistemas de produção da área podem ser categorizados como “urbanos” (pequenas hortas domésticas e produção de leite de vaca e carne de porco), “suburbanos” (hortas domésticas, produção comercial de flores e hortaliças – inclusive em estufas – e de leite e laticínios), e “periurbanos” (nos platôs: produção de *nopal* – um cacto comestível – e de hortaliças, milho, leite e derivados, silvipastagens, apicultura, ovinocultura; e nos vales: criação de gado, produção de amaranto e cacto-pera *opuntia sp.*).

Os insumos para esses diversos sistemas urbanos e periurbanos de produção agrícola são os resíduos domésticos e também outros disponíveis na cidade.

Resíduos orgânicos

Geralmente, nesses sistemas produtivos, os insumos externos são poucos. Os resíduos sólidos orgânicos são uma importante fonte de alimentos para os animais e são recolhidos em mercados, restaurantes e residências nas proximidades. A quantidade de resíduos sólidos orgânicos obtidos dos mercados locais e do Depósito Municipal de Suprimentos Alimentares (DMSA) é considerável. Ocupando 300 ha, o DMSA recebe 60% da produção nacional e distribui frutas e hortaliças para os mercados existentes dentro e fora da Cidade do México. Losada *et al.* (1996) estimou a sua produção diária de resíduos sólidos orgânicos (em 1996) em 725 toneladas. Pelo menos 90 t desses resíduos eram usadas para alimentar cerca de 2.500 vacas de leite na vizinhança (região leste da cidade), que produzem cerca de 37.500 litros de leite por dia. Os resíduos de tomate eram usados mais especificamente para alimentar cerca de 50.000 porcos, enquanto outros resíduos serviam para alimentar galinhas e coelhos.

Os resíduos orgânicos sólidos oriundos da indústria de transformação de alimentos (fábricas de tortilhas e biscoitos, moinhos e processadores de milho, padarias etc.) são usados em estábulos, vacarias (produção de leite e carne) e pocilgas como uma fonte alimentícia rica em amido. Os porcos também são alimentados com resíduos sólidos oriundos das moradias. A grama dos canteiros e praças constitui uma fonte secundária de alimentação para os animais das vacarias nos espaços urbanos.

Nas zonas suburbanas e periurbanas, o estrume fresco dos currais e estábulos serve como excelente insumo para as atividades agrícolas. É uma boa fonte de matéria orgânica, macronutrientes (N, P, K) e água, e protege as plantações contra as baixas temperaturas. Esses dois últimos benefícios são de particular importância no cultivo do *nopal* em platôs. No sistema produtivo chamado *chinampa* (forma tradicional de aquicultura usando grandes estrados flutuantes onde se cultivam as plantas em lagoas), praticado nos subúrbios e vales periurbanos, o excreta humano seco (cerca de 20% de água) é incorporado no composto que servirá de substrato nos estrados flutuantes.

Em terra firme, esses mesmos resíduos secos também podem ser adicionados diretamente ao solo, no cultivo do milho. Resíduos vegetais da produção de *nopal* (14 toneladas/ha/ano) servem como um importante insumo nas áreas terraceadas durante a estação das podas

(março, abril e maio). Em todos os casos, os resíduos são obtidos de graça, só precisando pagar pelo transporte.

Fluxos de massa e energia

Há outros insumos externos que precisam ser considerados no balanço energético da cidade (ver também o próximo artigo). Nos sistemas de produção leiteira mais avançados, incluem-se as compras de vacas prenhas, remédios, sêmen (para inseminação artificial), rações ricas em proteínas, sais minerais e vitaminas e outros suplementos. Nas operações agrícolas mais comerciais, há necessidade de comprar sementes, adubos químicos, herbicidas e inseticidas, materiais para estufas etc.

O fator mão-de-obra é geralmente mais intensivo na produção de hortaliças, legumes, flores e *nopal* (tanto nos sistemas *chinampa* quanto em platôs; Canabal e Torres, 1992) do que na criação de animais (com algumas exceções, como nas criações estabuladas). O uso de água e energia, entretanto, é mais alto nas criações de animais. O uso maior de gasolina e transporte para os produtos agrícolas é consequência do transporte do estrume dos estábulos até o campo de cultivo, e dos produtos colhidos até o mercado.

Os resíduos consumidos pelos animais nas vacarias e pocilgas urbanas são predominantemente locais, e o esterco produzido constitui um importante insumo para a agricultura nas áreas suburbanas e periurbanas. Mas os balanços energéticos nesses sistemas urbanos ainda podem ser bastante otimizados; por exemplo: a pesquisa sobre a produção de *nopal* (Losada *et al.* 1996) mostra variados graus de eficiência na captura da energia bem como no uso dos micronutrientes.

Em contraste com os meios de produção convencionais – que são altamente dependentes de fontes de energia não renováveis e de combustíveis fósseis – a energia e os nutrientes que fluem nesses sistemas urbanos e periurbanos derivam de insumos de origem biológica, que se constituem em recursos renováveis. Esses sistemas também têm um efeito positivo na formação do solo a longo prazo.



O nível de insumos externos é muito baixo na produção periurbana.

Agricultura urbana

Os sistemas de produção urbana na Cidade do México, como o sistema *chinampa* e o terraceado estão bem adaptados ao ambiente urbano. Eles fazem um uso otimizado dos insumos locais, utilizam os resíduos locais como fontes de nutrientes e são interligados. Como qualquer sistema de produção, eles precisam de gestão apropriada (especialmente nas vacarias, onde o odor do estrume e a presença de moscas precisam ser controlados), mas em geral representam relativamente pouco risco para o ambiente urbano.

Referências

- Fenn, M E., 1996. De la Limitación del nitrógeno al exceso: saturación de nitrógeno en bosques de NorteAmérica. 11th International Symposium and 111th National Meeting on Sustainable Agriculture.
- National Institute of Geographical and Computerized Statistics (INEGI), 1990. General Population and Housing Census. Losada, H., D. Grande, J. Vieyra, L. Arias, R. Pealing, J. Rangel and A. Fierro, 1996. A sub-urban agro-ecosystem of nopal-vegetable production based on the intensive use of dairy cattle manure in the southeast hills of Mexico City. Livestock research for rural development. 8(4):66-70.
- Palerm, A. 1990. Prehispanic Mexico. Essays on evolution and ecology. National Council for the Arts and Culture. Mexico.

Segurança alimentar e saneamento produtivo: um guia prático sobre o uso da urina na produção agrícola

Anna Richert*,

anna@richert.se (autora correspondente)

Robert Gensch**

Håkan Jönsson*

Linus Dagerskog***

Thor-Axel Stenström*

Moussa Bonzi***

* Stockholm Environment Institute, Suécia

** Xavier University, Filipinas

*** CREPA HQ, Burkina Faso



*A ecoestação do setor 19
(Foto: Linus Dagerskog)*

O “Guia prático do uso da urina na produção agrícola”, a ser lançado em breve, dá uma orientação prática para a utilização da urina nos cultivos como um componente vital para a sustentabilidade da agricultura e do saneamento. Ele também inclui orientação sobre como iniciar atividades para facilitar a introdução de novos fertilizantes junto à comunidade agrícola. O Guia resultou de um esforço colaborativo de várias organizações e instituições internacionais ativas no campo do saneamento e da agricultura sustentáveis, promovido pela Aliança pelo Saneamento Sustentável (Sustainable Sanitation Alliance - SuSanA), grupo de trabalho sobre Segurança Alimentar e Saneamento Produtivo conduzido pelo Instituto Ambiental de Estocolmo (Stockholm Environment Institute - SEI).

O Guia é dirigido à comunidade de entidades doadoras e aos tomadores de decisões, extensionistas e outros profissionais ativos nas áreas da agricultura, água e saneamento, planejamento e meio ambiente. O principal grupo-alvo, porém, são os produtores profissionais do setor agrícola.

O uso da urina como fertilizante pode ajudar a reduzir a pobreza e a desnutrição, e melhorar a balança comercial dos países que precisam gastar divisas com a importação de adubos químicos. Com ela, a segurança alimentar pode ser aumentada com um fertilizante disponível grátis para todos, sem qualquer preocupação com logística e custos econômicos.

O manejo seguro da urina, incluindo o seu tratamento adequado antes do uso, é um componente-chave tanto do saneamento sustentável quanto da produção agrícola sustentável.

Os nutrientes das plantas consumidas pelas pessoas deixam o corpo humano com o excreta, e – quando o corpo está plenamente crescido – instala-se um equilíbrio de massa entre o consumo e a excreção. Isso tem três implicações importantes:

- A quantidade de nutrientes excretados pode ser calculada pelos alimentos ingeridos, para os quais os dados estão disponíveis de modo mais fácil do que para o excreta.
- Se todo o excreta e os resíduos orgânicos sobrados da alimentação, bem como o estrume animal e os resíduos agrícolas forem reciclados, a fertilidade dos solos poderá ser mantida de modo sustentável.
- Independentemente das quantidades e concentrações dos nutrientes agrícolas presentes no excreta, uma recomendação importante para a adubação é se esforçar para distribuir os fertilizantes à base do excreta em uma área igual à usada para produzir os alimentos que lhes deram origem.

A separação na fonte e o manejo seguro dos nutrientes vertidos nos toaletes é um caminho para facilitar a reciclagem e o uso do excreta humano na produção agrícola. A urina contém a maior parte dos macronutrientes bem como frações menores dos micronutrientes excretados pelos seres humanos. O nitrogênio, o fósforo, o potássio e o enxofre, além dos micronutrientes, são todos encontrados na urina de forma disponível para as plantas. A urina é um fertilizante nitrogenado bem equilibrado que pode substituir os adubos químicos na produção agrícola e resultar em colheitas equivalentes (ver exemplos em outros artigos desta edição).

A urina de uma pessoa durante um ano é suficiente para fertilizar 300 a 400 m² de cultivos com cerca de 50-100 kg N/ha. A urina deve ser manejada em tanques e contêineres fechados (para evitar a evaporação do nitrogênio) e deve ser aplicada diretamente no solo, e não sobre as plantas, em doses de N equivalentes às recomendadas para o uso de fertilizantes nitrogenados à base de ureia e amônia. Em áreas menores, regadores podem ser usados para aplicar a urina, enquanto que, para áreas maiores, podem ser usados aspersores. O contato com o ar deve ser minimizado para evitar perda de amônia, e a aplicação da urina no solo deve ser feita tão rapidamente quanto possível.

O valor econômico da urina pode ser calculado comparando-o ao preço do adubo químico equivalente em nitrogênio no mercado local, ou calculando o valor do aumento da colheita

resultante de seu uso. Cálculos realizados em Burkina Faso demonstram que o valor anual dos nutrientes para as plantas contidos no excreta de uma família é aproximadamente igual ao de um saco de 50 kg de ureia e ainda outro, igual, de NPK (ver o próximo artigo). Esse valor por pessoa corresponde a cerca de US\$ 10, enquanto que o valor do aumento na produção de milho corresponde a aproximadamente US\$ 50 por pessoa. O valor da urina contida em um garrafão de 20 litros é estimado em US\$ 0,25 .

Os riscos à saúde associados com o uso da urina humana na produção de vegetais são geralmente baixos. A separação na fonte é uma forte barreira contra a transmissão de patógenos, já que a maior parte deles é excretada junto com as fezes.

A contaminação cruzada com matéria fecal está diretamente relacionada aos riscos à saúde nos sistemas que usam urina na produção agrícola, por isso os sistemas de coleta de urina devem ser projetados para minimizar o risco dessa contaminação.

Os grupos potencialmente em risco são as pessoas envolvidas na coleta e os agricultores, os moradores das moradias e comunidades locais e os consumidores dos produtos. Os possíveis riscos à saúde por outras substâncias contaminantes excretadas com a urina humana (metais pesados, hormônios e resíduos de remédios) são muito menores dos que os associados aos sistemas mais usuais de saneamento, e o risco de seus efeitos negativos na quantidade e qualidade dos cultivos é negligenciável.

As diretrizes da OMS para o uso seguro de águas servidas, do excreta e das águas cinzas (2006) promovem uma abordagem flexível de barreiras múltiplas para lidar melhor com os riscos à saúde associados ao seu uso na agricultura.

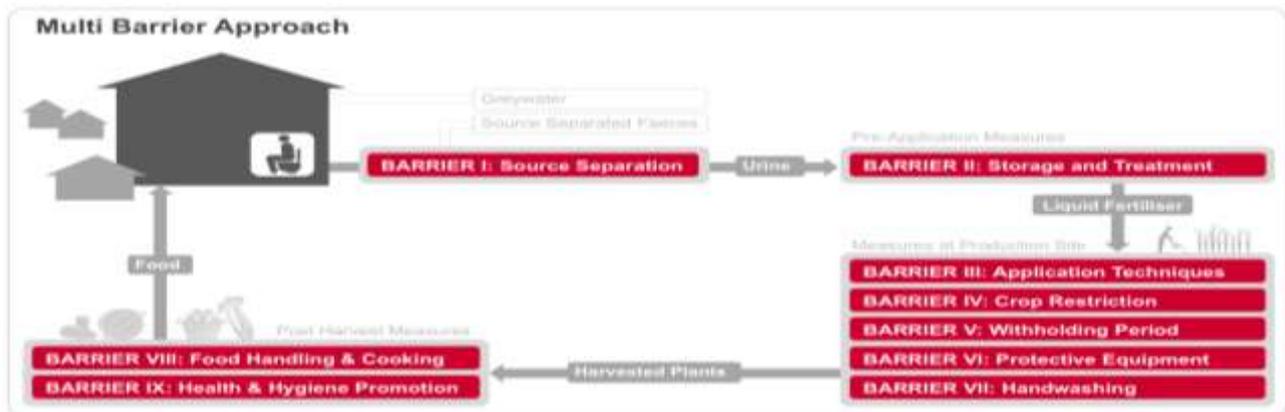


Ouedraogo Ablassé na ecoestação do setor 27 com fertilizante líquido (urina) e sólido (fezes compostadas nas câmeras de estocagem) (Foto: Linus Dagerskog)

Esse conceito é formado por uma série de barreiras / medidas, “desde o banheiro até a mesa”. Cada uma dessas barreiras tem um potencial para reduzir os riscos à saúde associados ao uso do excreta.

A OMS recomenda que várias dessas barreiras sejam colocadas em prática para reduzir os riscos à saúde ao mínimo aceitável.

Abordagem de múltiplas barreiras



	(Águas cinzas; fezes separadas na fonte)		(Medidas pré-aplicação)
	Barreira I: Separação na fonte	>>> URINA >>>	Barreira II: Estocagem e Tratamento
ALIMENTOS			FERTILIZANTE LÍQUIDO
			(Medidas no local de produção)
			Barreira III: Técnicas de aplicação
(Medidas pós-colheita)			Barreira IV: Restrições de cultivo
Barreira VIII: Manipulação e preparo dos alimentos			Barreira V: Prazo para suspender as aplicações
Barreira VI: Equipamento de proteção			Barreira VI: Equipamento de proteção
Barreira IX: Promoção da higiene e da saúde	<<< PLANTAS COLHIDAS <<<		Barreira VII: Higiene das mãos >

O conceito de barreiras para o uso seguro da urina como fertilizante

As barreiras incluem, por exemplo, a estocagem adequada, as restrições de cultivo, os prazos para interromper as aplicações antes da colheita, a redução do contato, a manipulação segura e o preparo correto dos alimentos produzidos.

O guia prático sobre o uso da urina na agricultura dá exemplos de como ela pode ser manejada de modo seguro para minimizar o risco de transmissão de patógenos, conforme sublinhado nas diretrizes da OMS para o uso seguro do excreta na produção agrícola.

Os aspectos institucionais são cada vez mais importantes à medida em que os sistemas de saneamento produtivo vão se tornando um novo paradigma, cada vez mais conhecido. O desafio é integrar o uso do excreta aos marcos regulatórios existentes.

As seguintes atividades iniciais são sugeridas quando sistemas de saneamento produtivo estão sendo implementados.

- Identificar os atores envolvidos e esclarecer as razões da adoção da prática e as restrições que cada um deles possa ter com relação à implementação do uso da urina na produção agrícola;
- Incluir e focalizar os produtores desde o planejamento inicial do processo;
- Organizar um meio para promover o feedback e a interação entre os atores;
- Organizar as comunidades locais de modo a criar uma estrutura para a implementação e outra para o monitoramento.

O conhecimento sobre o uso da urina como fertilizante é melhor adquirido e disseminado por meio de experimentos demonstrativos locais, envolvendo organizações que trabalham com pequenos agricultores e comunidades locais, bem como instituições de pesquisa.

Os novos fertilizantes deveriam ser introduzidos com a mesma metodologia que é usada quando se introduz qualquer novo adubo comercial na comunidade agrícola.

Para implementar um sistema de saneamento produtivo em um determinado contexto local, frequentemente é necessário traduzir ou adaptar as informações contidas no Guia Prático sobre o uso da urina na agricultura às condições locais específicas.

O último capítulo do livro traz recomendações sobre como diretrizes locais podem ser desenvolvidas e razoavelmente estruturadas, e resume os fatores mais importantes que afetam direta ou indiretamente as atividades agrícolas relacionadas com o uso da urina.

Essa informação é complementada por exemplos de diretrizes locais criadas em Burkina Faso e nas Filipinas.

O Guia Prático da sobre o uso urina na agricultura será lançado em 2010, e estará disponível nas páginas de EcoSanRes e SuSanA (www.ecosanres.org e www.susana.org).

Referências

- WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. 2006. Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture. WHO, Geneva.
http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg4/en/index.html

O mercado emergente do excreta humano tratado em Ouagadougou

LinusDagerskog,
Chiaca Coulibaly
e Ida Ouandaogo
CREPA
Fotos: Linus Dagerskog

Desde março de 2009 existe um mercado para “fertilizante humano” em Ouagadougou, a capital de Burkina Faso. A urina humana e as fezes secas são coletadas e levadas para ecoestações onde são vendidas a agricultores depois de adequadamente estocadas. Desse modo, elas melhoram os serviços de saneamento, criam empregos no setor privado, e fornecem, aos produtores urbanos, fertilizantes completos e eficientes, produzidos localmente.

Os problemas técnicos, sociais e institucionais que cercam os sistemas de reciclagem do excreta humano em maior escala podem ser assustadores, especialmente para as cidades dos países em desenvolvimento que experimentam um aumento populacional acelerado. Bracken (2008) descreve a quantidade massiva de nutrientes levada para as cidades com os alimentos. Em uma sociedade sustentável, esses nutrientes seriam reciclados de volta para as áreas produtivas. Hoje, porém, frequentemente eles são despejados sem qualquer tratamento em corpos d’água, poluindo-os, ou se acumulam em fossas sépticas com o risco de contaminar o lençol subterrâneo com diversos patógenos.

É incalculável o prejuízo representado pelos nutrientes desperdiçados e pelos patógenos disseminados, resultante da gestão ineficiente do excreta humano. Essa abordagem convencional corresponde, portanto, a efeitos funestos como a perda da fertilidade dos solos e o aumento na incidência de doenças. Na ausência da pressão política, o mercado pode ser uma importante força para estimular a reciclagem do excreta humano. Especialmente diante dos aumentos freqüentes e inevitáveis nos preços dos adubos químicos, o excreta humano tratado poderá tornar-se uma fonte confiável de nutrientes para a agricultura dentro e ao redor das cidades.

As famílias urbanas desejam um banheiro que seja confortável e confiável, mas geralmente não têm interesse em usar o excreta como fertilizante. Por isso, é necessário um sistema de coleta que estabeleça uma ligação entre os habitantes da cidade e os agricultores urbanos e periurbanos.

Tal sistema de saneamento ecológico integrado (Ecosan) foi implantado em quatro setores da cidade de Ouagadougou, por meio do projeto ECOSAN_UE, financiado pela União Européia entre 2006 e 2009, e implementado pelo CREPA (Centro Regional de Água e Saneamento de Baixo Custo), GTZ (Cooperação Técnica Alemã) e ONEA (Autoridade Nacional de Água e Saneamento). Os quatro setores escolhidos (dos trinta que integram a cidade de Ouagadougou) são onde a presença da agricultura urbana é mais intensa.

Três componentes básicos da cadeia do ecossaneamento serão discutidos neste artigo, começando pelo último: o uso do excreta humano tratado. Depois será abordada a fase da coleta e tratamento, e finalmente a produção do fertilizante urbano.



O circuito da urina em Ouagadougou

O uso

Mesmo antes de começar a construção dos toaletes ecológicos em 2006, já estavam sendo feitos esforços para sensibilizar os produtores urbanos a respeito do valor da urina como fertilizante. Isso foi necessário por que – se não houvesse interesse pelo produto final – toda a cadeia falharia inevitavelmente. A divulgação dessa prática baseou-se na experimentação participativa, usando-se a urina como fertilizante em lotes agrícolas em cada um dos quatro setores escolhidos. A urina foi coletada usando-se urinóios portáteis durante um festival de filmes. Em uma primeira fase, 70 agricultores urbanos aplicaram a urina e compararam-na com a ureia usada em campos de teste, com NPK como fertilizante de base (ver Bonzi, 2008, para os resultados). As maiores colheitas foram obtidas nas parcelas combinando urina e NPK. A urina foi dosada com base no conteúdo de nitrogênio, calculado em 5 g/l em Ouagadougou.



Transporte, estocagem e aplicação da urina em Ouagadougou

Desde então, 600 produtores urbanos foram treinados no uso da urina como fertilizante nitrogenado de atuação rápida, e – até certo ponto – também no uso de fezes secas higienizadas como fertilizante de base. O treinamento é baseado em conhecimentos práticos relacionados com o preparo do solo, período de aplicação, método de aplicação e dosagem para as diversas plantas, bem como explora as medidas de segurança para as plantas, produtores e consumidores.

Em março de 2009, uma oficina de avaliação foi realizada com produtores urbanos dos quatro setores para decidir sobre a transição desde a fase quando os fertilizantes humanos são doados gratuitamente até uma outra, onde eles serão vendidos. O preço dos fertilizantes líquido (à base de urina tratada) e sólido (à base de fezes secas higienizadas) foi calculado com base em seu conteúdo de N, P e K, comparado com o custo de uma quantidade equivalente de nutrientes contidos nos adubos químicos. Com base em cálculos anteriores realizados por Dagerskog (2007), no trabalho de Jönsson *et al.* (2004), e nas considerações de que os adubos humanos contêm ainda matéria orgânica e elementos-traço, porém exigem mais trabalho no transporte e na aplicação (se comparados aos adubos químicos), foram estipulados preços razoáveis para a urina higienizada (US\$ 0,20 por bombona de 20 litros) e para as fezes higienizadas (US\$ 0,10 por kg, em sacos de 25 e 50 kg).

O interesse dos produtores em comprar os fertilizantes Ecosan depende muito do preço pedido pelos fertilizantes químicos, mas também existem usuários convictos, como o Sr. Dera Mouni (ver abaixo).

Dera Mouni, produtor urbano nos últimos 25 anos

No início, eu estava um tanto cético, mas após o treinamento no CREPA, e logo depois aqui, em nossos próprios campos, eu me convenci. O fertilizante líquido produz colheitas muito boas. Durante o último ciclo de cultivos, eu comprei o fertilizante líquido para o repolho, mas neste próximo ciclo vou aplicar também na pimenta. A pimenta responde muito bem ao fertilizante líquido.

É verdade que eu precisarei investir algum dinheiro a mais para usar o fertilizante líquido. Para uma área de 40 m², geralmente aplico estrume e adiciono 2 kg de uréia. Essa uréia custa cerca de US\$ 1. Com a urina, eu uso cerca de 200 litros, que me custam US\$ 2, e faço mais força, pois ela pesa mais na hora de aplicar. Mas, por outro lado, terei menos problemas com ataques de insetos, e as safras têm sido ótimas. O que eu colho de uma parcela boa assim eu vendo por US\$ 50.

Dos 16 agricultores que participaram nos testes com os fertilizantes nesta região, eu sou o único – ao que eu saiba – que compra atualmente os fertilizantes líquidos. Muitos agricultores não pensam no amanhã. Para eles comprarem o fertilizante líquido, seria bom se o custo caísse um pouco mais, até que todos conhecessem os seus efeitos. Aí então o preço poderia subir novamente.

Penso que esse sistema tem futuro, pois os fertilizantes químicos matam o solo no longo prazo, e nós sabemos disto. O fertilizante líquido é novo para nós. Já com relação ao fertilizante sólido (fezes higienizadas), acho que vai ser mais fácil vender, pois elas parecem com o estrume curtido que já estamos acostumados a usar.

Coleta e tratamento

Em cada setor foi organizado um sistema de coleta gerido por uma associação local. A associação recolhe e transporta a urina e as fezes secas das casas e as leva para as ecoestações, onde serão estocadas para a higienização. A urina é coletada em contêineres amarelos e estocada, nas ecoestações, em tanques maiores durante o período de higienização. Depois desse período de estocagem, ela vai para as bombonas (retornáveis) de 20 litros, verdes e apresentando a etiqueta “Fertilizante Líquido”, prontas para venda.

As fezes secas, depois do período de higienização, são embaladas em sacos etiquetados “Fertilizante Sólido”. As associações que operam a coleta e o tratamento devem idealmente cobrir seus custos por meio da venda dos fertilizantes aos produtores, como a análise teórica do custo/benefício demonstra abaixo.



Banheiro seco com paredes de adobe

Custo/benefício

A renda da operação depende da quantidade de urina e fezes que entram no sistema e que são vendidas depois como fertilizante aos agricultores. O seguinte cálculo foi baseado na estimativa de que 40% da urina e 75% das fezes produzidas por uma família entram de fato no sistema (o restante é excretado fora da moradia).

O custo do transporte/coleta e do tratamento é cerca de US\$ 2,30/moradia/mês. O equilíbrio pode ser obtido vendendo-se o excreta a US\$ 2/moradia/mês, somados a uma taxa de US\$ 0,30/moradia/mês cobrada pelo serviço de coleta (a taxa na verdade é de US\$ 0,60/moradia/mês, mas o custo para recolhê-la é de US\$ 0,30/moradia/mês).

Apenas os custos operacionais com o transporte/coleta e o tratamento foram considerados. Eles não incluem os custos dos investimentos iniciais nem da depreciação do equipamento, principalmente dos tanques de estocagem de urina. Esses custos precisam ser cobertos por recursos externos ao sistema.

Assim, teoricamente, as associações envolvidas na coleta e tratamento do excreta podem cobrir seus custos operacionais, mas isso requer que os seguintes critérios operacionais sejam preenchidos. Ainda hoje, em Ouagadougou, após um ano de funcionamento, nenhum desses critérios foi completamente satisfeito.

1. *Volume de excreta:* pelo menos a quantidade estimada acima de urina e fezes por moradia deve entrar no sistema. Porém leva tempo até que as fezes, oriundas de toaletes com duas câmaras, possam entrar no sistema, simplesmente por que a primeira câmara só é esvaziada após um ano de estocagem, no mínimo. Também, na prática, entra menos urina das moradias que participam no sistema do que o previsto. Nem todas as famílias com toaletes com desvio da urina os usam realmente – alguns deles foram construídos em novos lotes ainda não habitados; outras famílias pararam de usar os toaletes para não precisar pagar a taxa. Além disso, as pessoas costumam urinar em diversos outros locais que não o toaleta de sua própria casa.
2. *Taxa:* As famílias devem pagar a taxa de coleta. Porém, cerca de 50% delas acabam não pagando nada.
3. *Escala:* O sistema de coleta precisa operar com sua capacidade total. Porém, essa meta ainda não foi alcançada em todos os quatro setores onde o projeto atua.
4. *Estocagem:* Deve haver capacidade de estocagem suficiente nas ecoestações para manejar o volume gerado pelas famílias participantes do sistema. A capacidade de estocagem atual não seria suficiente para os “volumes estimados” de urina nas ecoestações. Com base na produção estimada de urina e fezes, as ecoestações deveriam estocar 200 litros de urina (45 dias de estocagem + mais algum volume de sobra) e 40 kg de fezes (três meses de estocagem extra na ecoestação + mais algum volume de sobra) por moradia.

Isso pode se tornar um obstáculo importante no futuro, pois não está claro quem vai assumir os custos para aumentar a capacidade de estocagem. O custo local de um tanque para estocagem de boa qualidade, de um m³ (para cinco famílias), é de cerca de US\$ 300, correspondendo a US\$ 60 por moradia.

5. *Demanda pelo produto*: Deve existir uma demanda para todo o excreta que entre no sistema. Mas até agora, a demanda por urina não tem sido muito alta. Alguns produtores compraram grandes quantidades, mas a disposição de compra dos produtores urbanos em geral não está correspondendo às expectativas, parcialmente por causa do custo do transporte desde as ecoestações até as áreas de plantio (cerca de US\$ 0,05 por bombona).



Toaleta integrado à moradia

Produção

Em Ouagadougou, apenas 19% da população tem acesso a saneamento adequado, como ligação à rede de esgoto, fossas sépticas ou latrinas *pit* (diretamente sobre um buraco) melhoradas. As latrinas *pit* comuns em Ouagadougou têm vários problemas.

Além dos riscos da poluição das águas subterrâneas e da perda dos nutrientes pela infiltração, também há as moscas, o mau cheiro, o risco das paredes do buraco ruírem, e as dificuldades para esvaziá-lo.

Ainda não existe um sistema de tratamento para o lodo fecal, o que significa que ele é despejado informalmente nos arredores da cidade.

Como alternativa, o projeto promoveu o “toaleta seco com desvio da urina” (Urine Diverting Dry Toilet - UDDT). Quando a urina e as fezes são mantidas separadas, há menos problema com odores e moscas, o tratamento é facilitado e a perda de nutrientes é evitada.

Uma revolução amarela em Aguié, Niger

**Linus Dagerskog (CREPA),
Laurent Stravato (IFAD) e
Elisabeth Kvarnström (SEI)**

A urina humana está sendo coletada e usada como fertilizante líquido por mais de 700 moradias na província de Aguié, ao sul do Niger.

A “revolução amarela” foi iniciada em 2009 por meio de experiências participativas em oito vilas, demonstrando o efeito do uso da urina como fertilizante para cereais e hortaliças.

O PPILDA (1) é um projeto orçado em US\$ 17,6 milhões para o desenvolvimento rural em Aguié, com apoio do IFAD (2). Uma de suas principais atividades é identificar e apoiar inovações locais nas comunidades de agricultores, frequentemente por meio de escolas de campo para produtores. Em 2007, o PPILDA construiu poços em várias vilas, para permitir aos horticultores produzir durante a estação seca. Foram usados adubos orgânicos, mas não havia o suficiente para atender as necessidades de todos, enquanto que os adubos químicos disponíveis em Aguié, principalmente ureia e NPK 15:15:15, são caros e de baixa qualidade.

Procurando alternativas, o PPILDA contatou o CREPA(3) para verificar como o saneamento produtivo poderia melhorar a gestão local dos nutrientes. Foi estimado que a quantidade anual de nutrientes vegetais presentes na urina e fezes humanas de uma família média de Aguié (9 pessoas) equivale aproximadamente a um saco de 50kg de ureia mais outro saco de 50kg de NPK. Esses dois sacos custam cerca de US\$ 80 no mercado local, mais do que a maioria das famílias pode suportar. É também sabido que na urina está a maior parte dos nutrientes eliminados pelo corpo humano, sendo muito rara a presença nela de patógenos.

A partir dessa base, o IFAD financiou um projeto-piloto para a CREPA, PPILDA e SEI (4), para testar o uso da urina como um fertilizante, e desenvolver instrumentos de sensibilização, tecnologias apropriadas de baixo custo, de modo a facilitar a difusão do saneamento produtivo.

O projeto Aguié promove o saneamento produtivo por meio da experimentação agrícola participativa, sensibilização para os riscos e os benefícios presentes na urina e nas fezes, e a promoção de urinóis e latrinas apropriadas para o reuso do excreta, tudo adaptado para o contexto cultural. Para a coleta do fertilizante, o urinol “sem custo” Eco-lilly (5), uma bombona de plástico de 25 litros, e um funil, são vendidos junto versões de baixo custo de privadas com desvio da urina e câmara de secagem/compostagem das fezes (que são subsidiadas com US\$ 45).

A mensagem principal é que o uso apropriado desses urinóis e privadas ajuda a eliminar os perigos e captura nutrientes presentes na urina e nas fezes. Graças às boas colheitas e boa aparência das hortaliças, a demanda tem sido alta por urinóis e toaletes secos que tornam a coleta do “novo fertilizante” possível.

No futuro, é provável que esse tipo de estreita colaboração entre profissionais do saneamento e da agricultura avance, já que, para aumentar ou mesmo manter as safras atuais, será necessário o uso otimizado das fontes disponíveis de nutrientes. E essa demanda por fertilizantes alternativos poderia ser, por outro lado, o motor para viabilizar o saneamento nas áreas rurais e periurbanas.

Os resultados e os instrumentos do projeto Aguié estão disponíveis em <http://www.ecosanres.org/aguie>.

Notas

- 1) Projet de Promotion des Initiatives Locales pour le Développement à Aguié
- 2) International Fund for Agriculture Development
- 3) Centre Régional de l'Eau Potable et de l'Assainissement à faible coût
- 4) Stockholm Environment Institute
- 5) Em Aguié, esse urinol custa cerca de 2 a 3 dólares. Embora a coleta da urina seja fácil, sua estocagem em grandes volumes é um desafio. Enriquecer com ela os compostos e usá-la nos campos durante a época seca podem ser boas alternativas ao seu armazenamento.

Os toaletes são localizados sobre câmaras de estocagem para as fezes, construídas sobre o solo de modo a proteger as águas subterrâneas e facilitar a desidratação da matéria fecal. Uma variedade de modelos com uma ou duas câmaras e de diversos materiais está disponível para as famílias escolherem.

No decorrer do projeto, várias lições foram aprendidas e feitas importantes adaptações.

A discussão

O projeto conseguiu difundir a consciência sobre a importância da gestão do excreta urbano e seus nutrientes em Ouagadougou, e o ONEA está planejando continuar a construção de toaletes UDDT nos quatro setores-pilotos. Se o sistema de coleta continuar a crescer, será necessário saber a quantidade de excreta urbano que os agricultores locais poderão potencialmente utilizar. Sawadogo (2008) fez um inventário das operações de agricultura urbana dentro dos limites de Ouagadougou e localizou um total de 201 hectares, 7% dos quais dedicados à produção de hortaliças e 93% a outros cultivos.

Ele também verificou que mais de 75% dos produtores urbanos não têm direitos sobre a terra que cultivam. Esses agricultores urbanos só teriam uso para uma pequena parte de todo o excreta produzido na cidade (menos de 5%). O restante precisaria ser levado para áreas agrícolas fora da cidade.

Mulher de Saja Manja aplicando o fertilizante líquido

Isso significa que, caso as autoridades decidam adotar o Ecosan em grande escala, a produção agrícola usando excreta higienizado precisa se tornar uma prioridade dentro e na periferia mais perto da cidade para evitar altos custos com transporte. No caso de Ouagadougou, a escassez de água durante a estação seca tende a limitar a expansão da horticultura na cidade.



Técnicas para economizar água, como a irrigação por gotejamento, e o potencial da reciclagem das águas cinzas devem ser exploradas. E é preciso que uma grande parte do adubo produzido seja aplicada na produção de cereais irrigada pela chuva.

Outro problema é a estocagem de grandes volumes de urina até a época da aplicação, na estação chuvosa. Toda junta, a população de Ouagadougou gera cerca de 525.000 m³ de urina por ano, com base em 1,2 l de urina por pessoa por dia! Métodos simples para reduzir o volume sem perder o nitrogênio seriam de grande valor. A alternativa à estocagem por todo esse tempo seria aplicar a urina no solo ainda na estação seca, ou usá-la como uma fonte de nitrogênio na confecção dos compostos.

Na situação atual, o financiamento externo é necessário para apoiar parte dos custos operacionais das associações. A partir de 2010, a prefeitura irá assumir a coordenação e o apoio financeiro ao sistema. Em vez de pagar diretamente às associações, o subsídio pode ser mais eficiente se for endereçado ao final da cadeia, vinculando-o a cada bombona ou saco de fertilizante comprado e aplicado ao solo.

O ciclo EcoSan pintado na entrada de uma ecoestação

Assim, o incentivo para o comércio dos fertilizantes se tornaria ainda maior, e as associações seriam estimuladas a melhorar sua estrutura de comercialização. Também seria importante ter uma estratégia municipal para o que fazer com o adubo quando a demanda não corresponder à oferta, e como usá-lo em outros locais, áreas verdes públicas etc.



O novo sistema Ecosan em Ouagadougou não pode ser considerado o ideal, mas ele vem adotando alguns passos inovadores na gestão dos nutrientes urbanos. As experiências mostram que os custos operacionais da coleta e do tratamento podem quase ser recuperados pela venda do excreta tratado - se as distâncias a serem cobertas forem relativamente curtas. O financiamento público é necessário para os investimentos e o controle do sistema, e – até certo ponto – os custos operacionais, pelo menos a curto prazo. É sempre difícil mobilizar os escassos fundos públicos, mas se o ganho na saúde e na proteção ambiental puder ser avaliado, em adição aos benefícios agrícolas mencionados, ficaria provado, muito provavelmente, que se trata de um investimento público economicamente positivo.

Referências

- Bonzi, Moussa, 2008, "Experiences and opportunities for human excreta fertilisers in improving small scale agriculture", presentation during side event of the World Water Week, Stockholm, Sweden, www.ecosanres.org/pdf_files/www2008/Dr_Bonzi_14.pdf
- Bracken, Patrick; Panesar, Arne, 2008, "Ecosan in poor urban areas, sustaining sanitation and food security", IRC conference: Sanitation for the urban poor: Partnerships and Governance", 19-21 Nov, 2008, Delft, the Netherlands
<http://www.irc.nl/redirect/content/download/140068/433182/file/GTZ-bracken-panesar-IRC-final-version%2028.doc>
- Dagerskog, Linus, 2007, "ECOSAN et la valeur des fertilisants humains - le cas du Burkina Faso", ITN conference paper, Ouagadougou, Burkina Faso, 26-28 Nov 2007
- Jönsson, Håkan et al. 2004, "Guidelines on the use of Urine and Faeces in Crop Production", EcoSanRes publication series, report 2004-2,
http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR2web.pdf
- Sawadogo, Sawadogo Hamadé, 2008, "Approche GIRE et expansion de l'agriculture urbaine à Ouagadougou", Master's Thesis, 2iE, Ouagadougou
- WSP, 2009, "Study for financial and economic Analysis of Ecological Sanitation in Sub Saharan Africa", www.wsp.org/UserFiles/file/Ecosan_Report.pdf

Introduzindo a urina como um fertilizante alternativo na agricultura urbana: estudos de caso na Nigéria e em Gana

Cofie Olufunke,
Adeoluwa Olugbenga e
Philip Amoah, IWMI-Ghana
o.cofie@cgiar.org

Se a urina humana for coletada adequadamente e usada na agricultura, será possível melhorar o saneamento ambiental nas cidades e reduzir os custos na produção agrícola. A inovação, portanto, reside em integrar os setores agrícola, ambiental e sanitário.

Embora não exista ainda nenhum registro de coleta de urina para uso agrícola comercial em Gana e na Nigéria, experimentos práticos em algumas universidades mostraram resultados promissores.

Fatores como a logística de transporte, a viabilidade financeira, bem como a percepção dos produtores e dos consumidores, além do desejo de usar a urina na produção de alimentos, influenciam na sua adoção como fertilizante na agricultura.

Em Ibadan, Nigéria, parceiros da RUAFA implementaram um projeto voltado para o uso da urina junto a um grupo de jovens horticultores urbanos. Semelhantemente ao programa SWITCH, financiado pela União Europeia, uma pesquisa similar foi implementada em Accra, Gana. Em ambos os casos, o objetivo era introduzir o uso da urina como fertilizante pelos agricultores urbanos por meio da pesquisa prática e do treinamento participativo, e investigar as percepções dos produtores sobre a prática e a viabilidade da utilização desse adubo alternativo em suas áreas de cultivo.

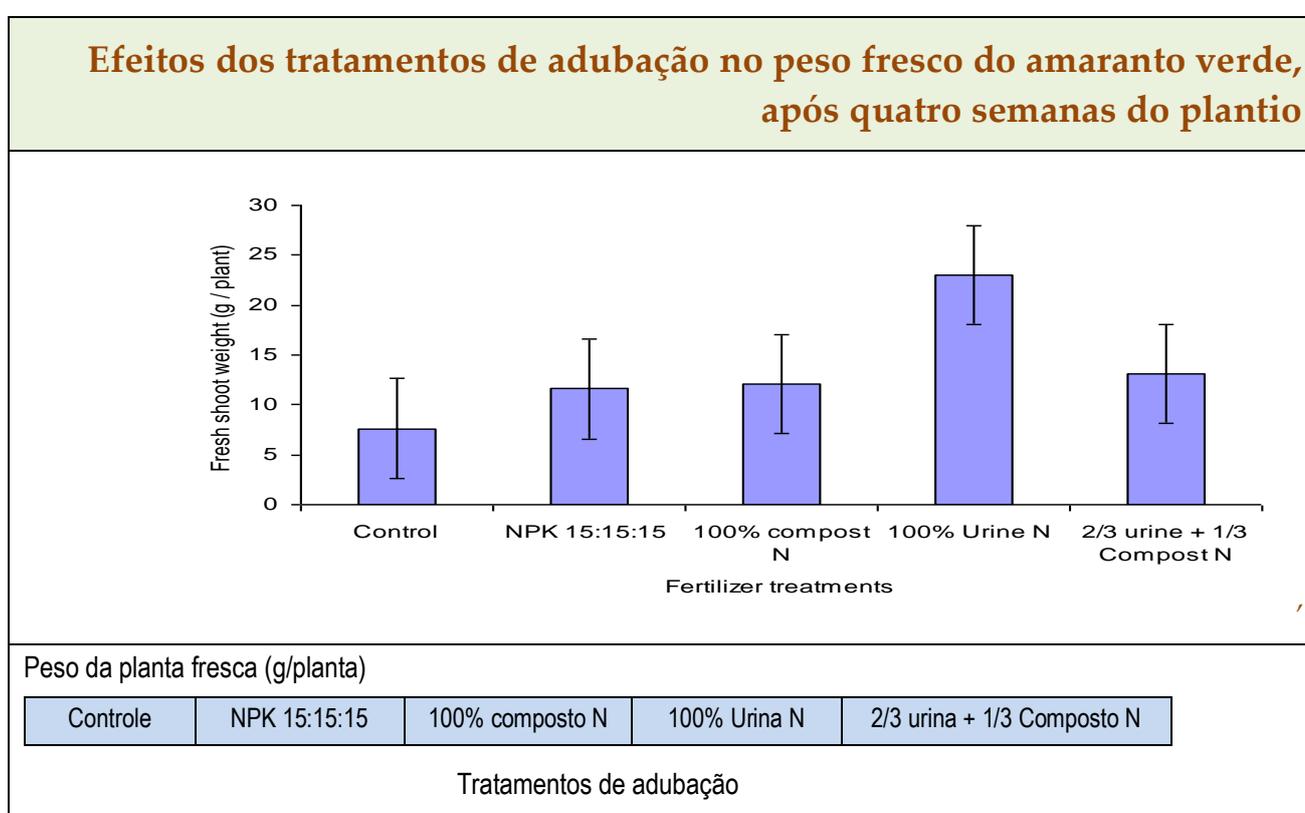
Ibadan

Com uma população de cerca de 2,5 milhões de pessoas, Ibadan é uma das maiores cidades da Nigéria. Cerca de 200 agricultores estão ativos nas áreas periurbanas e urbanas da cidade, produzindo principalmente hortaliças, como o amaranto (*Amaranthus caudatus*), a juta comestível (*Corchorus olitorus*) e às vezes a abóbora-flauta (*Telfaria*). Este estudo foi desenvolvido na área destinada à produção hortícola de uma instalação do exército

nigeriano, em Mokola, a noroeste de Ibadan. A temperatura nessa área varia entre 21°C e 31°C, e a média anual de precipitações é em torno de 1.280 mm.

Entrevistas individuais foram realizadas com 161 pessoas da comunidade (60 produtores e 101 comerciantes), a quem foram dirigidas perguntas sobre suas visões quanto ao uso da urina na produção de alimentos.

Eles visitaram plantios demonstrativos envolvendo a produção de amaranto usando adubações à taxa de 100 kg N / ha. (Os vários tratamentos e os seus resultados estão resumidos no quadro abaixo). A quantidade necessária de cada fertilizante foi baseada na taxa de nitrogênio em sua composição.



A urina proveio do alojamento masculino da Universidade de Ibadan, localizada a três quilômetros da área de cultivo, e foi coletada em contêineres plásticos hermeticamente fechados onde ficava armazenada por um mês antes de ser usada (AdeOluwa et al., 2009).

A maioria dos respondentes não conhecia a possibilidade de usar a urina como um fertilizante, e muitos logo perceberam ser ela uma inovação agrícola positiva, embora 20% dos produtores e 26% dos comerciantes tenham citado normas culturais como uma limitação à sua utilização.

Outros 26% dos produtores e 38% dos comerciantes tinham objeções religiosas ao uso. Mesmo assim, muitos responderam que usariam a urina na produção de hortaliças se isso garantisse uma colheita melhor do que outros tipos de fertilizante, e a maior parte dos comerciantes compraria alimentos adubados com urina se não houvesse ameaça à saúde de seus fregueses.

O uso da urina, em vez de outros fertilizantes convencionais, aumenta significativamente a safra do amaranto, e, portanto, a renda dos produtores.

A análise microbiana das plantas colhidas não mostrou nenhuma diferença significativa na contaminação microbiana entre os produtos tratados com os diferentes tipos de adubo.

Accra

A cidade de Accra, como Ibadan, está experimentando um rápido aumento populacional e a agricultura está se tornando uma característica dominante em sua periferia. Ela é uma das dez cidades demonstrativas incluídas no projeto “A gestão sustentável das águas urbanas melhora a saúde das cidades do futuro” (Sustainable Urban Water Management Improves Tomorrow’s City’s Health - SWITCH), do qual um dos objetivos é desenvolver opções para realizar melhoramentos na produção agrícola e em outras atividades domésticas usando águas doces, de chuva e servidas (ver também R-AU n.º. 20 ou www.switchurbanwater.eu).

Testing of urine application and co-composting products in Accra
Photo's: René van Veenhuizen



Estima-se que cerca de 90% do consumo de hortaliças frescas em Accra é abastecido pela produção intensiva realizada dentro e ao redor da cidade. Para manter a fertilidade

do solo, os produtores usam geralmente esterco de galinha e adubos químicos. O alto custo desses fertilizantes está se tornando uma limitação para as atividades agrícolas na cidade.

Por isso, fontes alternativas de nutrientes são bem-vindas e podem aumentar a produtividade.

Ao mesmo tempo, 95% da população da cidade usa sistemas de saneamento autônomos (toaletes públicos e latrinas sobre-simples buracos ou ligadas a fossas sépticas) como principal meio de esgotamento sanitário, tornando esses locais potenciais fontes de nutrientes e de matéria orgânica para a agricultura urbana em Accra, se devidamente adaptadas e geridas.

Muitos mictórios públicos estão localizados em algumas das áreas residenciais mais populosas da cidade, e não estão sujeitos à coleta e à gestão apropriadas.

Conseqüentemente, a urina dos mictórios é despejada diretamente em drenos que fluem para cursos d'água e para a lagoa, resultando em poluição hídrica. Um estudo realizado (Cofie et al., 2007) em 14 mictórios localizados dentro do Distrito Central de Negócios revelou que 7,3 m³ de urina são gerados neles por dia. Isso é aproximadamente 2.200 m³ de urina por ano. Em termos de conteúdo de nitrogênio, esse volume representa 6,6 toneladas de nitrogênio disponível para as plantas.

Como parte do projeto do IWMI, foi estabelecida uma parceria com uma empresa privada (Safisana) para introduzir a urina como um fertilizante para os agricultores. A Sasifana opera o transporte da urina desde os mictórios até as áreas de cultivo, enquanto que o IWMI conduz as pesquisas necessárias.

Do mesmo modo que em Ibadan, os testes de campo foram realizados em uma área de produção hortícola, Dzorwulu, para determinar o efeito da urina e de outros fertilizantes na colheita do repolho.



*Tanque e vasilhames para transporter urina em área de testes
(Foto: René van Veenhuizen)*

Além disso, foram realizadas atividades de treinamento e sensibilização com os produtores urbanos, técnicos extensionistas do Ministério da Alimentação e Agricultura (MAA) de Gana e com outros atores-chave, sobre os possíveis benefícios e riscos do uso da urina

humana como fonte alternativa de fertilização. Como parte desse programa, foi organizado um seminário para a equipe de extensão do MAA, em Accra, seguido por uma reunião com 42 produtores de Dzorwulo, Plant Pool e Ridge, também em Accra. Duas apresentações foram feitas para os produtores e extensionistas. Para melhorar a compreensão das questões discutidas, fotos coloridas (mostrando agricultores de outras partes do mundo, plantios cultivados com urina e sem urina ou adubados com outros fertilizantes etc.) foram mostradas aos agricultores e técnicos. Em ambas as ocasiões, sessões de perguntas e respostas seguiam-se às apresentações.

Os testes de campo em Dzorwulo revelaram resultados semelhantes (Adamtey *et al*, em breve) aos de Ibadan. Os produtores e extensionistas do MAA expressaram diversas preocupações quanto ao uso da urina na produção agrícola. Entre as questões levantadas estavam: como a urina pode ser fornecida em uma base regular; como dispor de equipamentos para estocagem adequados para o volume de urina a ser manejado; qual o modo e a quantidade de urina a ser aplicada em cada cultivo e nos diversos tipos de solo (especialmente em solos arenosos); qual o efeito da urina nas características do solo (p.ex. sobre a sua salinidade). A equipe de extensão, por outro lado, estava preocupada com a possibilidade de coletar urina; como reduzir o risco potencial associado com a urina antes de seu uso; diretrizes para o uso da urina; a disposição dos produtores para usar a urina como uma fonte alternativa de adubação; a qualidade higiênica das safras produzidas com urina; e a disposição dos consumidores para aceitar e consumir tais produtos.

Apesar das preocupações levantadas pelos produtores e pelos extensionistas do MAA, a ideia de usar urina na produção agrícola foi muito bem recebida, com os participantes de ambos os grupos expressando interesse em conhecer melhor o uso da urina e seus efeitos nas colheitas.

Referências

- AdeOluwa, O.O., G.O. Adeoye and S.A. Yusuff, 2009. Effects of organic nitrogen fortifiers on some growth parameters of green amaranths (*Amaranthus caudatus* L.). *Renewable Agriculture and Food Systems*: 24(4); 245–250.
- Cofie, O. O. and Drechsel, P. (2007) 'Water for food in the cities: The growing paradigm of irrigated (peri)-urban agriculture and its struggle in sub-Saharan Africa', *African Water Journal*, vol 1, no 2, pp23–32