

**ADOÇÃO DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS BASEADO NA PERCEPÇÃO E  
EDUCAÇÃO AMBIENTAL****Nathália Leal Carvalho, Afonso Lopes Barcellos**<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Universidade de Passo Fundo.Email: [nathaliinha@gmail.com](mailto:nathaliinha@gmail.com)<sup>1</sup> Graduando de Ciências Contábeis, Universidade Norte do Paraná, Polo Tupanciretã. Email:[lopesdelopes@hotmail.com](mailto:lopesdelopes@hotmail.com)**Resumo**

Exterminar totalmente os insetos nocivos! Este foi o objetivo da entomologia aplicada a partir dos anos 40. Apesar de radical acreditava-se na sua exequibilidade em virtude do desenvolvimento de novos inseticidas, como o DDT e o BHC, produtos baratos e de largo espectro que qualquer consideração de ordem econômica era irrelevante. Com o passar do tempo, o uso indiscriminado de pesticidas provocou sérias perturbações no meio ambiente como: a seleção de indivíduos resistentes, ressurgimento de espécies controladas, surtos de pragas de importância secundária, diminuição da população de insetos benéficos, efeitos deletérios em animais selvagens e domesticados, inclusive ao homem, e o acúmulo de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos. Devido a esses problemas tivemos o desenvolvimento da teoria do controle biológico, com seus predadores, parasitas e métodos de controle populacional e do conceito da manutenção de insetos em níveis economicamente toleráveis, por meio do manejo do ecossistema, baseado num maior conhecimento de ecologia aplicada e de dinâmica populacional. Esses dois enfoques, aparentemente distantes um do outro, têm ponto comum na percepção de que predadores e parasitas só podem sobreviver caso a presa também sobreviva. Forjou-se, assim, um conceito baseado na conscientização e preocupação ambiental, o qual se deu o nome de controle integrado. Este controle não deve ser visto como a simples justaposição de duas técnicas de controle (como os controles químicos e biológicos) mas sim, como a integração de técnicas apropriadas de manejo. Assim, falhas em alguns programas de erradicação química, ordem econômica e uma maior consciência ecológico-social fizeram com que, a abordagem do controle integrado fosse aceita. Atualmente com a preocupação sobre os efeitos nocivos a organismos não alvo e ao meio ambiente, uma filosofia ainda mais abrangente, chamada manejo integrado de pragas – MIP, começou a ser percebida e sentida e está ganhando cada vez mais adeptos visando uma produção ecologicamente correta e sustentável.

**Palavras chave:** Conscientização, conservação, inseticidas, impacto ambiental.**Abstract**

Complete extermination of the pests! This was the goal of applied entomology from 40 years. Although believed to be radical in its feasibility with the development of new insecticides such as DDT and BHC, cheap, broad-spectrum that any consideration of the economic order was irrelevant. Over time, the indiscriminate use of pesticides has caused serious disruptions in the environment such as the selection of resistant individuals, the resurgence of species controlled, pest outbreaks of secondary importance, shrinking populations of beneficial insects, harmful

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFESM (e-ISSN: 2236-1170).**

effects on wildlife and domesticated animals, including man, and the accumulation of toxic residues in soil, water and food. Because of these problems we develop the theory of biological control with predators, parasites and methods of population control and the maintenance concept of insects in economically tolerable levels, through ecosystem management, based on increased knowledge of applied ecology and population dynamics. These two approaches, seemingly distant from each other, have common point in the perception that predators and parasites can only survive if the prey also survive. Forged, therefore, a concept based on the awareness and environmental concern, which gave the name of integrated control. This control should not be seen as the juxtaposition of two control techniques (such as chemical and biological controls) but, as the integration of appropriate management techniques. Thus, failures in some chemical eradication programs, an economic and a social-ecological awareness have led to the integrated control approach was accepted. Currently the concern about the harmful effects to non-target organisms and the environment, a more comprehensive philosophy, called integrated pest management - IPM began to be perceived and felt, and is gaining more adherents in order to produce an environmentally friendly and sustainable.

**Keywords:** awareness, conservation, insecticides, environmental impact.

### **Introdução**

Nos dias atuais, devido a vários problemas como a resistência de pragas a diversos pesticidas, aparecimento de pragas que até então eram desconhecidas ou consideradas secundárias, efeitos adversos sobre inimigos naturais, abelhas e demais polinizadores, peixes, animais silvestres, mamíferos e efeitos tóxicos ao homem e ao meio ambiente causado pelo abusivo uso de pesticidas mudou-se o conceito sobre o conceito de controle de pragas, baseado em uma preocupação ambiental e uma produção mais limpa surgiu um novo conceito para o controle de pragas, visando a minimização de todos esses problemas (GALLO et al., 2002)

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) foi idealizado e desenvolvido por entomologistas. As dificuldades encontradas para sua implantação na área de insetos são consequência, dentre outras razões, da pouca atenção dada aos problemas e anseios do produtor (MORSE & BUHLER, 1997). Essas razões, de modo geral, são de forma que de fundo, uma vez que a filosofia do MIP tem fundamento teórico quando aplicada ao manejo de insetos (MORSE & BUHLER, 1997; KOGAN 1998).

Inúmeras definições de MIP existem na literatura. Implícita na maioria delas está à noção de que a filosofia do MIP abrange duas faces distintas: a integração e o manejo. A integração é entendida como o uso harmônico de múltiplas táticas de proteção de plantas e o manejo referem-se a um conjunto de regras (idealmente baseadas em considerações econômicas, sociais e ambientais) que orientam a tomada de decisão (geralmente pulverizar ou não um defensivo químico), com objetivo de manter a população do organismo nocivo abaixo de um limiar predeterminado (KOGAN, 1998). O contínuo processo de tomada de decisão, inerente ao conceito de manejo, implica no uso de uma tecnologia de intervenção capaz de reduzir instantaneamente a população do organismo nocivo, isso é conseguido quase que exclusivamente por meio da aplicação de defensivos químicos (PEDIGO, 2001).

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFESM (e-ISSN: 2236-1170).**

A integração depende da disponibilidade de tecnologias adequadas e sua implantação, nesse caso, resume-se a questões práticas e econômicas, geralmente dentro do conhecimento do produtor (MORSE & BUHLER, 1997). A implantação do manejo, ao contrário, é mais exigente em conhecimento e suas interações (NORTON & MUMFORD, 1993). Esse conhecimento nem sempre está disponível e muitas vezes tem um nível de complexidade elevado demais para ser assimilado pelo produtor (PEDIGO, 2001). Adicionalmente, o manejo requer um monitoramento constante da população de insetos nocivos e de seus inimigos naturais, com inúmeras tomadas de decisão por parte do produtor durante o ciclo da cultura (NORTON & MUMFORD, 1993; PEDIGO & ZEISS, 1996). A interação, ao contrário, é mais simples e requer ações concentradas num curto espaço de tempo; pouco se sabe, sobre a combinação harmônica das diferentes táticas de manejo para diferentes pragas e situações de produção; modelos de simulação, poderiam ser de grande utilidade.

Zadoks (2001), didaticamente, separa as táticas de controle úteis para os programas de MIP em três categorias, chamadas de prevenção (antes do plantio), intervenção (durante o desenvolvimento da cultura) e de processamento (durante e após a colheita). Novas tecnologias com potencial de emprego em programas de MIP foram publicadas (KOGAN, 1998; PEDIGO, 2001; ZADOKS, 2001).

O uso indiscriminado de pesticidas provocou sérias perturbações no meio ambiente como: a seleção de indivíduos resistentes, ressurgimento de espécies controladas, surtos de pragas de importância secundária, diminuição da população de insetos benéficos, efeitos deletérios em animais selvagens e domesticados, inclusive ao homem, o acúmulo de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos, falhas em programas de erradicação química, problemas de ordem econômica, uma maior consciência ecológico-social, preocupação sobre os efeitos nocivos a organismos não alvo e ao meio ambiente (PEDIGO, 2001). Baseado na percepção, conscientização, educação e preocupação ambiental esses problemas, fizeram com que o MIP fosse aceito e desejado e está ganhando cada vez mais adeptos visando uma produção ecologicamente correta e sustentável (KOGAN 1998).

A filosofia de MIP foi adotada por praticamente todos os centros internacionais de agricultura, pela FAO, por muitos governos, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento, e, foi recomendada pela Conferência sobre o Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (Agenda 21, Rio de Janeiro, 1992).

O MIP não é um dogma. Conceitos e ações que parecem racionais para o cientista podem parecer irracionais para o produtor, o sucesso ou fracasso de uma estratégia de manejo deve ser avaliado em função do número de produtores que adotarem (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Dizer que os produtores querem adotar o MIP é tarefa difícil porque eles não querem monitorar seus campos periodicamente à procura de pragas; quantificar periodicamente a incidência de diferentes insetos e o dano causado pelas pragas; depender de um limiar de ação que pode ser excedido antes de ser possível a implantação da tática adequada de manejo; trocar a segurança de um calendário fixo de pulverizações por um esquema que exige mais atenção e trabalho e envolve maior risco; perder feriados e fins de semana porque o limiar de ação foi excedido e a pulverização é inadiável (APPLE, 1977).

Em diversos países, principalmente nos Estados Unidos, O MIP é realidade para diversas culturas, existindo programas bastante aperfeiçoados, onde os agricultores têm condições de fazer previsões sobre a ocorrência de problemas fitossanitários, em função das condições

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

climáticas, e aplicar esquemas de monitoramento adequados com níveis de precisão aceitáveis, e assim adotar ou não estratégias de controle. Estudos realizados neste País, apontaram as vantagens econômicas e a resistência a inseticidas como os principais estímulos para a adoção do MIP, e como principais obstáculos os de caráter técnico, financeiro, educacional, de organização e social. Dentre os obstáculos técnicos, o monitoramento e a determinação dos níveis de ação são os principais entraves (PEDIGO, 2001).

No Brasil, programas de MIP estão implementados para algumas culturas de importância econômica, a exemplo da soja, algodão, citros, dentre outras frutíferas, com resultados promissores implicando em redução do número de aplicações, refletindo em economia para o agricultor e minimização de efeitos adversos ao meio ambiente. Mas, os entraves são basicamente os mesmos já citados para os USA (EMBRAPA, 2011). Assim, nem sempre dados básicos, que geralmente requerem vários anos de observações em campo, para o estabelecimento de suas etapas (nível de dano econômico para tomada de decisão) são obtidos para as nossas condições, sendo, em muitos casos importados de trabalhos estrangeiros, com níveis de precisão incertos (EMBRAPA, 2011). Com objetivo, de esclarecer as principais etapas para o desenvolvimento e implementação do MIP, seus conceitos e, na medida do possível, estabelecer uma análise crítica sobre o assunto, procedeu-se a pesquisa.

### **O que é o MIP**

No passado, o controle de pragas baseava-se no método de aplicação em larga escala e continuada de inseticidas, devido ao baixo custo e largo espectro. Entretanto, com o tempo verificou-se que essa prática era inadequada por provocar contaminação no agroecossistema causando desta maneira, seu desequilíbrio. Espécies tornaram-se resistentes com o conseqüente ressurgimento de espécies previamente controladas, surtos epidêmicos de pragas historicamente de importância secundária e redução da população de insetos benéficos. Além disto, passaram a ser observados efeitos deletérios em animais selvagens, domesticados, homem, bem como acúmulo de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos (ZAMBOLIM & JUNQUEIRA, 2004).

Entretanto, progressos eram obtidos durante esse período devido: a formulação da teoria do controle biológico, com seus predadores, parasitas e métodos de controle populacional e o conceito da manutenção dos insetos em níveis economicamente toleráveis, por meio do manejo do ecossistema, baseado num maior conhecimento de ecologia aplicada e de dinâmica populacional. Nas décadas de 50 e 60, surgiu o conceito integrado de controle de pragas, cuja característica é empregar com maior amplitude as táticas de controle dos agentes nocivos.

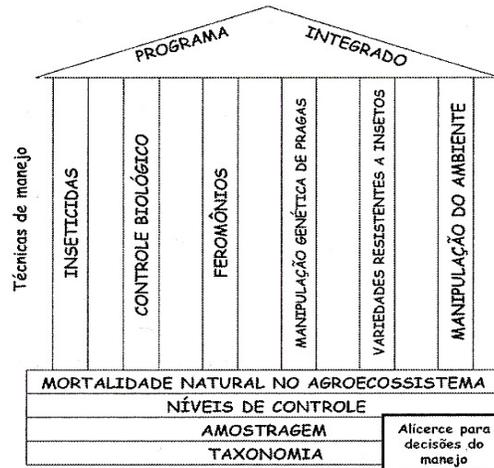
De acordo com Stern et al. (1959), entende-se por controle integrado, como “o controle aplicado de pragas que combina e integra os controles químico e biológico”. Com o passar dos tempos, esse conceito tornou-se mais abrangente, até chegar à definição adotada pela FAO (1968): Controle integrado é definido como um sistema de manejo de organismos nocivos que utiliza todas as técnicas e métodos apropriados da maneira mais compatível possível para manter as populações de organismos nocivos em níveis abaixo daqueles que causam injúria econômica. Por esta definição, o controle integrado visa a integração de todas as técnicas apropriadas de manejo com os elementos naturais limitantes e reguladores do ambiente.

Neste período, surgiu uma consciência ecológico-ambiental, em função muitos programas de erradicação química não terem tido resultados satisfatórios. Então, começou a ser

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFSC (e-ISSN: 2236-1170).**

desenvolvida uma filosofia ainda mais abrangente, denominada de Manejo Integrado de Pragas, o MIP (ZAMBOLIM & JUNQUEIRA, 2004).

O termo Manejo implica na utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do limiar de dano econômico e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao meio ambiente (GALLO et al., 2002). (Figura 1).



**Figura 1:** Bases e pilares de um programa de manejo integrado de pragas. Fonte Gallo et al., 2002.

Ainda no final da década de 60, foi emitido o conceito de limiar econômico de dano (LED) como sendo “a menor densidade populacional que causa dano econômico” (STERN et al., 1959; ZADOKS, 1985). Na década de 80, o LED foi refinado por vários autores, inclusive por Mumford & Norton (1984), que o definem como “o nível de ataque do organismo nocivo, no qual o benefício do controle iguala seu custo”. Portanto, o controle integrado se diferencia do manejo integrado, devido ao fato de o primeiro LED ser função apenas de considerações econômicas e o segundo não só de considerações econômicas, mas também de aspectos ecológicos, de difícil quantificação. Além disto, no manejo integrado, há que se considerar o aspecto sociológico, isto é toda e qualquer medida a ser adotada deve buscar o bem estar da sociedade que irá consumir os produtos agrícolas produzidos (ZAMBOLIM & JUNQUEIRA, 2004).

Kogan (1984) definiu Manejo Integrado como: “a escolha e o uso inteligente de táticas de controle que produzirão consequências favoráveis dos pontos de vista econômico, ecológico e sociológico”. Portanto, o Manejo Integrado é a otimização do controle de pragas de maneira lógica, tanto econômica quanto ecologicamente. Isso é conseguido por meio do uso compatível de diversas táticas, de modo a manter a redução da produção abaixo do limiar de dano econômico, sem, ao mesmo tempo, prejudicar o homem, os animais, as plantas e o ambiente. Na produção vegetal, o Manejo Integrado deve assegurar uma agricultura forte e um ambiente viável. Na saúde pública, deve assegurar a proteção do homem e de seus animais domésticos, além de manter adequado, o ambiente onde vivem (ZAMBOLIM & JUNQUEIRA, 2004).

As décadas de 80 e 90 têm testemunhado importantes avanços na aceitação da filosofia do manejo integrado de pragas e doenças (ZADOKS, 1993). Entretanto, apesar de ser pedra

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

fundamental do controle e do Manejo Integrados, o LED, em qualquer das duas abordagens, no controle de pragas, raramente tem sido cientificamente estimado. Nem sempre há relação entre intensidade do patógeno e dano. Dano é entendido como sendo redução na produção. Portanto, a determinação da função de dano é imprescindível, mas difícil (PEDIGO, 2001).

O Manejo Integrado envolve três aspectos principais: determinar como o ciclo vital de um patógeno precisa ser modificado, de modo a mantê-lo em níveis toleráveis, ou seja, abaixo do limiar de dano econômico; combinar o conhecimento biológico com a tecnologia disponível para alcançar a modificação necessária, ou seja, exercer a ecologia aplicada; desenvolver métodos de controle adaptados às tecnologias disponíveis e compatíveis com aspectos econômicos e ecológico-ambientais, ou seja, conseguir aceitação econômica e social (GEIER, 1966).

No Manejo Integrado, procura-se evitar o que se denomina de síndrome do pesticida. Neste contexto, a falha do controle químico é remediada pela intensificação do próprio controle químico. Há também a síndrome da resistência. Há ainda dois outros limiares, pertinentes à filosofia do manejo integrado de acordo com (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

Seja qual for o sistema a ser adotado, se manejo integrado de pragas o que se procura é a obtenção de: maior estabilidade da produção; padronização de procedimentos de controle integrado; exploração de novas áreas agricultáveis ou a exploração de áreas velhas com novas culturas; maiores rapidez e flexibilidade na resposta a surtos epidêmicos de pragas; menor agressão ao meio ambiente. Portanto, há inúmeras razões para se preferir manejo a controle (PEDIGO, 2001). Entre as razões: controle transmite a ideia de um grau de dominância sobre o agroecossistema que é inatingível pelo homem; controle dá ao agricultor uma impressão de falha do sistema quando a praga, previamente controlada, volta ao nível de dano; o agricultor nem sempre tem em mente que medidas de controle são aplicadas para reduzir o dano e não para destruir os organismos causais; manejo, ao contrário de controle, admite que os patógenos são componentes inerentes do agroecossistema e que devem ser tratados numa base racional e contínua; manejo, ao contrário de controle, baseia-se no princípio de se manter a doença abaixo do limiar de dano econômico ou de, pelo menos, minimizar ocorrências acima daquele limiar (ZAMBOLIM E JUNQUEIRA, 2004).

### **Conceitos Básicos**

#### *Amostragem*

A amostragem é um aspecto fundamental para o desenvolvimento de programas de MIP, sendo fundamental nas etapas de avaliação do ecossistema como para o monitoramento visando a tomada de decisão sobre a necessidade ou não de controle da praga e quando intervir no agroecossistema (COSTA, 2008).

Existem várias técnicas de amostragem, mas a método deve ser rápido, simples de executar, fornecer uma avaliação o mais próximo possível da situação real e ser facilmente correlacionável com os objetivos a serem alcançados (PEDIGO, 2001). Então, os objetivos podem determinar os métodos usados, sendo fundamental que estejam claramente definidos (Figura 2).

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFSC (e-ISSN: 2236-1170).

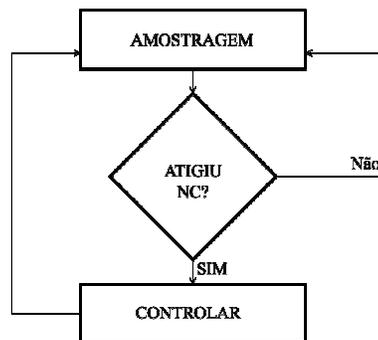


Figura 2: Tomada de decisão em MIP. Fonte GALLO et al., 2002.

No MIP, tanto estudos intensivos como extensivos são fundamentais. Estudos intensivos envolvem observações contínuas de uma população numa mesma área, permitindo elaborar tabelas de vida (sobre estágios sucessivos de desenvolvimento) ou determinar os fatores que causam as maiores flutuações no tamanho da população e aqueles que a regulam, apresentando geralmente objetivos mais específicos, como determinação da taxa de parasitismo, taxa de dispersão, etc., geralmente nestes casos os níveis de precisão requeridos são maiores (GALLO et al., 2002). Estudos extensivos são voltados para distribuição de espécies de insetos ou para prever danos, bem como para a aplicação de medidas de controle (COSTA, 2008).

*Limiar de dano econômico (LDE)*

O conceito de LDE é a perda fundamental tanto do controle quanto do manejo integrado (ZADOKS, 1985). Foi inicialmente, definido por Stern et al.(1959) como “ a menor densidade populacional que causa dano econômico” e refinado por vários autores nas últimas décadas, inclusive por Muford & Norton (1984), que definem como “ o nível de ataque do organismo nocivo no qual o benefício do controle se iguala seu custo”. Apesar de ser pedra fundamental do controle e do manejo integrado, o limiar de dano econômico, pelo menos na área entomológica raramente tem sido estimado.

LDE é definido como “o nível de ataque do organismo nocivo no qual o benefício se iguala ao custo” (MUMFORD & NORTON, 1984).

É conveniente lembrar que o conceito de LDE foi desenvolvido tendo em mente o patossistema único (uma praga de cada vez), situação que raramente ocorre no campo, onde a ocorrência é simultânea numa mesma planta, de diversos patógenos e pragas (ZADOKS, 2001). A aplicação do conceito de LDE no patossistema múltiplo apresenta inúmeros problemas de difícil solução (ZADOKS, 1985), a começar pela quantificação das várias pragas que ocorrem no mesmo tempo numa mesma planta. Outro problema é a provável ocorrência de interações entre pragas com relação à produção (PEDIGO, 2001).

Na área entomológica é comum o LDE ser expresso em número de ovos ou número de larvas jovens de determinado inseto por planta (KOGAN, 1998). Quando o limiar de ação é alcançado, pulveriza-se a cultura com um pesticida adequado e o dano que ocorreria na ausência do tratamento seria evitado, uma vez que nem os ovos nem as larvas jovens causariam dano à cultura (BACKMAN & EJACOB, 1996).

Na prática, o manejo integrado envolve três principais ações (GEIR, 1966): determinar como ciclo vital de um patógeno precisa ser modificado, de modo a mantê-lo em níveis toleráveis,

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

ou seja, abaixo do limiar de dano econômico; combinar o conhecimento biológico com tecnologia disponível para alcançar a modificação necessária, ou seja, exercer a ecologia aplicada; e desenvolver métodos de controle adaptados às tecnologias disponíveis e compatíveis com aspectos econômicos e ecológico-sociais, ou seja, conseguir aceitação econômica e social (GUEDES et al., 2000). Atualmente o MIP leva em conta as preocupações econômicas, dos produtores, da ecologia, da sociedade e do meio ambiente. Isso é conseguido por meio do uso compatível de diversas táticas, de modo a manter a redução abaixo do limiar de dano econômico, sem, ao mesmo tempo, prejudicar o homem, os animais, as plantas e o ambiente, ou, ainda na produção vegetal, o manejo integrado deve assegurar uma agricultura forte e um ambiente viável. Na saúde pública, deve assegurar a proteção do homem e de seus animais domésticos, além de manter adequado o ambiente onde vivem (PEDIGO, 2001).

Preocupa-se com o manejo integrado, evitar o uso repetitivo de pesticidas. Neste contexto, a falha do controle químico é remediada pela intensificação do próprio controle químico. Há também a resistência (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

*Limiar de ação (LA)*

O LA é definido como a severidade de patógenos na qual medidas de controle necessitam ser tomadas para impedir que o limiar de dano econômico seja excedido (BACKMAN & EJACOB, 1996). O Limiar de aviso tem por objetivo dar tempo ao agricultor para que o produto químico a ser aplicado seja comprado e as máquinas preparadas, no caso específico de uma ação de controle químico (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

*Manejo integrado da cultura (MIC)*

Uma ampliação do escopo do Manejo Integrado proposta é o Manejo Integrado da Cultura (MIC) (FAO, 1991). O "Manejo integrado da cultura envolve todas as atividades do sistema de produção e é composto por diversas atividades de manejo, cada uma focalizando um aspecto particular do sistema, como manejo integrado de pragas, manejo integrado de nutrientes, manejo integrado da água, etc. O manejo integrado da cultura trata do manejo do sistema de produção e visa otimizar o uso dos recursos naturais, reduzir o risco para o ambiente e maximizar a produção. Os objetivos de um determinado sistema de manejo são dependentes dos recursos naturais, socioeconômicos e tecnológicos e de suas inter-relações".

Seja qual for o sistema a ser adotado, se MIP ou um sistema mais abrangente de manejo integrado da cultura, o que se procura é a obtenção de: maior estabilidade da produção; padronização de procedimentos de controle integrado; exploração de novas áreas agricultáveis ou a exploração de áreas velhas com novas culturas; maiores rapidez e flexibilidade na resposta a surtos epidêmicos de pragas e patógenos; menor agressão ao meio ambiente. A ciência entomológica sempre esteve mais próxima da filosofia do controle integrado que da erradicação (GALLO et al., 2002). Desde a década de 20, Fawcett & Lee (1926) lançaram a seguinte frase: "Na prevenção e no tratamento de patógenos, dois aspectos devem sempre ser considerados: a eficiência dos métodos e seus custos. É óbvio que o custo do método empregado deve ser menor que o prejuízo causado pela doença". Esta frase escrita há quase 78 anos antecipa o aspecto econômico, uma das ideias básicas do controle integrado. Portanto, há inúmeras razões para se preferir manejo a controle (BACKMAN & EJACOB, 1996). Entre as razões: controle transmite a ideia de um grau de dominância sobre o agroecossistema que é inatingível pelo homem; controle dá ao agricultor uma impressão de falha do sistema quando a doença, previamente controlada, volta ao nível de dano; o agricultor nem sempre tem em mente que medidas de controle são

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

aplicadas para reduzir o dano e não para destruir os organismos causais; manejo, ao contrário de controle, admite que os patógenos são componentes inerentes do agroecossistema e que devem ser tratados numa base racional e contínua; manejo, ao contrário de controle, baseia-se no princípio de se manter a praga abaixo do limiar de dano econômico ou de, pelo menos, minimizar ocorrências acima daquele limiar (GUEDES et al., 2000). Sugere, portanto, a necessidade de contínuo ajuste do sistema; manejo, por se basear no conceito de limiar de dano econômico, enfatizando a minimização do dano em detrimento da erradicação total e estando, assim, menos sujeito a mal entendidos (APPLE, 1977).

*Resistência*

A resistência é o desenvolvimento de uma habilidade em uma linhagem de um organismo em tolerar doses de tóxicos que seriam letais para a maioria da população normal (suscetível) da mesma espécie. A resistência é uma característica hereditária, e um termo que se aplica intra-especificamente. O processo determinante no desenvolvimento da resistência é a pressão contínua de seleção, ou seja, o uso frequente de um determinado pesticida (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Trata-se de um caso típico de evolução Darwiniana; ou seja, a aplicação constante de um mesmo produto químico aumenta a frequência relativa de alguns indivíduos "pré-adaptados" presentes em uma população. No início da evolução da resistência, estima-se que a frequência de alelos que conferem a resistência numa população é bastante baixa (de 10<sup>-2</sup> a 10<sup>-13</sup>) (ROUSH & MCKENZIE, 1987). Com o uso contínuo de um mesmo produto, a frequência de resistência poderá alcançar níveis em que a eficácia do produto é comprometida devido à resistência (ROUSH, 1989).

A resistência em um determinado organismo pode ser manifestada para dois ou mais compostos químicos distintos através da resistência cruzada ou resistência múltipla. A resistência cruzada refere-se aos casos em que um único mecanismo de resistência confere resistência a dois ou mais compostos químicos (produtos estes geralmente relacionados; por ex., deltametrina e permetrina que são produtos do grupo dos piretróides) (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Já a resistência múltipla ocorre quando pelo menos dois diferentes mecanismos de resistência coexistentes conferem resistência a dois ou mais compostos químicos (produtos estes geralmente não relacionados) (ROUSH, 1989; CROFT, 1990).

A evolução da resistência de pragas a pesticidas tem se tornado um dos grandes entraves em programas de controle de pragas envolvendo o uso de produtos químicos. O primeiro caso de resistência de uma praga a um pesticida foi documentada em piolho-de-São-José (*Quadraspidotus perniciosus*), resistente ao enxofre nos Estados Unidos em 1908 (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Os casos reportados de resistência se intensificaram com a introdução dos inseticidas organo-sintéticos ao redor de 1940. Mais de 500 espécies de insetos e ácaros resistentes a pelo menos uma classe de composto químico já foram documentadas até o início da década de 90 (GEORGHIU & LAGUNES-TEJEDA, 1991). A resistência já foi detectada para praticamente todos os grupos de pesticidas, incluindo DDT, ciclodienos, organofosforados, carbamatos, piretróides etc. O problema tem sido relatado inclusive para os produtos mais recentes do grupo dos reguladores de crescimento de insetos e de origem microbiana como *Bacillus thuringiensis* e *Baculovirus Anticarsia* (ROUSH, 1989; DENNEHY & OMOTO, 1994).

Dentre as consequências drásticas da evolução da resistência estão a aplicação mais frequente de pesticidas; aumento na dosagem do produto; uso de misturas indevidas de produtos e substituição por um outro produto, geralmente de maior toxicidade (GEORGHIU, 1983). Esses

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

fatores comprometem os programas MIP em vista da maior contaminação do meio ambiente com pesticidas, destruição de organismos benéficos, e elevação nos custos de controle da praga. Sabe-se também que a descoberta e o desenvolvimento de uma nova molécula química estão se tornando cada vez mais difíceis e caros. Sendo assim, o manejo da resistência de artrópodes a produtos químicos tem se tornado um importante componente do MIP e vice-versa (GEORGHIOU, 1983; SAWICKI, 1987; CROFT, 1990; DENHOLM & ROLLAND, 1992).

Os principais mecanismos pelos quais os insetos podem expressar a resistência são a redução na penetração cuticular do produto, aumento na destoxificação metabólica e redução na sensibilidade do sítio de ação (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Outros mecanismos pelo qual os artrópodes podem expressar a resistência são: sequestro do produto em alguns tecidos do organismo, aumento na excreção ou por comportamento (por ex.: repelência) (GEORGHIOU, 1983).

Os indivíduos resistentes devido à redução na penetração cuticular recebem uma menor quantidade de tóxico no sítio de ação do produto. Geralmente confere baixa intensidade de resistência (de 2 a 4 vezes) (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Potencialmente pode conferir resistência para todas as classes de pesticidas. Em alguns casos, a resistência pode ser vencida com o uso de um adjuvante apropriado (por ex.: óleo ou surfactante) (GEORGHIOU, 1972).

Os principais fatores que afetam a evolução da resistência de artrópodes a pesticidas têm sido agrupados em: genéticos, bioecológicos e operacionais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Estratégias químicas para o manejo da resistência, GEORGHIOU, 1983.

---

**A. Fatores Genéticos**

- Número de alelos resistentes
- Frequência e intensidade da resistência
- Dominância dos alelos resistentes
- Aptidão relativa dos indivíduos resistentes

**B. Fatores Bioecológicos**

- Número de gerações por ano
- Taxa de reprodução
- Modo de reprodução
- Mobilidade da espécie
- Hábito alimentar da espécie
- Presença de refúgio para a população susceptível
- Presença de inimigos naturais efetivos da praga

**C. Fatores Operacionais**

*1. Característica do composto químico*

- Grupo químico
- Persistência
- Seletividade
- Formulação

*2. Características da aplicação*

- Nível de controle
  - Método de aplicação
  - Estratégia para o uso de produtos químicos
-

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

Desses fatores, os genéticos e bioecológicos são de difícil manipulação para o manejo da resistência, porém de grande importância na avaliação de potencial de risco da resistência. Sendo assim, apenas os fatores operacionais podem ser manipulados pelo homem na implementação de estratégias de manejo da resistência (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Uma característica da resistência é que os indivíduos resistentes apresentam um custo adaptativo pelo menos no início da evolução da resistência; ou seja, os resistentes são menos aptos que os suscetíveis quando o produto químico não é utilizado (GEORGHIOU, 1983). Este menor valor adaptativo dos indivíduos resistentes pode estar associado a uma menor viabilidade total, menor fecundidade, maior tempo para o desenvolvimento, menor competitividade para o acasalamento, maior suscetibilidade aos inimigos naturais etc. (GEORGHIOU, 1972; ROUSH & MCKENZIE, 1987). Sendo assim, o restabelecimento da suscetibilidade pode ser observado em situações em que um determinado produto não é utilizado por um certo intervalo de tempo. A imigração de indivíduos suscetíveis de áreas não-tratadas para as tratadas pode contribuir na diluição da resistência. A rapidez com que este restabelecimento se processa depende de vários fatores, dentre estes, a espécie de inseto ou ácaro, o produto químico, o mecanismo de resistência, e o ecossistema. A instabilidade da resistência tem sido explorada em estratégias de manejo da resistência através da rotação de produtos (DENNEHY & OMOTO, 1994).

Os programas de manejo da resistência são mais efetivos quando implementados de modo preventivo, ou seja, no início da evolução da resistência. Infelizmente, a maioria das pesquisas nesta área são iniciadas somente após a constatação de falhas no controle de uma praga com o uso de um determinado produto químico (GEORGHIOU, 1983; ROUSH & DALY 1990). Sem dúvida, os fracassos no controle podem estar associados à calibragem deficiente dos equipamentos de pulverização ou aplicação em alta densidade populacional da praga. Outros fatores que podem comprometer a eficácia de pesticidas incluem as aplicações em condições meteorológicas desfavoráveis, formulação inadequada, dosagem incorreta, pH da calda de aplicação, efeito sobre os organismos benéficos, e evolução da resistência de pragas a pesticidas (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996). Para comprovar se a resistência é um dos fatores influentes no desempenho de um produto no controle de uma determinada praga, há necessidade de se realizar estudos laboratoriais para avaliar a suscetibilidade de populações da praga ao produto em questão (CROFT, 1990; DENHOLM & ROLLAND, 1992).

É indiscutível a grande habilidade com que os insetos e ácaros se adaptam a diferentes agentes de controle. Sendo assim é importante definir como um determinado produto deve ser utilizado para que a resistência não se torne um problema. O manejo da resistência envolve um esforço interdisciplinar com o objetivo de prevenir, retardar ou reverter a evolução da resistência em pragas e promovê-la em inimigos naturais (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

Georghiou (1983) divide as estratégias de manejo da resistência em três grupos, manejo por moderação, manejo por saturação e manejo por ataque múltiplo.

O princípio básico no manejo por moderação está na redução da pressão de seleção para preservar os indivíduos suscetíveis em uma determinada população. Algumas recomendações dentro desta estratégia incluem a aplicação menos frequente de pesticidas, controle em reboleiras (quando viável), manutenção de áreas não tratadas para servir de refúgio aos indivíduos suscetíveis e aplicação do produto no estágio mais vulnerável da praga (CROFT, 1990).

O grande desafio está na implementação destas estratégias em diversos ecossistemas. As dificuldades na implementação de estratégias de manejo da resistência envolvem: necessidade de

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

um esforço conjunto entre agricultores, indústrias químicas e pesquisadores, realização de experimentos em larga escala e por um período prolongado, alta mobilidade de algumas espécies de praga, necessitando assim de uma cooperação a nível regional, e regulamentação de uso de Pesticidas (ROUSH, 1989; CROFT, 1990; DENHOLM & ROLLAND, 1992; DENNEHY & OMOTO, 1994). Avanços recentes na área de manejo da resistência de pragas a pesticidas no Brasil estão ligados com a formação de pesquisadores especializados em diversas instituições de pesquisa e ensino (EMBRAPA, Instituto Biológico, IAC, ESALQ, UFV e outros) e a formação de um Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas (IRAC-BR) desde 1997. Esse comitê é composto por representantes de várias indústrias químicas e tem por objetivo manter todas as classes de inseticidas e acaricidas como viáveis opções de controle, através de um programa de parceria com instituições de pesquisas, extensionistas e produtores para o uso de pesticidas de maneira sustentável (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

*Controle biológico (CB)*

Nos últimos anos, especialmente após a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), a humanidade tem-se mostrado preocupada, de forma crescente, com os problemas de conservação da qualidade do meio ambiente provocados por uma ampla gama de atividades humanas, incluindo os relacionados à exploração agropecuária. Essa preocupação tem resultado na busca pelo setor agropecuário de tecnologias para a implantação de sistemas de produção de enfoque ecológico, rentáveis e socialmente justos. Como resposta a essa demanda, a pesquisa científica tem avançado no desenvolvimento de soluções tecnológicas para uma agricultura sustentável (MENEZES, 2006). A agricultura sustentável, produtiva e ambientalmente equilibrada, apoia-se em práticas agropecuárias que promova a agrobiodiversidade e os processos biológicos naturais, baseando-se no baixo uso de insumos externos (SANTOS, 2011). Infere-se daí que o controle biológico é uma alternativa promissora para o manejo de pragas em sistemas agrícolas sustentáveis, visto constituir-se num processo natural de regulação do número de indivíduos da população da praga por ação dos agentes de mortalidade biótica, os quais são também denominados de inimigos naturais ou agentes de controle biológico (MENEZES, 2006).

O termo Controle Biológico foi empregado pela primeira vez em 1919, por H.S. Smith, para designar o uso de inimigos naturais para o controle de insetos-praga. Posteriormente essa expressão foi usada para designar todas as formas de controle, alternativas aos produtos químicos, que envolvessem métodos biológicos (SANTOS, 2011). Assim, o CB denominava técnicas tão diversas como o uso de variedades resistentes, rotação de culturas, antecipar ou retardar as épocas de plantio e colheita, queima de restos de culturas, destruição de ramos e frutos atacados, uso de atraentes e repelentes, de feromônios e de armadilhas (COSTA et al., 2008).

O CB pode ser considerado como um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade natural nos agroecossistemas e na manutenção do nível de equilíbrio das pragas. Dentre tais inimigos naturais bastante diversificados estão incluídos os vírus, fungos, bactérias, nematóides, protozoários, ácaros, aranhas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Os animais insetívoros, todos os vertebrados, não são usados em controle biológico pelo homem, pelo fato de diminuir a população de insetos (SANTOS et al., 2011).

Este controle foi utilizado, primeiramente, para controlar insetos, ácaros e plantas daninhas. Com o passar do tempo, a aplicação desse método foi se tornando cada vez mais

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

eficiente, passando a incluir outros grupos de seres vivos considerados alvos, como os invertebrados e outros tipos de patógenos de plantas (MENEZES, 2006).

Em MIP, devem ser adotados os procedimentos básicos de CB, quais são, introdução, conservação e multiplicação, cada um deles representará um tipo de CB, CB clássico, CB natural e CB aplicado, respectivamente (GALLO et al., 2002)

O CB cada vez mais assume grande importância, do nível de controle e de amostragem, na sustentação de qualquer programa de MIP, principalmente para uma agricultura sustentável (SANTOS et al., 2011). E deve ser usado como alicerce em programas modernos de controle de pragas juntamente com o NC, amostragem e taxonomia, pois os inimigos naturais mantêm as pragas em equilíbrio, sendo um dos responsáveis pela mortalidade natural no agroecossistema (GALLO et al., 2002)

### **Etapas de um programa de MIP**

Para o desenvolvimento e implantação do MIP, três etapas são fundamentais: avaliação do ecossistema, tomada de decisão e escolha da estratégia de controle a ser adotada. A avaliação do agroecossistema e seu planejamento, no sentido de conhecer as pragas-chave e os períodos críticos da cultura em relação ao ataque de pragas, são fundamentais, pois é através do histórico da área e da cultura, da capacidade ou possibilidade de se poder fazer previsões da ocorrência e estabelecimento de pragas, em função dos fatores ecológicos, que outros métodos que não os químicos podem ser adotados. Pois, depois de uma cultura implantada, as etapas seguintes, de tomada de decisão e escolha da estratégia de controle, diz respeito basicamente à utilização de inseticidas (GUEDES et al., 2000).

#### *Avaliação do agroecossistema*

Dentro da filosofia do MIP, para intervir nos agroecossistemas é necessário ter uma compreensão dos mesmos do ponto de vista ecológico. Assim, a avaliação do agroecossistema envolve conhecimentos a cerca das influências da diversidade e estabilidade na sucessão de comunidades, sobre o processo de colonização e sucessão ecológica, à largura dos nichos para herbívoros, predadores e parasitos, à quantificação da migração e dispersão e a época em que ocorrem, à dinâmica das relações patógeno-hospedeiros, ao estabelecimento de curvas populacionais dos principais herbívoros, ao valor da capacidade de suporte, ao estabelecimento de níveis de controle e de dano econômico, aos fatores de mortalidade, dentre outros (GUEDES et al., 2000).

Aspectos de grande valor prático para programas de MIP são: reconhecer as espécies com potencial de causar danos e de seus principais inimigos naturais. Entendemos que em agricultura o conceito de praga está diretamente relacionado com os efeitos econômicos produzidos, e o termo praga é dado no sentido numérico, onde uma determinada população de inseto se evidencia com seus estragos, afetando a produção (GALLO et al., 2000). Assim, a presença do inseto na cultura não implica a presença de praga, sendo que a população entra como elemento unitário na determinação do momento exato em que medidas devem ser adotadas para evitar prejuízos econômicos (GUEDES et al., 2000).

No MIP, pragas-chave seriam aqueles insetos que estão frequentemente presentes na cultura em níveis populacionais relativamente altos e que provocam injúrias que podem refletir

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFES (e-ISSN: 2236-1170).**

em perdas significativas na produção. Pragas ocasionais seriam aqueles insetos, cujas populações são mantidas em níveis relativamente baixos provocando reflexos menos significativos na produção (COSTA et al., 2008). Para tal, é necessário o estudo do crescimento populacional e suas relações com as injúrias e, conseqüentemente, danos (aspecto econômico) que causam (GUEDES et al., 2000).

O estudo do crescimento populacional envolve os conhecimentos dos fatores ecológicos sobre a população, tanto daqueles independentes da densidade (climáticos, edáficos, da planta cultivada), como daqueles dependentes da densidade, alimentares e bióticos (disponibilidade de alimento, competição intra e interespecífica). Estes fatores alteram taxas de mortalidade e fecundidade, ao aparecimento de estratégias adaptativas. Além dos fatores ecológicos, o crescimento populacional é regido pelos fatores genéticos, que determina a capacidade reprodutiva dos insetos. O potencial biótico é dado pelo potencial reprodutivo e pela resistência do ambiente, esta considerada principal agente de regulação do crescimento populacional, determinando oscilações ao longo do tempo (GALLO et al., 2002).

O estudo das populações só é possível através de programa de amostragens, chamado de monitoramento. Diversos programas de amostragens tem sido estabelecidos para diferentes culturas, procurando permitir o estabelecimento de previsões dos danos, ou seja, relacionar densidades populacionais com prejuízos. Assim é possível estabelecer os níveis populacionais de equilíbrio (NE), de controle (NC) e de dano econômico (NDE) (GUEDES et al., 2000). O nível de equilíbrio corresponde à densidade populacional média, durante um longo período de tempo sem que ocorram mudanças permanentes. O nível de controle representa a densidade populacional na qual medidas de controle devem ser tomadas para evitar prejuízos econômicos. O nível de controle representa a menor densidade populacional capaz de causar perdas significativas para o agricultor (GALLO et al., 2002).

*Tomada de decisão*

A tomada de decisão é efetuada através da análise dos aspectos econômicos da cultura e da relação custo/benefício do controle de pragas (COSTA 2008).

Para determinação do momento de controle, pode-se considerar que o nível de dano econômico é a densidade populacional que causa perda econômica igual ao custo de controle (GUEDES et al., 2000). Esse prejuízo ou dano é uma porcentagem do valor da produção equivalente ao custo de controle e pode ser obtido pela fórmula:

$$\% D = \frac{\text{custo de controle}}{\text{valor da produção}} \times 100$$

Uma vez conhecido % D, é necessário conhecer a correlação entre população e injúria e entre injúria e dano, ou diretamente população e dano. A %D corresponde a uma determinada injúria, que por sua vez corresponde a uma dada densidade populacional (BACKMAN & EJACOB, 1996). No monitoramento pode ser avaliada tanto injúria quanto à densidade. Assim, é importante considerar que levantamentos populacionais devem permitir uma correlação direta com a injúria causada ou dano (GALLO et al., 2002).

Se a avaliação do efeito do inseto for feita em termos populacionais, o nível populacional no qual devem ser tomadas medidas de controle pode ser expresso pela fórmula:

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**  
**REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170).**

ND = %D x NP

P

Onde: % D+ % dano = custo de controle, NP= nível populacional que causa o prejuízo e P = prejuízo causado pelo nível pop. NP (GUEDES et al., 2000).

Uma vez determinado o nível populacional que causa o prejuízo econômico, faz-se necessário avaliar o parasitismo e predação, observados ao longo do programa de monitoramento, para a determinação da tendência de crescimento populacional do inseto (COSTA et al., 2008). A partir desses dados são estabelecidas as árvores de decisão, um processo que permite relacionar custos e probabilidades dos resultados para as diversas alternativas de controle (BACKMAN & EJACOB, 1996). Na verdade, na maioria das árvores de decisão, as regras são estabelecidas unicamente para se adotar ou não o controle químico (GALLO et al., 2002).

*Escolha do sistema de redução populacional*

Dada a necessidade de se adotar um sistema de controle, será necessário optar por um sistema que poderá envolver um ou mais métodos de controle, teoricamente (BACKMAN & EJACOB, 1996). Na prática, numa cultura já instalada, se não houve um planejamento, a escolha recai sobre a utilização de inseticidas (GALLO et al., 2002). Isto porque, os outros métodos de controle exigem planejamento e ações antecipadas. Assim medidas culturais como a utilização de variedades resistentes, rotação de culturas, preparo do solo, alteração da época de plantio ou colheita, adubação, manejo das plantas daninhas, manejo da água e da adubação, etc., devem ser previstas antes da instalação da cultura. Assim como os métodos biológicos e genéticos (GUEDES et al., 2000).

No planejamento devemos considerar logicamente o tipo de cultura se anual ou perene, e o sistema de colonização dos artrópodes. De modo geral e bastante resumido, pode-se dizer que em culturas anuais os organismos são selecionados para a velocidade com que colonizam o habitat, que apresentam alto potencial reprodutivo, exploram completamente o habitat e apresentam uma tendência em abandoná-lo (COSTA et al., 2008).

### **Implementação e controle**

Para se elaborar um programa de MIP, devemos seguir certas etapas, para termos sucesso em sua implantação:

- a) Definir a área onde será implantando o MIP;
- b) Reconhecer e identificar as pragas-chave as quais causam danos, identificar seus inimigos naturais e os diferentes estádios da planta suscetível ao dano da praga;
- c) Avaliar os fatores climáticos que interferem na flutuação populacional da praga e dos inimigos naturais e acompanha-las durante o ciclo da cultura;
- d) Determinar os NDE, NC e tomada de decisão;
- e) Escolher o(s) método(s) de controle mais adequado, como: controle mecânico, físico, legislativo, biológico, químico, silvicultural, por comportamento, ou por resistência de plantas;
- f) Avaliar os resultados (COSTA et al., 2008)

### **Considerações finais**

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170).**

Com a crescente preocupação com as questões ambientais, estratégias como o MIP são de extrema importância visando uma produção limpa e sustentável.

MIP é a utilização de táticas de controle associadas, levando em consideração a relação custo/benefício, bem como o interesse e/ou impacto no ambiente, produtores e sociedade, baseado nos preceitos ecológicos, econômicos e sociais.

Para que o MIP tenha sucesso, várias técnicas devem ser adotadas não apenas o controle químico, mas sim proceder um levantamento populacional, obter informações e o conhecimento das populações, e assim tomar uma decisão adequada quanto a escolha do método de controle.

Uma vez determinado o nível populacional que causa o prejuízo econômico, faz-se necessário avaliar o parasitismo e predação, observados ao longo do programa de monitoramento, para a determinação da tendência de crescimento populacional do inseto.

Dada a necessidade de se adotar um sistema de controle, será necessário optar por um sistema que poderá envolver um ou mais métodos de controle.

Em uma cultura já instalada, se não houve um planejamento, a escolha recai sobre a utilização de inseticidas. Isto porque, os outros métodos de controle exigem planejamento e ações antecipadas. Assim medidas culturais como a utilização de variedades resistentes, rotação de culturas, preparo do solo, alteração da época de plantio ou colheita, adubação, manejo das plantas daninhas, manejo da água e da adubação, etc., devem ser previstas antes da instalação da cultura. Assim como os métodos biológicos e genéticos.

## **Referências**

APPLE, J.L. The theory of disease management. In Plant disease an advanced treatise. How disease is managed (Vol. I). HORSFALL, J.G., COWLING, E.B. (ed.) Academic Press, New York. 79-101, 1977. AGRAWAL, A. A., TUZUN, S., BENT, E. **Induced plant defenses against pathogens and herbivores**. St. Paul. APS Press. 1999

BACKMAN, P.A., EJACOB, J. C. Thresholds for plant disease management. In: HIGLEY, L. G., PEDIGO, L. P. (Ed.). **Economic thresholds for integrated pest management**. Lincoln. University of Nebraska Press 1996. pp. 114-127.

BERGAMIN FILHO, A. AMORIM, L. **Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico**. São Paulo. Ceres. 1996.

COSTA E.C., D'AVILA, M., CANTARELLI E.B., MURARI A.B., MANZONI C.G. Entomologia florestal. Santa Maria: Ed UFSM, 2008. 240p.

CROFT, B. A. Management of pesticide resistance in arthropod pests. In: GREEN, M. B., MOBERG, W. K. & LEBARON, H. (eds.), **Managing resistance to agrochemicals: fundamental and practical approaches to combating resistance**. American Chemical Society, Washington, DC, 1990, p. 149-168.

DENHOLM, I.ROLLAND, M.W. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. **Ann. Rev. Entomol.** 37: 92-112, 1992

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170).**

DENNEHY, T. J. OMOTO, C. Sustaining the efficacy of dicofol against citrus rust mite (*Phyllocoptruta oleivora*): a case-history of industrial and academic collaboration. In: **Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases**, Farnham, Surrey, England, p. 955-962, 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em 21 de outubro de 2011.

FAWCETT, HS; LEE, HA. Citrus diseases and their control. New York, McGraw-Hill.1926.

F.A.O. FAO/Netherlands conference on agriculture and the environment, Hertogenbosh. Sustainable crop production and protection. Background document 2. FAO, Rome. 1991.

F.A.O. Report of the first session of the FAO. Panel of experts on integrated pest control. F.A.O. Meeting Report. No.PL/1967/M/7. Annals, Rome. 1968.

GALLO, D. et al.(in memoriam). **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, Esalq, 2002, 920p.

GEIER, P.W. Management of insect pests. Annual Review Entomology 11:471-490, 1966.

GEORGHIU, G.P. The evolution of resistance to pesticides. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 3: 133-168, 1972.

GEORGHIU, G.P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIU, G. P. & SAITO, T. (eds.), **Pest resistance to pesticides**. Plenum, New York, 1983, p. 769-792.

GEORGHIU, G.P. LAGUNES-TEJEDA, A. **The occurrence of resistance to pesticides in arthropods**. FAO, Roma, 1991. 318p.

GUEDES, J.C. COSTA, I.D. CASTIGLIONI, E. (Ed.) **Bases técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. 248p.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. Ann. Rev. Entomol., v.43, p.243-270, 1998.

MENEZES E.L.A. Controle biológico: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. Campo e negócios. Uberlândia. 2006.

MUMFORD, J.D., NORTON, G.A. Economics of decision making in pest management. Annual Review Entomology 29:157-74, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Pesticide resistance: strategies and tactics for management**. National Academy of Sciences, Washington. DC, 1986. 471p.

NORTON, G.A. MUMFORD. J.D. Editors. **Decision tools for pest management**. CAB International, London. 1993. 279p.

**Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental  
REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170).**

PEDIGO, L.P. ZEISS, M.R. **Analyses in insect ecology and management.** Ames, Iowa State University Press, 168p. 1996.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management.** 4th ed., Prentice Hall, 742p. 2001.

ROUSH, R. T. Designing resistance management programs: how can you choose? **Pestic. Sci.** 26: 423-441, 1989.

ROUSH, R.T. DALY, J. C. The role of population genetics in resistance research and management. In: ROUSH, R. T. & TABASHNIK, B. E. (eds.), **Pesticide resistance in arthropods.** Chapman and Hall, New York, 1990, p. 97-152.

ROUSH, R. T., MCKENZIE, J.A. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. **Ann. Rev. Entomol.** 32: 361-380, 1987.

SANTOS E.D., HENDGES E.A., MOREIRA E.F. Controle biológico de pragas agrícolas no Brasil. In: V Colóquio Internacional "Educação e contemporaneidade". São Cristóvão. 2011.

SAWICKI, R. Definition, detection and documentation of insecticide resistance. In: FORD, M. G., HOLLOMAN, D. W., KHAMBAY, B. P. S. & SAWICKI, R. M. (eds.), **Combating resistance to xenobiotics.** Ellis Horwood, Chichester, England, 1987, p. 105-107.

STERN, V.M., SMITH, R.F., VAN DEN BOSCH, R., HAGEN, K.S. The integrated control concept. *Hilgardia* 28:81-101, 1959.

ZADOKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. *Annual Review of Phytopathology* 23:455-73, 1985.

ZADOKS, J.C. Crop protection: why and how. In *Crop protection and sustainable agriculture.* John Wiley & Sons, Chichester. 48-60, 1993.

ZADOKS, J.C. **Plant disease epidemiology in the Twentieth Century: a picture by means of selected controversies.** *Plant Disease*, St. Paul, v.85, n.8, p.808-816, 2001.

ZADOKS, J.C., SCHEIN, R.D. **Epidemiology and Plant Disease Management.** New York. Oxford University Press. 1979.

ZAMBOLIM, L. JUNQUEIRA, N.T.V. Manejo integrado de doenças da mangueira. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. Manga: produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v. 1, p. 377-408.