

Biodiversidade como bioindicadora da qualidade do solo no Paraná

George G. Brown

Lenita J. Oliveira

Vanesca Korasaki

Antônio A. dos Santos

Macroprograma 2: Competitividade e Sustentabilidade

Número do Projeto: 02.02.53.1.00

UD de Origem do Projeto: Embrapa Agrobiologia

Plano de Ação: 2. Biodiversidade do solo como bioindicadora da qualidade do solo em áreas de plantio direto na região do Paraná.

Este plano de ação teve como principais objetivos quantificar e qualificar a comunidade de invertebrados em pelo menos quatro ecossistemas (áreas de conservação permanente com campo e mata nativa, plantio direto, convencional e cultivo mínimo) e identificar possíveis bioindicadores para a região do Paraná. Para tal, foram realizados levantamentos periódicos da macrofauna de solo, por meio do método desenvolvido pelo programa de Biologia e Fertilidade dos Solos Tropicais (TSBF) da UNESCO (Anderson & Ingram, 1993).

Pastagem versus lavoura

Os estudos foram conduzidos no Arenito Caiuá (argissolo), em Jaguapitã e Cafeara, nas seguintes áreas: dois tipos de pastagens degradadas (grama-mato-grosso, *Paspalum notatum*, com 17 a 20 anos e *Brachiaria ruzziensis* com 19 a 20 anos), pastagem renovada com grama-mato-grosso recém-implantada, pastagem renovada há três anos com *Brachiaria* spp. e pastagens transformadas em lavoura: a) cana-de-açúcar de um ano após pastagem de grama-mato-grosso, b) soja de um ano em plantio direto e c) soja com 4 a 5 anos de cultivo em plantio direto após pastagem (*P. notatum* ou *Brachiaria* sp), com alguma rotação com milho.

Nos estudos, comparando áreas de pastagem degradada (antigas) a áreas de pastagem transformadas em cultivos de soja ou a áreas de cana e pastagem renovada, observou-se que quanto maior o tempo de cultivo de culturas anuais, maior o número de ordens taxonômicas e densidade populacional de invertebrados. Entretanto, a diversidade aumentou, principalmente, em função de insetos fitófagos (especialmente percevejo-castanho-da-raiz, encontrado em maior número e biomassa na soja).

Em geral, a densidade e a biomassa em todos os grupos da macrofauna foram maiores nas pastagens (degradada e renovada) em comparação com áreas de lavoura; os grupos Diplopoda e Chilopoda foram correlacionados com as áreas de pastagens. Houve, ainda, maior biodiversidade e abundância (densidade populacional e biomassa) de minhocas em pastagens do que em soja e cana-de-açúcar. *Pontosclex corethrurus*, espécie peregrina de minhoca, predominou em abundância nas pastagens.

Na pastagem estabelecida (19-20 anos de *B. ruzziensis*), 78,6 % da macrofauna foi composta por insetos, mas apenas 14,6 % eram insetos fitófagos (Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera e Homoptera). Nas áreas de lavoura de soja no verão, os insetos representavam 88 % dos indivíduos (47,9 % fitófagos) encontrados na área de lavoura de 1º ano e 80 % (37 % fitófagos) na área de lavoura de 4º ano. A porcentagem de insetos

sociais (cupins e formigas) na pastagem estabelecida foi de 23,9 % e nas duas áreas de soja (1 e 4-5 anos de cultivo em plantio direto) foi de 18 %.

De maneira geral, concluiu-se que: a) quanto mais recente e intensa a perturbação antrópica, menor foi a população e o número de grupos da macrofauna encontrados (diversidade), independente da cultura (soja ou cana); b) as práticas de manejo usadas para a recuperação de pastagens degradadas podem influenciar na abundância e na diversidade de minhocas; c) a porcentagem de insetos fitófagos foi maior nas áreas com culturas anuais após pastagem do que na pastagem estabelecida; d) a transformação das pastagens em lavouras de soja pode levar a complicações com pragas rizófagas (como percevejos-castanhos) e uma diminuição da população de organismos benéficos (como as minhocas geófagas) no solo.

Preparo do solo X sucessão e rotação de culturas

Foram conduzidos dois estudos: um em latossolo vermelho escuro eutroférico, em Londrina, aproveitando-se dois experimentos pré-existentes de longa duração, com parcelas em diferentes idades de sucessão e rotação de culturas, com plantio direto (PD), preparo convencional (PC) e cultivo mínimo (CM); outro estudo em latossolo vermelho distroférico, em Rolândia, comparando-se quatro áreas: a) fragmento de mata nativa; b) plantio direto consolidado a 34 anos com rotação de culturas; c) plantio direto subsolado a cada seis anos com sucessão de culturas; d) pastagem estabelecida a 30 anos.

Nos ensaios de longa duração na Embrapa Soja (PC, PD e CM com vários esquemas de rotação/sucessão), em vários anos observou-se, na safra de verão, um maior número de espécies no plantio direto em relação ao plantio convencional e ao cultivo mínimo. Quando se comparou a rotação de cultura à sequência soja/trigo (monocultura), observou-se uma pequena diferença apenas no plantio direto. Os “engenheiros do ecossistema” (minhocas, cupins e formigas) foram os principais bioindicadores do plantio direto, mas outros organismos saprófitas e predadores também

estiveram correlacionados com o manejo conservacionista. Percevejos e besouros (alguns praga) e os enquitreídeos foram indicadores de plantio convencional. Na safra de inverno, os resultados foram semelhantes ao verão, porém com uma maior diversidade de organismos indicadores de plantio direto (Coleoptera, Diplopoda, minhoca, cupins, formigas etc) e dois predadores indicadores de plantio convencional (centopéias e diplura). A perturbação do solo (PC e PM vs. PD) polarizou quase toda a fauna do solo (menos lacraias e diplura, pequenos predadores no solo) no plantio direto.

No geral, os resultados demonstram que o efeito das rotações de culturas é bem menor que o efeito do preparo do solo sobre abundância de invertebrados. Na maior parte dos casos, o preparo do solo com arado tem efeito negativo na fauna do solo, com exceção de alguns grupos, aparentemente mais adaptados às condições de perturbação do solo.

O maior número e/ou atividade de organismos predadores, saprófitas e “engenheiros do ecossistema”, em diversos momentos do ano, nos sistemas conservacionistas de manejo do solo, pode alterar o funcionamento desses sistemas, e essas alterações podem levar a um “efeito cascata” sobre a rede trófica no solo, pois esses organismos atuam no topo e na base da pirâmide trófica edáfica.

Fragmentos da Mata Atlântica versus lavoura

Os estudos foram conduzidos em três fragmentos de mata, com diferentes níveis de interferência antrópica: a) Parque Estadual Mata dos Godoy (mais preservada); b) Mata do Ferraz; c) Parque Arthur Thomas (mais perturbada) e em uma área com cultura de soja, adjacente à Mata dos Godoy.

A partir dos levantamentos de macrofauna realizados nessas áreas observou-se que, em geral, a densidade total foi maior nas matas (2.700 a 12.000 indivíduos/m²) que na soja (688 indivíduos/m²).

Também foi confirmado o efeito nocivo da transformação de matas em

agroecossistemas de culturas anuais na biodiversidade. Os grupos com maior diversidade nas Matas foram Coleoptera e Formicidae. A maior riqueza de espécies e abundância de besouros Scarabaeoidea ocorreu no fragmento maior (Mata dos Godoy), considerado mais preservado.

Papel dos grupos-chave: minhocas e corós

De todos os sistemas estudados, as pastagens e as florestas secundárias apresentaram as maiores populações e biomassa de minhocas. Lavouras em PD e CM apresentaram populações maiores de minhocas, tanto em número quanto em biomassa em comparação ao PC.

No Paraná, foram encontradas 55 espécies de minhocas conhecidas (20 exóticas e 35 nativas). As espécies nativas são encontradas em ambientes mais preservados, enquanto as exóticas ocorrem principalmente em ambientes antropizados (especialmente os agroecossistemas).

Nos ensaios de longa duração na Embrapa Soja (no mesmo tipo de solo), encontrou-se uma correlação positiva ($R_2 = 0,45$; $P < 0,05$) entre o teor de C no solo (0 cm-10 cm) e a abundância de minhocas. Usando os dados disponíveis para as áreas de culturas anuais em todo o Paraná ($n = 26$), a correlação foi menor ($R_2 = 0,24$), mas ainda significativa ($P < 0,05$). Esses dados demonstram como a adição de maior quantidade de matéria orgânica ao solo, decorrente da adoção e uso do sistema de PD e rotação de cultura, beneficia as populações de minhocas. Nos ecossistemas mais preservados (mata, pastagem, lavoura em PD e CM) a ausência ou baixa de perturbação física do solo e o constante aporte de material orgânico, tanto na superfície quanto dentro do solo, propicia condições adequadas para o crescimento populacional, a manutenção de altas populações e a atividade de minhocas.

As espécies de corós rizófagos mais comuns nos agroecossistemas de produção de grãos, tais como *Phyllophaga* spp, *Liogenys* spp. e *Plectris pexa* ocorreram tanto em plantio direto quanto convencional. Corós

saprófagos obrigatórios ou facultativos, especialmente os que constróem galerias, foram mais abundantes em áreas de plantio direto. Situações onde a diversidade de espécies no solo diminui, em geral, favoreceram a predominância e o aumento populacional de espécies de corós rizófagas (estritas ou facultativas). Condições ambientais adversas (ex: estiagem e falta de palhada) podem contribuir para que larvas de espécies preferencialmente saprófagas venham a se alimentar de plantas vivas.

Larvas de melolontídeos rizófagos, com 0,8 g a 1 g, podem consumir cerca de 30 vezes a sua biomassa, retornando cerca de 16 % a 20 % desse material ao solo em forma de fezes, podendo, portanto, especialmente quando em alta população, afetar a composição química do solo, principalmente próximo à rizosfera.

O volume total de buracos (galerias)/m² abertos por besouros e/ou larvas de corós que constróem galerias (saprófagos) foi quase 10 vezes maior em áreas de plantio direto que em áreas de manejo convencional. Em áreas altamente infestadas por corós de galeria, especialmente nos locais muito revolvidos pelas larvas e com alta concentração de buracos, o solo apresentou menor saturação com Al, maior saturação de bases, maior pH, maior conteúdo de Ca e K e menor relação C:N referente às áreas com baixa infestação.

Em uma área altamente infestada com corós de galerias, em Lerroville, os indivíduos desse grupo representaram quase 90 % do total da biomassa dos organismos encontrados. A abundância de formigas, milipéias, caracóis e minhocas e a biomassa de minhocas, caracóis e milipéias foi bem maior na área com menor população de corós de galeria. A infestação desses corós saprófitas parece não durar mais do que um ano/safra, e os organismos decompositores e engenheiros edáficos acabam se beneficiando, após o desaparecimento dos corós, do material orgânico e dos nutrientes liberados pela decomposição da palhada incorporada pelos corós.

Devido aos efeitos físicos no solo e a indução de mudanças na

disponibilidade de recursos no agroecossistemas, os corós (besouros e larvas) podem ser considerados “engenheiros de solo”.

Em resumo, constatou-se que “engenheiros do ecossistema” (minhocas, cupins e formigas) apareceram como os principais bioindicadores do sistema de plantio direto. Os outros organismos saprófitas e predadores também estiveram bem correlacionados com o manejo conservacionista. Percevejos e besouros (alguns praga) e os enquitreídeos apareceram como indicadores de plantio convencional.

Algumas espécies de besouros Scarabaeoidea, que se alimentam de fezes e material em decomposição, podem ser possíveis bioindicadores de ambientes perturbados. As espécies de minhocas mais comuns em agroecossistemas (*P. corethrurus* - minhoca mansa, *Dichogaster* e *Amyntas* spp.) também são indicadoras de perturbação.

Referências

ANDERSON J.D.; INGRAM J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2.ed. Wallingford: CAB International. 1993. 171 p.