

Qualidade em plantas medicinais





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-1953

Dezembro, 2010

Documentos 162

Qualidade em plantas medicinais

Luciana Marques de Carvalho

Jennifer Anne Martins da Costa

Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira-mar, 3250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970,
Aracaju, SE

Tel (0**79) 4009-1300

Fax (0**79) 4009-1369

E-mail: sac@cpatc.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Ronaldo Souza Resende*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Edson Patto Pacheco, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, Ivênio Rubens de Oliveira, Joézio Luiz dos Anjos, Josué Francisco da Silva Junior, Luciana Marques de Carvalho, Semíramis Rabelo Ramalho Ramos, Viviane Talamini*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Melo Cunha*

Tratamento das ilustrações: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Fotos da capa: Luciana Marques de Carvalho

Editoração eletrônica: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

1ª Edição

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Carvalho, Luciana Marques de

Qualidade em plantas medicinais / Luciana Marques de Carvalho, Jennifer Anne Martins da Costa, Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 54 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1517-1329; 162).

Disponível em http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/doc_162.pdf

1. Planta medicinal. 2. Farmacologia. 3. Farmacopéia. 4. Conhecimento popular. I. Costa, Jennifer Anne Martins da. II. Carnelossi, Marcelo Augusto Gutierrez. III. Título. IV. Série.

CDD 631.58

©Embrapa 2010

Autores

Luciana Marques de Carvalho

Bióloga, Doutora em Fitotecnia de Plantas, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju-SE, luciana@cpatc.embrapa.br.

Jennifer Anne Martins da Costa

Engenheira de Alimentos, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju-SE, j.co@ibest.com.br.

Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi

Biólogo, Doutor em Ciências Agrárias - Fisiologia Vegetal, professor adjunto IV do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe, carnelossi@ufs.br.

Apresentação

O Brasil possui uma “farmacopéia popular” muito diversa, baseada em plantas medicinais, resultante da miscigenação cultural, que originou o país, proporcionada por europeus, africanos e indígenas. Associado a isso há que se considerar ainda as dimensões continentais do país com suas peculiaridades edafoclimáticas, características de cada região, bioma e unidade de paisagem. Dessa forma há necessidade de se conhecer a grande diversidade de plantas medicinais, muitas das quais ainda nem descobertas. Nesse sentido, grande contribuição tem sido obtida, ao longo das décadas, por meio do resgate do conhecimento popular. Os estudos etnobotânicos e etnofarmacêuticos têm trazido à luz muitas informações importantes.

Muitas espécies vegetais utilizadas na terapêutica ainda são obtidas principalmente por extrativismo, em virtude da falta de informação e de dificuldades encontradas no cultivo. Há problemas com dormência de sementes, viabilidade das sementes, dificuldades na propagação, susceptibilidade a pragas e doenças, desconhecimento das necessidades nutricionais, entre outras. Diante do número de espécies conhecidas no país, o número de espécies domesticadas e com tecnologia de cultivo definida ainda é relativamente pequeno. Similarmente, ainda são poucos os estudos sobre as condições adequadas de colheita e pós-colheita dessas plantas. Dessa forma, deve-se incentivar a realização de estudos sobre condições de cultivo e de pós colheita em todas as regiões e biomas brasileiros.

A demanda pelas ervas medicinais, aromáticas e condimentares vem crescendo continuamente nas últimas décadas em função da eficácia, efeitos colaterais de medicamentos quimio-sintéticos e até mesmo por modismos. Com o aumento

da demanda, a oferta de produtos também tem crescido. Diante desse cenário, é fundamental focar atenção na qualidade das plantas e derivados que são produzidos, comercializados e utilizados pela população.

A construção desse documento foi iniciada com o objetivo de contribuir com a qualidade das plantas medicinais. Dentre os problemas associados à baixa qualidade, destaca-se os relacionados à pós-colheita, em especial a limpeza das plantas frescas ou secas. Numa parceria entre Embrapa Tabuleiros Costeiros e Universidade Federal de Sergipe (UFS), alguns estudos sobre pós colheita de ervas medicinais foram discutidos. Antes de iniciar os trabalhos realizou-se um levantamento bibliográfico em busca de artigos científicos sobre qualidade de plantas medicinais, possíveis causas de contaminação e métodos de limpeza e sanitização. Foram encontrados muito poucos trabalhos. Procurando mais informações a esse respeito buscou-se a legislação de produtos orgânicos e verificaram-se quais produtos são aceitos e quais são proibidos. Nesse processo verificou-se a grande carência de estudos sobre o processamento pós-colheita de plantas medicinais, tanto no que tange a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, quanto à legislação. Procurou-se discutir algumas das tecnologias utilizadas na pós colheita de vegetais, com potencial terapêutico ou não, com vistas a apresentar vantagens e desvantagens das mesmas e contribuir com a conscientização e informação dos segmentos da sociedade envolvidos e ou interessados na cadeia de plantas medicinais, aromáticas e condimentares.

Luciana Marques de Carvalho

Pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sumário

Introdução.....	07
Plantas medicinais brasileiras.....	09
Cultivo e qualidade de plantas medicinais, aromáticas e condimentares.....	10
Pós-colheita e influência na qualidade de plantas medicinais	15
Doenças de origem alimentar.....	17
Fontes de contaminação em alimentos e plantas medicinais	
Contaminação química.....	18
Contaminação biológica.....	20
Métodos de limpeza e descontaminação.....	27
Potencial antimicrobiano de óleos essenciais e extratos aquosos.....	29
Uso da irradiação em alimentos e em plantas medicinais.....	31
Toxicidade associada a plantas medicinais.....	36
A qualidade das plantas medicinais.....	38
Considerações finais.....	43
Referências.....	44

Qualidade em plantas medicinais

Luciana Marques de Carvalho

Introdução

O Brasil abriga cerca de 55 mil espécies de plantas, aproximadamente um quarto de todas as espécies conhecidas. Quanto maior o número de espécies, maior o potencial de novos medicamentos. Apesar dos mais de 50 anos de pesquisa com plantas medicinais no país, o número de espécies estudadas ainda é muito reduzido (DI STASI, 1996). Considera-se plantas medicinais aquelas que possuem, em um ou mais órgãos, substâncias utilizadas com finalidade terapêutica, ou que sejam ponto de partida para a síntese de produtos químicos e farmacêuticos. E os compostos quimicamente ativos responsáveis pela ação terapêutica são denominados “princípios ativos” (MARTINS et al., 2003).

Há séculos, ervas e especiarias têm sido utilizadas devido ao aroma e flavor que conferem aos alimentos. Nos séculos XIV e XV, o termo especiaria foi utilizado, particularmente na Europa, para designar produtos vegetais com aroma e ou sabor acentuados. Eram utilizadas tanto para mascarar ou amenizar danos nos produtos alimentícios, melhorando sabor e aroma em alimentos em processo de deterioração, quanto para favorecer a preservação e conservação dos alimentos, uma vez que algumas têm propriedades antifúngicas (MCKEE, 1995). Hoje em dia a popularidade dos alimentos aromatizados com ervas tem aumentado, sendo mais comum denominar essas plantas de “condimento ou ervas condimentares”. A ação flavorizante dessas plantas propicia, sem aumentar o valor energético, redução nos teores de sal utilizados nos alimentos,

por meio do sabor e aroma intensos que conferem. Com isso o uso das ervas condimentares na alimentação tem favorecido hipertensos e indivíduos com patologias cardíaca e renal. Muitas dessas plantas, além disso, facilitam o processo digestivo e evitam flatulência. No entanto, devem ser utilizadas em pequenas quantidades, pois podem também ser excitantes e irritantes da mucosa gástrica (MCKEE, 1995).

Mesmo no passado, além de serem utilizadas como tempero e na conservação de alimentos, essas plantas eram usadas no preparo de óleos, unguentos, cosméticos, incenso e medicamentos (MCKEE, 1995). Por séculos, as plantas foram a única fonte de agentes terapêuticos para o homem. No início do século XIX, com o desenvolvimento da química farmacêutica, as plantas representaram a fonte principal de substâncias para o desenvolvimento de medicamentos. Atualmente, apesar do grande desenvolvimento da síntese orgânica e de novos processos biotecnológicos, 25% dos medicamentos prescritos nos países industrializados são originários de plantas e 120 compostos de origem natural, obtidos a partir de cerca de 90 espécies de plantas, são utilizados na terapia moderna (HOSTETTMANN et al., 2003). Cerca de 75% da população mundial utiliza as plantas medicinais no tratamento de enfermidades, devido às características desejáveis associadas ao uso, como eficácia, baixo risco, reprodutibilidade e constância de qualidade. Elas têm sido utilizadas na assistência primária à saúde com excelentes resultados em muitos países da América Latina, Europa e extensamente na Ásia, em razão da presença de substâncias ativas como taninos, alcalóides, compostos fenólicos, óleos essenciais e vitaminas (KOSEKI et al., 2002, citado por VIEIRA et al., 2007). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o mercado de ervas, em 2000, movimentou US\$ 60 bilhões, o que indica a importância dessas plantas na saúde e na economia.

Devido à grande demanda por produtos a base de plantas medicinais, verificado na atualidade, faz-se necessário investigar como esses produtos estão sendo oferecidos ao consumidor, de acordo com a legislação específica e critérios estabelecidos cientificamente. Estudos diversos têm confirmado o efeito de muitas plantas na terapêutica (FENNELL et al., 2004), mas também há necessidade urgente da vigilância de fitoterápicos, devido à falta de padronização e qualidade, especialmente daqueles comercializadas pelas farmácias, comprometendo a importância que possam representar na saúde pública (Brandão et al., 1998; ABOU-ARAB et al., 1999; BARBOSA

et al., 2001; AMARAL et al., 2003; ZARONI et al., 2004; BUGNO et al., 2005). Embora existam parâmetros específicos para a produção e comércio de fitoterápicos, a fraude e a má qualidade têm ocorrido e preocupado profissionais da área de saúde e a comunidade científica. A ausência de qualidade, a adulteração e a incorreta utilização, interferem na eficácia e até mesmo na segurança do produto (MELO et al., 2007).

Plantas medicinais brasileiras

O Brasil possui uma “farmacopéia popular” muito diversa, baseada em plantas medicinais, resultante de uma miscigenação cultural, envolvendo africanos, europeus e indígenas, e introdução de espécies exóticas, pelos colonizadores, imigrantes e escravos (MARTINS et al., 2003).

Brandão et al. (2006; 2008) revisaram as 4 edições da Farmacopéia Brasileira (Pharmacopoeia dos Estados Unidos do Brasil, 1926; Farmacopéia Brasileira, 1959; Farmacopéia Brasileira, 1977; Farmacopéia Brasileira, 1988-1996), buscando dados sobre as plantas medicinais e outros produtos vegetais nela descritos. Os resultados evidenciaram como a biodiversidade, as plantas nativas e os produtos derivados foram progressivamente excluídos da medicina oficial brasileira ao longo dos anos. Além disso, os resultados demonstraram que a partir da segunda metade do século passado ocorreu intensa substituição das plantas nativas do Brasil por medicamentos industrializados e outros produtos vegetais importados, confirmando assim a necessidade de investimentos em pesquisa de validação das nossas plantas medicinais. Assim, na 1ª edição existiam 713 monografias referentes a plantas e a seus derivados, e estas incluíam monografias relacionadas a plantas nativas (196) e exóticas (517), além de extratos, tinturas, óleo essencial, entre outros. Nas edições posteriores não se manteve monografia para produtos derivados de plantas (extratos, tinturas, óleos etc) e o número de monografias de plantas foi sendo reduzido progressiva e drasticamente até a 3ª edição, publicada em 1977 (BRANDÃO et al., 2006; 2008). Dessa forma a disponibilização de parâmetros e técnicas para subsidiar o controle de qualidade diminuiu.

Cultivo e qualidade de plantas medicinais, aromáticas e condimentares

A exploração de plantas de uso medicinal a partir da flora nativa, por meio da extração direta nos ecossistemas tropicais (extrativismo), tem levado a reduções drásticas das populações naturais dessas espécies, seja pelo processo predatório de exploração, seja pelo desconhecimento dos mecanismos de perpetuação das mesmas. Assim, a domesticação e cultivo aparecem como opções para obtenção da matéria prima de interesse farmacêutico e redução do extrativismo nas formações florestais. Além disso, no caso das espécies exóticas e mesmo de algumas nativas em processo de domesticação, a opção do cultivo se mostra a mais adequada (REIS; MARIOT, 1999).

A maior parte das espécies medicinais cultivadas é exótica, domesticadas em seus ecossistemas naturais e com características de plantas heliófitas (pioneiras). Pode-se citar nesse grupo o alecrim (*Rosmarinus officinalis*), a melissa (*Melissa officinalis*) e o funcho (*Foeniculum vulgare*), originários do Mediterrâneo; a arruda (*Ruta graveolens*), a camomila (*Chamomilla recutita*), o dente de leão (*Taraxacum officinale*), a mil-folhas (*Achillea millefolium*), a tanchagem (*Plantago major*) e o tomilho (*Thymus vulgaris*), originários da Europa; a artemísia (*Tanacetum parthenium*), originária da Ásia; a calêndula (*Calendula officinalis*), originária do Egito e o capim-limão (*Cymbopogon citratus*), originário da Índia (CORRÊA JUNIOR et al., 1994; MARTINS et al., 2001; REIS; MARIOT, 1999). Por outro lado, muitas espécies nativas têm sido largamente utilizadas pela população na terapêutica. Algumas espécies têm estudos químicos e ou farmacológicos que dão suporte a sua utilização, outras são empregadas a partir do conhecimento empírico ou tradicional da população (REIS; MARIOT, 1999).

O principal problema associado à prática do extrativismo é o risco de extinção das espécies coletadas (REIS; MARIOT, 1999; MARTINS et al., 2001). Por outro lado, com o cultivo, é possível planejar e programar atividades como época de plantio e colheita, disponibilidade de umidade, qualidade da nutrição e nível de luminosidade (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005). Pode-se, portanto, manejar a produção, de modo a possibilitar aumento no teor de princípios ativos na planta. Brown Junior (1988) denominou esse manejo da produção de “engenharia ecológica”.

O cultivo de plantas medicinais envolve a possibilidade de domesticação da espécie a ser utilizada. Tal possibilidade implica no domínio tecnológico de todas as etapas de desenvolvimento da espécie. Essa estratégia de obtenção de plantas requer conhecimento desde da forma de propagação, adaptação ao ambiente de cultivo, até da forma de crescimento, estágio de desenvolvimento e senescência (REIS; MARIOT, 1999). Nem sempre as condições ideais para o desenvolvimento e produção de biomassa são as mais adequadas à produção dos princípios ativos de interesse. Mas, geralmente, existe uma boa adaptação às situações que se assemelham àquela de seu local de origem, como solos ácidos e pobres em fertilidade (REIS; MARIOT, 1999).

Devido à grande extensão territorial, o Brasil tem, em cada região, características edafoclimáticas peculiares a cada região, que podem interferir no desenvolvimento das espécies nativas ou introduzidas, mesmo que as condições sejam semelhantes às do local de origem. Portanto, antes de iniciar o cultivo, especialmente em escala comercial, é necessário conhecer o comportamento da espécie em relação aos efeitos climáticos da região do plantio, os tratamentos culturais e os fatores bióticos que são responsáveis pelo desenvolvimento da planta. A falta de domínio tecnológico em todas as etapas de desenvolvimento levará, provavelmente, à baixa qualidade da biomassa e redução nos teores dos principais constituintes químicos do óleo essencial, assim como no rendimento (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005).

Numa proposta de cultivo de plantas medicinais, há aspectos internos ou intrínsecos (genéticos e ontogenéticos) e externos (agronômicos, ambientais e técnicos), que influem na área cultivada, e conseqüentemente na produção de metabólitos quimicamente ativos pela planta e na utilização destes na elaboração de medicamentos. Dentre os aspectos intrínsecos destaca-se a influência da variabilidade genética, idade da planta e estágio de desenvolvimento. Os aspectos externos incluem desde fatores ambientais, como condições climáticas até práticas agrícolas, envolvendo desde definição do sistema de cultivo (orgânico, convencional ou hidropônico), época de plantio, densidade, espaçamento de plantio, manejo da fertilidade do solo, da irrigação, incidência de pragas e doenças até da ocorrência de interações bióticas, como competição entre plantas, alelopatia, parasitismo e herbivoria (MING, 1994; POUTARAUD; GIRARDIN, 2005).

A definição do local e da época de plantio também é fundamental para se obter

o máximo de rendimento de fitomassa e de substâncias bioativas. Os fatores do ambiente que mais afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas são o fotoperíodo, a irradiação luminosa e a temperatura. E os tratamentos culturais que mais afetam são nutrição e irrigação. Plantas sensíveis à duração do dia ou da noite têm seu desenvolvimento condicionado ao fotoperíodo indutivo (FI), e florescem, entram em dormência ou tuberizam, quando o FI é satisfeito. Um exemplo de planta sensível ao fotoperíodo é a *Jacaranda decurrens* (carobinha), planta medicinal do Cerrado brasileiro que possui os princípios ativos de interesse no sistema radicular e prioriza o acúmulo de biomassa na raiz (especificamente no xilopódio) durante os períodos de outono e inverno, quando o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica diminuem. A variação na intensidade luminosa e temperatura durante o ano são função da sazonalidade e latitude dos locais de cultivo. Em geral, para plantas de clima tropical que são termoperiódicas e heliófitas (plantas de sol), as estações mais quentes e de maior irradiação coincidem com a fase de maior produção de biomassa. A mesma lógica vale para a produção de óleos essenciais, onde geralmente a maior produção está associada à maior radiação e maior taxa fotossintética das plantas. Por outro lado, altas irradiâncias em plantas esciófitas (plantas de sombra) como capeba (*Photomorphe umbellata*), normalmente causam sintomas de clorose e necrose com a fotodegradação dos cromopigmentos, levando à redução da fotossíntese e da biomassa. Estas espécies sempre produzirão mais biomassa em condições de luz difusa e recomenda-se o seu cultivo em consórcio, sob o dossel de plantas de maior porte ou em condições de sub-bosque (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005).

O cultivo das plantas medicinais pode ser em canteiros, sulcos ou em covas, variando de acordo com o hábito da planta. Plantas de menor porte geralmente são cultivadas em canteiros, e plantas de maior porte, como a pata de vaca (*Bauhinia forficata*) são plantadas em covas. Também algumas herbáceas, como a mil-folhas (*Achillea millefolium*) são cultivadas em covas, após separação de touceiras. Em alguns casos, é recomendável a produção de mudas em sementeiras, e posterior transplantio. Deve-se observar, ainda, se as sementes apresentam dormência. Caso isso ocorra será necessário que a mesma seja quebrada antes do plantio para que ocorra a germinação. A semente da pata de vaca, por exemplo, tem um tegumento externo que necessita ser escarificado para que se torne permeável à água (REIS; MARIOT, 1999).

O método de propagação por sementes pode apresentar algumas desvantagens,

especialmente para produção em escala comercial, como a variação genética verificada entre plantas originárias de sementes, podendo implicar em variação na concentração de princípios ativos entre plantas da mesma área de cultivo. Uma alternativa, nesses casos, é a obtenção de plantas por reprodução assexuada, ou seja, a partir de estaquia ou divisão de touceiras. Plantas como manjeriço (*Ocimum basilicum*) e hortelã (*Mentha* spp) são exemplos de plantas que comercialmente são produzidas, principalmente, a partir de estaquia de ramos foliares ou rizomas.

Plantas medicinais, nativas ou cultivadas, podem ser atacadas por parasitas como ácaros, nematóides e fungos, como oídio e míldio, entre outros (MICHELE, 1996). As doenças fúngicas destacam-se entre os fatores que mais prejudicam a produção de plantas medicinais. Elas contribuem para a murcha e queda de folhas, redução na produtividade e afetam a qualidade das substâncias biologicamente ativas (MARGINA; ZHELJAZKOV, 1996). A frequência e severidade das doenças fúngicas e dos ataques de pragas nessas plantas, é maior entre as plantas cultivadas e em especial nas obtidas por estaquia. A maior susceptibilidade pode ser devido a muitas causas, entre as quais a acentuada simplificação dos sistemas agroeconômicos. Isso se deve a presença contemporânea no mesmo solo de plantas da mesma espécie, o que numa análise final resulta no enfraquecimento da resistência intrínseca (MICHELE, 1996). O controle de pragas e doenças nessas plantas pode ser difícil, uma vez que não há pesticidas registrados para o controle em plantas medicinais (TRUEMAN; WICK, 1996).

A proteção contra organismos parasitas não pode ser idêntica àquela utilizada na produção convencional de alimentos e de plantas ornamentais, devido à toxicidade dos produtos tradicionalmente utilizados nessas plantas e nos organismos animais reconhecidos como visitantes assíduos (COSTA et al., 2004). Técnicas culturais apropriadas, tais como espaçamentos entre plantas, consorciação e rotação de culturas, fertilização e irrigação apropriados podem auxiliar na prevenção de doenças (TRUEMAN; WICK, 1996). Além disso, a experiência acumulada nos últimos quarenta anos tem demonstrado a eficiência do uso de alguns pesticidas naturais na proteção dessas plantas (MICHELE, 1996). Extratos de plantas como o nim (*Azadirachta indica*), o cinamomo (*Melia azedarach*), os catiguás (*Trichilia* spp.) e a pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) têm sido investigados em relação aos seus princípios ativos e efeitos sobre muitas espécies de insetos e fungos. Já foram constatados efeitos de deterrência,

atraso no desenvolvimento, inibição da germinação de esporos e mortalidade. Dessa forma, os extratos vegetais e óleos essenciais surgem como opção que pode ser associada a outras práticas de controle de pragas, visando à redução de danos ao ambiente (COSTA et al., 2004).

Outro fator preponderante na resistência das plantas aos patógenos causadores de doenças, e, por conseguinte, para a qualidade das plantas medicinais é a nutrição mineral. O desequilíbrio nutricional interfere no metabolismo das plantas tornando-as mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças. A falta de enxofre, fósforo, cobre ou potássio, por exemplo, impede a transformação de açúcares redutores e de aminoácidos livres em glicose e proteína, tornando-os disponíveis e atrativos às pragas, fungos e bactérias. A complexa interação entre nutrição e doenças em plantas é dependente de muitos fatores, como espécie da planta, estágio de desenvolvimento da planta, tipo de patógeno e efeitos do ambiente abiótico e biótico no status fisiológico da planta e do fungo. De modo geral, aplicações de adubo nitrogenado acima das taxas recomendadas podem levar a significantes aumentos da incidência de doenças e da área lesionada. Além disso, tem sido demonstrado que o nitrogênio contribui com o aumento da severidade do dano causado por *Fusarium* em plantas de trigo (WALTERS; BINGHAM, 2007).

Além de atentar para o equilíbrio nutricional, é interessante adotar técnicas que possibilitem incrementar a matéria orgânica nos solos. Isto porque ela exerce efeitos benéficos importantes nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo: estimula o desenvolvimento do sistema radicular, aumenta direta ou indiretamente a capacidade do solo de armazenar água, e é fonte de reserva de nutrientes no solo, principalmente de nitrogênio, fósforo, enxofre e micronutrientes, que contribuem significativamente para a nutrição equilibrada das plantas (WALTERS; BINGHAM, 2007).

Outra medida importante visando controle fitossanitário é a inserção de plantas companheiras na área de cultivo. Tais plantas podem atuar tanto como atraentes de inimigos naturais, quanto repelentes de pragas. Como atraentes, atraem muitos insetos, que quando adultos são predadores ou parasitóides de pragas, e necessitam de pólen e néctar como fonte de alimento e até mesmo como pré-requisito para reprodução. Em alguns agroecossistemas, a fonte desses recursos florais para muitos insetos é a vegetação natural e espontânea. No entanto, não é prático manter tais plantas em altas densidades na área de

produção. Uma alternativa, portanto, é incluir ervas aromáticas, potencialmente companheiras, na área de cultivo para fornecerem pólen e néctar para insetos benéficos e assim contribuir com potencial controle biológico. Dentre as aromáticas, as plantas da família Trumble e Millar (1996) verificaram que plantas contendo precursores das furanocumarinas, como psoraleno e marmesina, afetam significativamente preferências alimentares de alguns insetos, podendo ser utilizadas para conferir alguma proteção às plantas contra insetos herbívoros generalistas, como a lagarta *Spodoptera exigua*.

Algumas espécies medicinais, como o capim santo (*Cymbopogon citratus*) e a hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), tem crescimento inicial lento, deixando a maior parte do solo descoberto e daí resultando em baixo retorno no primeiro ano de plantio. Para evitar essa perda e maximizar a utilização de recursos adequados, cultivos consorciados podem ser estabelecidos no período de crescimento lento inicial, desde que haja espaço suficiente entre plantas (SINGH; SHIVARAJ, 1998).

Pós-colheita e influência na qualidade de plantas medicinais

Uma vez colhida, a planta medicinal pode perder qualidade nas etapas seguintes do processamento o que torna os processos de secagem e armazenamento fundamentais para a qualidade final do produto (MARTINS et al., 2003). A secagem, se não realizada adequadamente, pode possibilitar a degradação de componentes químicos importantes, permitir a infestação e crescimento de microorganismos e assim comprometer o teor dos princípios ativos. A armazenagem incorreta pode levar à perda de material, seja por motivos de ordem física ou biológica (MARTINAZO, 2006).

A secagem tem por finalidade reduzir a ação enzimática por meio da redução do teor de umidade, permitindo a conservação das plantas medicinais e aromáticas por um período mais longo e impedindo o desenvolvimento de microrganismos (CORRÊA JUNIOR et al.,

1994). A conservação pós-colheita por meio da secagem baseia-se no fato de que os microrganismos, as enzimas e todo o mecanismo metabólico necessitam

de certa quantidade de água para executarem suas atividades. Com a redução da água disponível, conseqüentemente serão reduzidas a atividade de água e a velocidade das reações químicas no produto, bem como o desenvolvimento de microrganismos (CHRISTENSEN; KAUFMANN 1974; citado por MARTINAZO, 2006). De acordo com Rossi e Roa (1980), citado por Martinazo (2006), a principal vantagem da secagem comparada com outros métodos de preservação – tais como refrigeração, irradiação, apertização e tratamentos químicos – é o baixo custo e a simplicidade da operação.

A secagem de plantas medicinais pode ser realizada de forma natural ou artificial. A secagem natural pode ser feita à sombra ou sob o sol. Mas para muitas plantas medicinais e aromáticas a secagem ao sol é totalmente desaconselhada, visto que o processo de fotodecomposição ocorre intensamente, degradando os componentes químicos e ocasionando alterações de odor, cor e sabor (MARTINS et al., 2003). A secagem com ar aquecido e com baixa umidade relativa é a técnica mais utilizada em países de clima úmido e chuvoso. O aquecimento do ar pode ser realizado em secadores ou estufas. O tempo de secagem nesses equipamentos é de poucas horas originando um material de melhor qualidade, sendo recomendado para cultivos em grande escala. Os limites de temperatura do ar de secagem são determinados em função da sensibilidade dos compostos químicos presentes nas plantas e de suas estruturas armazenadoras. Os modelos de secadores mais utilizados são os de bandejas, de túnel e com fita transportadora (CORRÊA JUNIOR et al., 1994).

No método de secagem, a velocidade e temperatura do ar exercem influência na quantidade e qualidade dos princípios ativos, presentes nas plantas medicinais, aromáticas e condimentares (MELO et al., 2004). A temperatura utilizada na secagem influi na remoção da água e esta carrega consigo, muitas vezes, óleo essencial. A temperatura é também um determinante na vaporização dos compostos voláteis que fazem parte do conjunto denominado “óleo essencial”, influenciando também, na pressão de vapor do ar de secagem, e conseqüentemente, no processo de secagem. Assim é de se esperar que determinada faixa de temperatura de secagem propicie menores perdas de óleo essencial no processo (BORSATO et al., 2005). Temperaturas entre 50 °C e 60 °C mostraram-se mais adequadas para secagem de grande número de plantas medicinais, independentemente do método de secagem empregado (MELO et al., 2004). A definição da temperatura adequada depende da volatilidade ou da

temperatura crítica de evaporação do óleo.

Buggle et al. (1999) citado por Martinazo (2006) verificaram que o teor de óleo essencial em capim santo (*Cymbopogon citratus*) foi menor na planta fresca do que na planta seca a 30 ou 50 °C. No entanto, à temperatura de 30 °C, verificou-se o desenvolvimento de fungos no produto, possivelmente devido à maior lentidão do processo. Similarmente, Balbaa et al. (1974), citado por Radunz (2002), verificaram menores perdas nos teores de glicosídeos nas plantas de *Digitalis lanata* secas em estufa, na faixa de temperatura de 55 °C a 60 °C. Rocha et al. (2000) verificaram que a secagem de citronela (*Cymbopogon winterianus*) a 60 °C propiciou, ao mesmo tempo, mais rápida evaporação de água livre nos tecidos (50 horas) e melhor rendimento de óleo essencial (1,228 %). Radunz et al. (2002) constataram que a secagem de alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) com ar aquecido a 70 °C foi mais adequada, em função da menor duração e por não afetar estatisticamente o rendimento de óleo essencial. Borsato et al. (2008) obtiveram maior teor de óleo essencial em capítulos florais de camomila (*Matricaria recurtita*) quando os capítulos foram secos a 60 °C. Soares et al. (2007) constataram maior teor de óleo em manjeriço (*Ocimum basilicum*) seco a 40 °C. No entanto o teor de linalol, um dos principais componentes do óleo, foi maior quando a secagem ocorreu em temperaturas mais elevadas, como 50 e 60 °C.

Doenças de origem alimentar

Como ainda são poucos os estudos na área de ciência de alimentos, nutrição e microbiologia com plantas medicinais e condimentares e muitas delas são oleráceas, assim como as hortaliças, agregou-se a esse texto informações a respeito de hortaliças e outros vegetais a fim de enriquecer o texto. Doenças transmitidas por alimentos (DTA) são definidas como qualquer doença infecciosa ou de natureza tóxica causada pelo consumo de alimentos ou água contaminados por bactérias, vírus, parasitas, toxinas, agrotóxicos, produtos químicos e metais pesados. As doenças de origem alimentar, ou transmitidas por alimentos, são de vital interesse para a saúde pública. *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* são responsáveis por um grande número de surtos, casos e óbitos. A maioria, no entanto, é de origem microbiana. Casos de DTA ocorrem diariamente em todos os países, mas como

a maioria não é relatada, a verdadeira dimensão do problema é desconhecida (BARBOSA et al., 2010).

A ocorrência de doenças transmitidas por alimentos e ou ervas medicinais e condimentares contaminadas tem sido alvo de discussões nos últimos anos, devido à preocupação com estratégias que permitam seu controle e, conseqüentemente, garantam a colocação de produtos seguros no mercado consumidor. As doenças veiculadas por alimentos continuam sendo uma das principais causas de mortalidade nos países da América Latina e Caribe. No Brasil, as doenças infecciosas, parasitárias e do aparelho digestivo corresponderam a 9,2% do total de casos de mortalidade, sendo as regiões Norte e Nordeste as mais afetadas (SHINOHARA et al., 2008).

Grande parte das patologias causadas por alimentos é causada por microrganismos patogênicos de origem entérica transmitidos basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado. Esses microrganismos são denominados coliformes fecais e incluem todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram negativas, não esporuladas e na forma de bastonete, as quais fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48h a 35°C. Podem ser classificadas em: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiela* e outros gêneros (BARBOSA et al., 2010).

Fontes de contaminação em alimentos e plantas medicinais

Contaminação química

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), iniciou um programa de pesquisa em alimentos nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Pernambuco. Numa primeira fase desse programa foram coletadas 1.278 amostras de alface, banana, batata, cenoura, laranja, maçã, mamão, morango e tomate. Verificaram que 81,2% continham algum resíduo de agrotóxico (DAROLT, 2003). Os resultados, obtidos até o momento, indicam que 22,17% das frutas e hortaliças produzidas em sistema convencional e comercializadas em supermercados apresentavam irregularidades graves: nível de agrotóxicos acima do limite

permitido pela legislação e o uso de produtos não autorizados, em função da sua alta toxicidade. Os danos gerados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos promovem a contaminação de mananciais e da cadeia alimentar, culminando na intoxicação de produtores, consumidores e animais. Seus efeitos negativos envolvem também o setor econômico já que há maiores gastos com insumos (STERZ, 2005; citado por MORAIS et al., 2006).

De acordo com Higashi (2002; citado por DAROLT, 2003), durante a vida de uma pessoa (com idade média de 70 anos), circulam cerca de 25 toneladas de alimento pelo sistema digestivo. Mesmo que contaminados com teores baixos de agentes químicos, pode ocorrer alguma intoxicação em determinado período do ciclo de vida de uma pessoa. Um dos problemas no diagnóstico, segundo Higashi (2002 citado por DAROLT 2003), é que não existem sintomas característicos da epidemia de intoxicação subclínica por agrotóxico. Cada pessoa responde de uma maneira diferente. Existe uma multiplicidade de sintomas e suas características são individuais, manifestando-se em alguns na forma de fadiga, em outros como dor de cabeça ou dores articulares, depressão, dores musculares, alergia, distúrbios digestivos etc. Segundo a mesma autora nenhum medicamento pode agir adequadamente em pacientes com acúmulo de agrotóxicos em seu organismo. Por isso, existe a necessidade de desintoxicação, ativando o sistema de desintoxicação hepática e intestinal. Conclui-se que é preciso começar mudando a alimentação com o consumo de produtos com uma menor quantidade de resíduos, pois efetivamente parece não ser possível se livrar totalmente destes agentes tóxicos (DAROLT, 2003).

Vegetais provenientes de regiões onde são aplicados agrotóxicos podem conter altos índices desses produtos e de seus resíduos, que muitas vezes não podem ser removidos com a sanitização. Esses alimentos estão sujeitos à contaminação química, o que vem causando contaminação ambiental e sérios problemas de saúde em consumidores e produtores rurais, ao longo do tempo. Os agrotóxicos são produtos químicos destinados a prevenir ou controlar pragas, incluindo vetores de doenças que causam prejuízo a produção, armazenamento, transporte e comercialização dos alimentos (OVIDO et al., 2002). Esses compostos representam grupo polêmico de substâncias. Se por um lado contribuem com o aumento da produção agrícola, por outro podem contaminar os alimentos e o ambiente caso não sejam respeitadas as boas práticas agrícolas.

A contaminação com agrotóxicos organoclorados, como o DDT, pode ser por exposição direta (inalação) ou por meio do consumo de alimentos contaminados. Sendo lipossolúveis, os agrotóxicos organoclorados possuem apreciável capacidade de absorção pelos tecidos, sendo facilmente absorvidos pelas vias digestiva e respiratória. Devido à grande lipossolubilidade e lenta metabolização, eles acumulam-se na cadeia alimentar e no tecido adiposo. Atuam no sistema nervoso central, resultando em alteração de comportamento, distúrbios sensoriais, de equilíbrio, da atividade da musculatura involuntária e depressão dos centros vitais, particularmente da respiração (D'AMATO et al., 2002).

Veiga Junior et al. (2005) relataram que níveis altos de organofosforados foram encontrados em amostras de cumina (*Cuminum cyminum*), uma planta amplamente consumida por crianças e recém-nascidos para acalmar tosses e aliviar dores de garganta. Segundo esses autores, há relatos científicos mostrando que compostos organofosforados do tipo profenofos causam mal estar, dores de estômago e diarreia. No caso do uso da cumina, que não é classificada nem como alimento nem como droga, não existe respaldo para sua utilização pela legislação atual (VEIGA JUNIOR et al., 2005).

Contaminação biológica

Tem sido constatado que as plantas medicinais possuem alta carga microbiana, com microrganismos provenientes do solo, e presentes na superfície dos vegetais, ou decorrentes de más condições de manipulação e armazenamento (ZARONI et al., 2004). Os microrganismos podem contaminar os vegetais durante as etapas pré e pós-colheita. Na pré-colheita, os principais focos de contaminação são o solo, os adubos não compostados de forma adequada, a água de irrigação contaminada, a água utilizada na aplicação de fungicidas e inseticidas, a poeira, os insetos, os animais domésticos e silvestres e a manipulação humana. As fontes de contaminação pós-colheita incluem manipulação humana, limpeza inadequada ou insuficiente de equipamentos de colheita, embalagens de transporte sujas e contaminadas, animais, insetos, poeira, água de lavagem contaminada, veículos de transporte e contaminação de equipamentos utilizados nos processamentos pós-colheita, secagem e armazenamento, realizados de forma inadequada, sem qualquer tipo de controle (BRACKETT, 1999; BEUCHAT, 2002; KALKASLIEF-SOUZA et al., 2009; SATOMI et al., 2005).

Salmonella, *Escherichia coli* O157:H7 e *Listeria monocytogenes* são patógenos que podem ser encontrados nas fezes animais e portanto nos estercos animais não compostados. Esses microorganismos são considerados como alguns dos principais agentes envolvidos em surtos de origem alimentar em países desenvolvidos (WELL; BUTTERFIELD, 1997). A *Salmonella* spp., uma bactéria entérica responsável por grandes intoxicações alimentares, é um dos microorganismos mais amplamente distribuídos na natureza, sendo o homem e os animais seus principais reservatórios naturais. Uma ampla variedade de alimentos pode ser contaminada com essa bactéria. Aqueles que possuem alto teor de umidade, de proteína e de carboidratos, como carne bovina, suínos, aves, ovos, leite e derivados, frutos do mar e sobremesas recheadas, são os mais susceptíveis à deterioração (SHINOHARA et al., 2008).

Em relação às condições de comercialização, Dourado et al. (2005) avaliaram as plantas medicinais comercializadas por “raizeiros” em Anápolis, GO, e verificaram que cerca de 70% das bancas examinadas encontravam-se próximas a fontes de contaminação como poeira e fumaça de veículos, e em 30% das bancas existiam indícios de deterioração dos produtos (mofos, alteração de cor), indicando que os produtos não foram bem processados após a coleta ou foram armazenados de forma inadequada.

Rocha et al. (2004) avaliaram amostras de *Cassia acutifolia* (sene) e *Peumus boldus* (boldo-do-Chile) comercializadas no município de Campinas, SP, e verificaram contaminação fúngica em 92,5% das amostras avaliadas, sendo que, 45% apresentaram níveis de contaminação acima do limite preconizado e 47,5% mostraram-se dentro do limite. Além disso, a manipulação e o armazenamento inadequado desses produtos, que podem ocorrer tanto nas farmácias de manipulação como nas indústrias que produzem os fitoterápicos, podem ser fonte de contaminação secundária. Os resultados demonstram o baixo nível de qualidade, pois além do número considerável de amostras contaminadas (92,5%), foram identificados bolores, que podem produzir micotoxinas, destacando-se os gêneros *Aspergillus* (10% das amostras) e *Penicillium* (7,5% das amostras). Estes foram encontrados em folhas de sene provenientes de farmácias de manipulação e em folhas de boldo-do-Chile obtidas tanto de farmácias de manipulação como de mercados. Os autores afirmam que os fitoterápicos, de maneira geral, são suscetíveis à contaminação fúngica durante os processos de plantio e colheita e que, além disso, a manipulação e o armazenamento pós-colheita realizado de modo inadequado,

que podem ocorrer tanto nas farmácias de manipulação como nas indústrias que produzem os fitoterápicos, podem ser fonte de contaminação secundária (ROCHA et al., 2004). Barbosa et al. (2010) verificaram que as plantas medicinais comercializadas em Montes Claros, MG, apresentavam alto grau de contaminação por fungos e que essa contaminação foi grandemente favorecida pelos tricomas foliares presentes nos órgãos aéreos, assim como pelo contato das plantas com o solo. Esses dados ressaltam importância da conscientização dos agricultores no sentido de se adequarem às boas práticas do cultivo de plantas medicinais, em especial no caso de plantas pilosas e rasteiras e, conseqüentemente, assegurar a qualidade microbiológica das mesmas.

Em estudo conduzido na Arábia Saudita avaliando-se a contaminação microbiana em sementes de cominho produzidas naquele país verificou-se 7×10^7 CFU/g. No entanto, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* foram detectados em baixa intensidade, essas sementes foram consideradas sem risco à saúde. Estudos realizados na Nigéria, por McKee (1995), com amostras de pimenta, tomilho e curry em pó, coletada nos principais supermercados do país, revelaram que a carga microbiana variava de $1,8 \times 10^4$ a $1,1 \times 10^8$ bactérias g^{-1} e que a maioria dos condimentos testados tinha alta carga de *Bacillus cereus* e números significativos de *B. polymyxa*, *B. subtilis* e *B. coagulan*. Trabalho similar realizado na África do Sul revelou que a contaminação varia de muitas centenas a muitos milhões de colônias por grama com os mais altos níveis de contaminação ($> 10^6$ CFU g^{-1}). Outros microorganismos, como *Salmonella*, *Escherichia coli*, também foram detectados. Esses resultados corroboraram a necessidade de métodos seguros de higienização e esterilização das ervas e condimentos (MCKEE, 1995). Hitokoto et al. (1978) analisaram o potencial para micotoxinas de 49 amostras de drogas vegetais providas de drogarias de Tóquio, compostas por 13 espécies distintas, encontrando predominância dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* e incidência de *Rhizopus*, *Mucor*, *Cladosporium* e *Aureobasidium* em algumas amostras. Não foi detectada, no entanto, a presença de micotoxinas em nenhuma das amostras.

Na Europa, verificou-se que, de um total de 138 amostras provenientes de 31 tipos de fitoterápicos obtidos de nove fornecedores da Áustria e da Alemanha, quatro estavam contaminadas com *Escherichia coli*, dois com *Campylobacter jejuni* e nove possuíam fungos potenciais produtores de aflatoxinas (VEIGA JUNIOR et al., 2005).

No Brasil, as aflatoxinas são as únicas micotoxinas, cujos níveis máximos em alimentos estão previstos na legislação. Aflatoxinas fazem parte de um grupo de toxinas produzidas por fungos como metabólitos secundários, sendo produzidas pelos fungos *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* e *A. nominus*. Foram descobertas em 1960 ao provocarem surto com alta letalidade em perus na Inglaterra (SANTURIO, 2000). O Ministério da Saúde estabelece o limite de 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de AFB1 + AFG1 em alimentos de consumo humano e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece o limite de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de aflatoxinas totais para matéria-prima de alimentos e rações. Esse limite é similar ao de outros países e ao recomendado pela OMS e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). A Divisão de Micotoxinas do Laboratório Central de Saúde Pública do Distrito Federal (Lacen-DF) coletou, de 1998 a 2001, 366 amostras de amendoim, milho, castanhas e farinhas nas gôndolas dos supermercados do Distrito Federal a fim de avaliar contaminação com aflatoxinas e verificou contaminação em 60 amostras (CALDAS et al., 2002). Resultados apresentados por Abou-Arab et al. (1999), entretanto, demonstraram que as plantas medicinais e aromáticas não são substratos ideais para formação de aflatoxina, devido aos seus óleos essenciais, que podem ser inibitórios. Isso explica o fato de em alguns estudos se encontrarem microorganismos produtores de aflatoxina, mas não se detectar aflatoxina.

As micotoxinas podem ocasionar intoxicações agudas ou crônicas quando da ingestão de produtos contaminados por bolores, mesmo na forma de chá, pois são termoestáveis. As aflatoxinas produzidas pelo gênero *Aspergillus* possuem elevado ponto de fusão (ao redor de 269°C) e apresentam potencial carcinogênico. São classificadas, segundo o International Agency for Research on Cancer (IARC), no grupo 1, definido como carcinogênico para o homem (ABOU-ARAB et al., 1999; ROCHA et al., 2004). Takayanagui et al. (2007) avaliaram 88 áreas produtoras de hortaliças, em Ribeirão Preto, responsáveis pela produção de 103 vegetais, e suas respectivas águas de irrigação, e detectaram a presença de *Salmonella* em 36 (40,9%) das 88 hortas produtoras e cerca de 5400 coliformes fecais/100 ml nas águas de irrigação. Preocupados com a condição higiênico-sanitária das hortaliças oferecidas à população nessa região, os autores ressaltaram a importância da manutenção de um sistema rigoroso de vigilância sanitária das áreas de produção de hortaliças.

A contaminação microbiana influencia na germinação potencial, no desenvolvimento de sintomas visuais (manchas), na despigmentação, no

odor desagradável, na perda de massa seca, no aquecimento, nas alterações químicas e nutricionais, na perda da qualidade e na produção de micotoxinas (BRAGHINI et al., 2009). A presença de micotoxinas em alimentos tem sido correlacionada a várias patologias humanas. As autoridades de saúde têm implementado ações visando diminuir a ingestão desses compostos na dieta (CALDAS et al., 2002).

A população microbiana presente nas plantas contaminadas é, predominantemente, formada por bactérias formadoras de esporos como *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens*, embora outros patógenos como *Escherichia coli* e *Salmonella* estejam muitas vezes presentes. Além disso, bolores causados por *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp também fazem parte dessa microbiota. Contagens elevadas de fungos constituem um risco, em virtude da possibilidade desses organismos causarem intoxicações por si só ou ainda de serem produtores de micotoxinas, como a aflatoxina, que é uma substância cancerígena, que pode ser carcinogênica, mesmo quando em pequenas quantidades (ABOU-ARAB et al., 1999; ZARONI et al., 2004).

Em relação aos alimentos, Lotto e Valarini (2007) detectaram em amostras de alface (*Lactuca sativa*) não lavadas níveis muito altos de coliformes fecais ($1,7$ a $5,4 \times 10^1$ MNP/ g obtidas no cultivo orgânico e $1,66 \times 10^1$ a $8,16 \times 10^1$ MNP/g obtidas no cultivo convencional) em relação a amostras de alface lavada (3×10^1 a $6,86$ MNP/ g no cultivo orgânico e $2,29$ a $4,4 \times 10^1$ MNP/g no cultivo convencional). Apesar de os níveis de coliformes fecais obtidos no cultivo convencional serem altos, eles estão abaixo do nível crítico de contaminação, determinado pela Resolução RDC 12 (ANVISA, 2001), que estabelece como parâmetro máximo o valor de 2×10^2 MNP/ g. Os autores indicam a necessidade da utilização de práticas adequadas de manejo independente do sistema de cultivo para reduzir esses valores.

Uma das razões para os altos níveis de contaminação relatados é o fato de que muitos agricultores e produtores desconhecem os cuidados que se deve ter nas diversas etapas da produção e pós-colheita para a obtenção de matérias-primas e/ou produtos de qualidade adequada. Ou quando sabem, julgam desnecessários. Esses produtores, na maioria dos casos, não contam com a orientação e acompanhamento de profissionais capacitados (ZARONI et al., 2004). Além disso, a falta de regulamentação do setor e o aumento da demanda pela fitoterapia vêm afetando negativamente a qualidade das

plantas medicinais que são oferecidas à população (AMARAL et al., 2002). Esses resultados indicam a necessidade de adoção de medidas regulatórias e educacionais que assegurem a qualidade destes produtos (ZARONI et al., 2004; BUGNO et al., 2005; DOURADO et al., 2005).

Além disso, a fonte inicial de contaminação de vegetais, muitas vezes, é a semente, que na etapa de produção agrícola pode ter sido contaminada com coliformes fecais. São potenciais fontes de contaminação no campo: a água, a manipulação incorreta do adubo orgânico, contato com outros animais e hábitos inadequados de higiene do trabalhador rural (NATIONAL..., 1999).

A produção de alimentos com o uso de esterco animal não compostado ou compostado de forma inadequada torna esses alimentos mais suscetíveis à contaminação microbiológica. Isto porque, freqüentemente, estão presentes nas fezes de animais, bactérias do grupo dos coliformes fecais, como *E. coli* e *Salmonella sp.*, que podem provocar surtos de infecção alimentar, quando atingem quantidades elevadas nos alimentos e estes não são sanitizados adequadamente antes do consumo. Grande número de enfermidades entéricas é causado por hortaliças contaminadas, principalmente aquelas ingeridas *in natura*. O ambiente úmido associado à utilização desses esterco, constituídos de fezes animais, favorece a contaminação dos alimentos. Sabe-se que grande número de enfermidades entéricas é causada por hortaliças contaminadas, principalmente aquelas ingeridas *in natura* (REZENDE; FARINA, 2001). Esses patógenos têm sido detectados até mesmo nos cultivos hidropônicos, por meio de contaminação da água de irrigação. Por isso é importante conhecer a origem e modo de distribuição da água de irrigação e o histórico do solo. O esterco utilizado como fertilizante deve ser tratado para eliminar microorganismos patogênicos ao homem (por exemplo, por meio da compostagem). Animais (domésticos ou não) não devem ser permitidos na área de produção, especialmente nos campos de produção de sementes. Além disso, é importante programar o tempo entre última aplicação de fertilizantes e a colheita (WELL; BUTTERFIELD, 1997).

Vegetais colhidos em beira de estradas, sem utilização de esterco animal ou agrotóxicos, também apresentam risco, pois em geral apresentam depósitos de poeira e de metais pesados, provenientes das descargas dos veículos. Além disso, pode haver algum problema de contaminação no local da coleta, que pode vir a contaminar os produtos, e causar prejuízo à saúde (FARIAS et al.,

1985). As condições do ambiente, a presença de poluentes e contaminantes na água de irrigação, na atmosfera, no solo, os métodos de esterilização e as condições de armazenamento têm importante papel na contaminação tanto de plantas quanto de plantas medicinais por pesticidas, metais pesados e micotoxinas. As fontes de poluição ambiental são diversas. Metais pesados podem contaminar muitas plantas, causando sérios problemas renais, sintomas de toxicidade crônica, e problemas no fígado, principalmente (ABOU-ARAB et al., 1999). Todos esses problemas podem causar sérios prejuízos ao consumidor, principalmente considerando-se que são pessoas com problemas de saúde que utilizam essas plantas como medicamento (FARIAS et.al., 1985).

Devido aos questionamentos dos rumos tomados pela agricultura moderna, para a qual foram apontadas diversas correlações negativas, como os seus efeitos nocivos à saúde devido ao uso irracional e abusivo de insumos químicos, o acúmulo de resíduos de agroquímicos e de metais pesados nas plantas, a eliminação de predadores naturais reduzindo a biodiversidade, a redução da resistência intrínseca a pragas e doenças, o aumento da erosão dos solos e a exclusão socioeconômica dos pequenos produtores, deu início a um novo tipo de cultivo, denominado agricultura orgânica (SOUZA; RESENDE, 2003; SANTOS, 2005). Considerando-se a tendência mundial de busca por produtos naturais e o fato de as plantas medicinais se destinarem ao uso em pessoas com algum tipo de debilidade, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento-MAPA recomenda que o cultivo dessas plantas seja orgânico. Dentre os fatores que justificam essa recomendação se destaca que os resíduos de agroquímicos e de metais pesados presentes nos mesmos prejudicam a saúde, podem alterar quali e quantitativamente a composição química dessas plantas, durante processo de secagem e extração dos princípios ativos pode-se concentrar os ingredientes ativos dos agrotóxicos. Dessa forma podem perder seu valor terapêutico e até mesmo provocar efeitos colaterais ou tóxicos (CARVALHO; CASALI, 1999; BRASIL, 2006).

A poluição ambiental tem contaminado alimentos e rebanhos em todo o mundo. Balbani e Butugan (2001) citam a utilização de água, proveniente de rios poluídos por esgotos, na irrigação de áreas de cultivo de alimentos, como fonte de contaminação biológica. Além disso, nos países desenvolvidos, muitas das matérias-primas utilizadas pelas indústrias alimentícias, como a soja, são importadas de outros países, nos quais o controle de qualidade da produção de alimentos nem sempre obedece a critérios rigorosos.

Métodos de limpeza e descontaminação

Parte considerável da produção mundial de alimentos é desperdiçada devido a problemas no armazenamento, conservação e transporte. Ao desperdício, somam-se os custos sociais e econômicos das doenças causadas pela contaminação de alimentos por bactérias, parasitas, vírus e toxinas, cujas estatísticas existentes sobre o número de casos são alarmantes. É incalculável a magnitude da perda econômica associada a doenças originárias de alimentos e à rejeição de alimentos contaminados por parasitas e microrganismos patogênicos. Desde os primeiros tempos, as pessoas procuram cuidar melhor dos alimentos, utilizando métodos de preservação, de modo a controlar a deterioração, a transmissão de doenças e a infestação de insetos. Por muito tempo as especiarias foram utilizadas com esse fim. No decorrer dos séculos, as técnicas de conservação de alimentos foram se desenvolvendo com o aumento do conhecimento científico. No entanto, após anos utilizando aditivos sintéticos, verifica-se atualmente retorno a essas técnicas e produtos, condizentes com a idéia de alimento saudável, tão valorizada na sociedade moderna.

Tem sido verificado que algumas bactérias da família Bacillaceae, presentes em plantas utilizadas na forma de chá, são resistentes às altas temperaturas do processo de infusão, adotado no preparo dos chás. Desse modo medidas de controle sanitário são necessárias (KUNENE et al., 1999; citado por VIEIRA et al., 2007). Este fato contribui para a indicação de adoção de processos de descontaminação e conservação dessas ervas antes de serem consumidas. A preocupação com a qualidade, inclusive microbiológica, das plantas medicinais revela que é necessário buscar alternativas para processos de descontaminação que devem ser eficientes e compatíveis com a integridade dos princípios ativos termo-sensíveis (MINEA et al., 2004; KALKASLIEF-SOUZA et al., 2009). Historicamente, os alimentos têm merecido mais atenção da pesquisa do que as plantas medicinais. Mas muitos dos resultados obtidos podem e devem ser considerados no estudo das plantas medicinais e condimentares.

Métodos como o aquecimento, congelamento, secagem, liofilização, irradiação, alta pressão hidrostática, fermentação, adição de antimicrobianos ou de produtos químicos são usados para controlar a contaminação por microrganismos. Com esses tratamentos, populações de microrganismos

são destruídas, outras podem sobreviver e outras podem ser parcialmente prejudicadas (WU et al., 2001). Por outro lado, os consumidores vêm preferindo produtos frescos ou minimamente processados e sem aditivos sintéticos (DADALIOGLU; EVRENDILEK, 2004). Por isso, visando reduzir os riscos à saúde e os prejuízos econômicos, gerados pelos microrganismos que contaminam os alimentos, o uso de compostos antimicrobianos naturais tem se mostrado alternativa promissora (SMID; GORRIS, 1999; OUSSALAH et al., 2007). Dentre esses produtos naturais destacam-se óleos essenciais, quitosana, nisina e a lisozima como compostos ativos com potencial de uso na preservação de alimentos (DEVLIEGHERE et al., 2004).

A lavagem dos vegetais apenas com água, no entanto, é a prática mais comum para se obter um produto mais seguro. É de primordial importância, no entanto, que essa água seja, antes de tudo, de boa qualidade. Se esse requisito não for atendido, a água passa a ser fonte de contaminação primária. A eficácia da operação de lavagem, entretanto, pode ser aumentada com a inclusão de antimicrobianos ou desinfetantes nessa água de lavagem. O uso de soluções desinfetantes na água de lavagem de oleráceas minimamente processadas reduz a contaminação e possibilita que produtos microbiologicamente mais seguros sejam obtidos. Uma lavagem eficiente de hortaliças, em água adicionada de desinfetantes, é um ponto crítico de controle, utilizado com frequência em países como os Estados Unidos. Essa operação tem a finalidade de reduzir a carga microbiana inicial, naturalmente presente nesse tipo de produto, e tem dado bons resultados práticos. Algumas soluções antimicrobianas têm sido estudadas já há algum tempo, por pesquisadores da área de higiene de alimentos. Entre elas, podem-se citar as soluções desinfetantes a base de cloro, compostos de amônia quaternária, ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, o ácido láctico, entre outros. O cloro, em suas várias formas, especialmente na de sais de hipoclorito, é um dos sanitizantes empregados com mais sucesso nas indústrias de alimentos. São compostos eficientes e de baixo custo, tendo larga aplicação, como por exemplo, na forma de spray, para o controle bacteriológico em indústrias de frutas e hortaliças (BERBARI et al., 2001).

Quando se realiza descontaminação nos alimentos, o processo deve ser rápido e efetivo contra todos os microrganismos. Os métodos mais convencionais de descontaminação são químicos e utilizavam, até pouco tempo atrás, soluções de hipoclorito de sódio, óxido de etileno ou brometo de metil, mas

as plantas permaneciam contaminadas com os resíduos destas substâncias (CAMARGO et al., 2008). Nos últimos anos, no entanto, têm se verificado efeitos carcinogênicos e mutagênicos desses resíduos químicos e verificado que seu uso vem sendo restrito e proibido em muitos países, como os da União Européia, por razões de saúde, segurança ambiental e ocupacional (MINEA et al., 2004; KALKASLIEF-SOUZA et al., 2009).

Potencial antimicrobiano de óleos essenciais e extratos aquosos

No Brasil, os processos infecciosos causados no homem por agentes microbianos oportunistas são muito freqüentes, especialmente em decorrência das condições geoclimáticas do país. Geralmente, espécies dos gêneros *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Listeria*, *Vibrio*, *Cândida*, *Cryptococcus*, *Trichosporon*, *Rhizopus* e *Fusarium* constituem-se nos principais agentes etiológicos dessas infecções (ARAÚJO et al., 2004). Nos últimos tempos, o emprego de recursos naturais como mecanismo auxiliar no tratamento de distúrbios e patologias tem ressurgido (BARA; VANETTI, 1998).

Os óleos essenciais são complexos compostos naturais, voláteis, caracterizados por forte odor. Na natureza, desempenham papel importante na proteção das plantas como agentes antibacterianos, antivirais, antifúngicos, inseticidas e também contra herbívoros. Eles também servem para atrair alguns insetos que favorecem a dispersão de pólen e sementes, ou mesmo para repelir outros insetos indesejáveis (BARBOSA, 2010).

Araújo et al. (2004) avaliaram o efeito dos óleos essenciais de *Lippia alba* (erva cidreira), *Cinnamomum zeylanicum* (canela), *Conyza bonariensis* (rabo de raposa), *Cymbopogon citratus* (capim santo), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Eugenia uniflora* (pitangueira) e *Ruta graveolens* (arruda) sobre cepas de bactérias (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *L. grayi*, *L. seeligeri* e *L. weilshineri*) e fungos (*Candida albicans*, *C. tropicalis*, *C. guilliermondii*, *C. krusei*, *Trichosporon inkin*, *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *Penicillium spp*, *Giotrichum candidum*, *Fusarium spp.* e *Rhizopus spp.*) potencialmente causadores de processos infecciosos oportunistas. Verificaram que *Salmonella spp* e *Listeria grayi* foram resistentes a todos os óleos essenciais testados. Verificaram ainda que, de modo geral, as cepas bacterianas foram mais resistentes aos óleos essenciais do que as cepas fúngicas. Os óleos essenciais que apresentaram maior atividade antimicrobiana foram os obtidos a partir de *C. zeylanicum*, *L. alba*

e *C. bonariensis* (ARAÚJO et al., 2004). Bara e Vanetti (1998) constataram que o óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) levou a considerável inibição do crescimento bacteriano. Também os óleos essenciais de plantas como alecrim (*Rosmarinus officinalis*), cravo (*Sysigium aromaticum*), noz moscada (*Myristica fragrans*), pimenta da Jamaica (*Pimenta dioica*) e sálvia (*Salvia officinalis*) demonstraram constituir fontes de compostos bioativos antibacterianos.

A fusariose é uma doença de grande importância econômica, em virtude da redução da produtividade. O controle da doença, muitas vezes, vem sendo realizado com aplicações indiscriminadas de fungicidas químicos, acarretando problemas ao homem e ao meio ambiente. Silva e Pasin (2006) analisaram o efeito de extratos de plantas de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e piracá (*Vernonia scorpioides*) no controle da incidência de *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp e *Alternaria ochraceus* em sementes de girassol (*Helianthus annuus*). Os autores verificaram que o extrato que mais se destacou na inibição da incidência desses patógenos nos grãos de girassol na parte interna da semente foi o de capim-limão. Silva et al. (2009) testaram o efeito de alguns extratos vegetais no controle da fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*) em sementes de feijão caupi (*Vigna cowpea*) e verificaram ação fungicida e inibitória com o extrato de manjeriço (*O. basilicum*). Kuhn et al. (2006) estudaram o efeito de *Curcuma longa*, conhecida como cúrcuma ou açafrão, sobre *Xanthomonas axonopodis* cv. *manihotis* em condições *in vitro*. Verificaram ação bactericida do extrato nas concentrações de 10 % a 20%, dependendo da procedência dos rizomas. Lima et al. (2004) avaliaram o potencial do extrato aquoso da aroeira (*Schinus terebentifolius*), nas concentrações de 5000, 2500, 1250, 625, 313 e 156 $\mu\text{g ml}^{-1}$, sobre o controle de *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Candida albicans*, *C. tropicalis*, *Cryptococcus neoformans*, *Trycophyton rubrum*, *Microsporium canis* e *Epydermophyton floccosum*. Constataram que dentre os onze patógenos testados, oito (*Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomoas aeruginosa*, *T. rubrum*, *M. canis*, *E. floccosum* e *C. albicans*), ou seja cerca de 73 %, foram sensíveis ao extrato aquoso de *S. terebentifolius* na concentração de 5000 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Compostos do metabolismo secundário presentes no extrato bruto ou óleo essencial das plantas medicinais podem desempenhar funções importantes no controle de fitopatógenos, por meio da ação antimicrobiana direta, por meio da

inibição do crescimento micelial e da germinação de esporos. O controle pode ocorrer também por meio da ativação dos mecanismos de defesa das plantas tratadas com a indução de fitoalexinas, indicando a presença de compostos com característica de elicitores (STANGARLIN et al., 1999).

Além de extratos de plantas medicinais, extratos etanólicos de própolis também têm mostrado efeito positivo no controle de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* sp., *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Proteus vulgaris*, entre outros (KATIRCIOGLU; MERCAM, 2006; VARGAS et al., 2004). A atividade antimicrobiana tem sido observada, principalmente, sobre bactérias gram-positivas, sendo as gram-negativas mais resistentes (VARGAS et al., 2004). Sugere-se que a atividade antibacteriana do extrato de própolis possa estar associada ao alto conteúdo de substâncias do tipo flavonóides e outros componentes presentes nas amostras de própolis (GRANGE; DAVEY, 1990; KATIRCIOGLU; MERCAM, 2006). Similarmente, Bianchini e Bedendo (1998) avaliaram o efeito antibiótico da própolis sobre cinco espécies de bactérias fitopatogênicas (*Agrobacterium tumefaciens*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Erwinia chrysanthemi*, *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) e verificaram que a maioria das espécies bacterianas analisadas foi sensível à ação inibitória da própolis.

O estudo de produtos naturais com potencial de aplicação em alimentos tem causado cada vez mais interesse devido à necessidade de produzir alimentos processados ao mínimo, com menos aditivos sintéticos, propriedades organoléticas preservadas e extensa vida de prateleira. Neste contexto, óleos essenciais de plantas condimentares já utilizados como flavorizantes e com elevado potencial antimicrobiano ganham uma nova perspectiva de uso (BARBOSA, 2010).

Uso da irradiação em alimentos e em plantas medicinais

Devido aos surtos de doença alimentar, relatados em setembro de 2006, por *Escherichia coli* O157:H7 associado ao consumo de alface americana e espinafre minimamente processado, no qual mais de 200 pessoas foram contaminadas e 3 pessoas morreram, o FDA americano resolveu em agosto de 2008, aprovar o uso da irradiação na descontaminação desses alimentos, de modo a garantir a inocuidade dos mesmos (FDA, 2008). A crescente preocupação com segurança alimentar, especialmente após esse surto, reforça

a necessidade de adoção de melhores tecnologias na etapa de produção (DONAHUE et al., 2004). Paralelamente, em função da proibição do comércio de alimentos com resíduos de defensivos em níveis superiores ao limite máximo estabelecido na legislação de cada país e a proibição de uso de vários fungicidas pós-colheita, formas alternativas de controle vêm sendo testadas e utilizadas (BASSETO et al., 2007).

Em muitos países têm sido realizado tratamento por irradiação gama, para minimizar a contaminação microbiológica dos alimentos e evitar a aplicação de produtos químicos para conservação (BENNET et al., 1998 citado por VIEIRA et al., 2007). Satomi et al. (2005) testaram e compararam o efeito descontaminante da fumigação com óxido de etileno e da exposição à irradiação gama de 5, 11 e 17 KGy em alimentos. Verificaram que ambos os métodos foram eficazes na redução da carga microbiana e não causaram alteração no teor dos marcadores químicos analisados. Entretanto, em virtude da toxicidade dos resíduos do óxido de etileno é necessário confirmar a estabilidade química e viabilidade da metodologia. Braghini et al. (2009) verificaram que a irradiação gama em doses de até 5 KGy foi efetiva na redução do crescimento de *Alternaria alternata*. Entretanto, uma dose de 10 KGy foi necessária para inibir o crescimento fúngico completo (BENNET et al., 1998 citado por VIEIRA et al., 2007).

No Brasil, em 2001, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou o regulamento técnico para a irradiação de alimentos, publicado na resolução RDC 21. Esta resolução preconiza que qualquer alimento poderá ser tratado por irradiação desde que a dose mínima absorvida seja suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a dose máxima absorvida seja inferior àquela que comprometa as propriedades funcionais, nutricionais e ou os atributos sensoriais do alimento (BRASIL, 2001). Estudos com alimentos indicaram que qualquer alimento irradiado na dose média de 10 kGy é seguro, não induz problemas nutricionais, e possibilita eliminar microrganismos prejudiciais ao alimento e ao homem (WORLD..., 1998).

Apesar da aprovação por diversas agências reguladoras (Food and Drug Administration, Food and Agriculture Organization, Organização Mundial da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e de diversos trabalhos científicos comprovando sua eficiência (GOULARTE et al., 2004; MARTINS et al., 2004; NIEMIRA, 2003a; NIEMIRA et al., 2003b; RAJKOWSKI et al., 2003;

TSUHAKO, 2005), o mercado de alimentos irradiados ainda não atingiu o nível desejado. Segundo Gunes e Tekin (2006), esse fato é, provavelmente, devido ao desconhecimento dessa tecnologia pela população, que acredita, muitas vezes, que o alimento exposto à irradiação torna-se radioativo e ao alto custo do processo. Segundo Ornellas et al. (2006), muitas barreiras à utilização da irradiação em alimentos ainda persistem e impedem a comercialização dos alimentos submetidos a essa tecnologia. Estas não são barreiras de natureza técnica ou científica, mas relacionadas ao custo de sua utilização e à aceitação pelo consumidor. Alguns fatores contribuem para a lentidão no processo de aceitação dos alimentos irradiados. Dentre eles, a associação de alimentos irradiados com alimentos radioativos, o pouco conhecimento da grande maioria da população sobre as causas, incidências e prevenções das enfermidades transmitidas por alimentos e a campanha anti-irradiação promovida por grupos ambientalistas (EUSTICE; BRUHN, 2006).

A principal vantagem atribuída à irradiação ionizante –gama - é seu alto poder de penetração. Desse modo, os materiais podem ser tratados acondicionados na sua embalagem final, evitando dessa forma uma possível recontaminação, além de não contribuir com aumento da temperatura interna do produto. Mesmo assim, ela não substitui as Boas Práticas de Fabricação, já que a irradiação não consegue reverter os processos fisiológicos e químicos envolvidos na decomposição do alimento (HENSON, 1995).

Alguns estudos sobre irradiação de plantas medicinais utilizadas na indústria farmacêutica já foram realizados. Migdal et al. (1998), citado por Vieira et al. (2007), relata que o tratamento por irradiação gama em doses de até 10 kGy foi eficiente na descontaminação de 17 ervas medicinais analisadas, reduzindo bactérias aeróbias, fungos e leveduras em 99,998%, sem causar mudanças consideráveis na sua atividade biológica, isto é, sem degradar substâncias como mentol, flavonóides, ácido valérico e óleos essenciais. Em outro estudo, Koseki et al. (2002) citado por Vieira et al. (2007) avaliaram algumas ervas usadas na fitoterapia, como alecrim, manjeriço e alcachofra, submetidas a doses de 10, 20 e 30 kGy e verificaram que estas apresentaram a mesma ação terapêutica que as não irradiadas. Segundo esses autores, em alcachofra e manjeriço, as concentrações de compostos fenólicos e taninos não sofreram alterações significativas quando foram irradiados. Minea et al. (2004) conseguiu reduzir a carga microbiana de plantas frescas de sálvia (*Salvia officinalis*) e calêndula (*Calendula officinalis*), aos níveis permitidos na Farmacopéia Romena

com irradiações de 1 KGy. Com essas doses não foi verificada alterações significativas na atividade antioxidante e atividade enzimática dessas plantas (MINEA et al., 2004). No entanto, Camargo et al. (2008) verificaram que a irradiação gama causou alteração quali e quantitativa no óleo essencial de *Turnera diffusa*, causando redução nos teores de cineol e timol presentes. Prado et al. (2009) investigaram as espécies fúngicas com potencial micotoxigênico e avaliaram o efeito da irradiação gama (60Co) na destruição da microbiota fúngica natural de cinco plantas medicinais: alcachofra (*Cynara scolymus*), boldo (*Peumus boldus*), camomila (*Matricaria recutita*), chapéu de couro (*Echinodorus grandiflorus*) e sene (*Cassia acutifolia*). Eles verificaram que a partir de 10 kGy todas as amostras apresentaram redução nos níveis de contaminação fúngica por *Aspergillus*. No entanto, mesmo após a irradiação de 10 kGy a contaminação com fungos filamentosos e leveduras permaneceu nas amostras de camomila e de alcachofra, indicando resistência desses microorganismos à irradiação ionizante.

Salama et al. (1977) citados por Aziz et al. (1997) relataram que a variação na resistência a fungos é mais provavelmente uma característica inerente conectada com conteúdo de água no micélio e a produção de compostos químicos radioprotetores. As paredes celulares dos fungos contêm frações consideráveis de lipídeos (acima de 20%), como no caso de algumas espécies de *Aspergillus*. Segundo os mesmos autores constituintes intracelulares como compostos sulfidrilas, pigmentos, aminoácidos, proteínas e ácidos graxos poderiam ser responsáveis pela radio-resistência. A irradiação gama é um processo cuja compatibilidade e estabilidade química precisam ser investigadas, incluindo avaliação toxicológica e possibilidade de alterações químicas e sensoriais indesejáveis (KALKASLIEF-SOUZA et al., 2009).

Minea et al. (2004) consideraram a irradiação de feixes de elétrons, com doses de 0 a 50 kGy, em *Salvia officinalis* e *Calendula officinalis* e verificaram que os níveis microbiológicos foram reduzidos para abaixo do nível permitido, de acordo com a Farmacopéia Romena, após uma dose de 1 kGy para ambas as plantas. Sabendo-se que *Salvia* é uma planta com ativos antisépticos, esta foi totalmente descontaminada após 0,5 kGy.

As mudanças nas propriedades sensoriais são resultado principalmente de reações químicas que ocorrem nos componentes dos alimentos. A mais importante delas é a radiólise da água, que gera moléculas reativas capazes

de interagir com os demais componentes dos alimentos (lipídeos, proteínas, carboidratos e vitaminas). Farkas (1981), citado por Aziz et al. (1997), afirmou que geralmente a qualidade sensorial das ervas condimentares não é diminuída com doses de até 10 KGy de irradiação utilizadas para reduzir a contagem de fungos e bactérias viáveis. Entretanto, em alecrim (*Rosmarinus officinalis*), verificou-se redução no teor de metabólitos secundários após dose de 10 kGy de irradiação gama. A irradiação não causou, no entanto, degradação significativa nos teores de β -caroteno e nem modificação na cor das ervas, o que indica que esses parâmetros não são seguros para determinar efeito prejudicial da irradiação.

Tem também sido relatado que a exposição à irradiação em doses de 6 a 10 KGy seria adequada para esterilizar pimenta (*Capsicum spp*), cardamomo (*Elletaria Cardamomum*), funcho (*Foeniculum vulgare*), cinamono (*Melia azedarach*) sem causar significantes alterações químicas ou sensoriais (AZIZ et al., 1997). Aziz et al. (1997), no entanto, verificaram que a contagem de fungos e actinomicetos viáveis diminuiu com a exposição à irradiação gama e que a dose efetiva para a eliminação desses microorganismos foi de 5 KGy para o funcho, cúrcuma (*Curcuma longa*), absinto (*Arthemisia absinthium*), gengibre (*Zingiber officinalis*), hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), camomila (*Matricaria recutita*), rosa, cominho (*Cominum cyminum*). Segundo Aziz et al. (1997) no Egito não há relatos do uso de irradiação gama para descontaminação de ervas medicinais. No entanto, eles estudaram e verificaram que a dose aproximadamente letal para fungos em funcho e cúrcuma foi 4 KGy, e 5 KGy foi adequado para cominho, absinto, gengibre, hortelã-pimenta, camomila e rosa. Eles concluíram que 5 KGy é a dose letal para a maioria dos fungos e actinomicetos contaminantes das plantas medicinais investigadas.

Nos processos industriais por irradiação, é fundamental que se conheça a quantidade de energia absorvida pelo material, quando ele é exposto à irradiação ionizante. A unidade que mede a dose de energia absorvida é o Gray (Gy), que equivale 1 Joule/kg ou, ainda, a 100 Rad, unidade usada anteriormente. A energia absorvida por unidade de tempo é referida como taxa de dose (BASTOS et al., 2008).

Nos materiais biológicos, quando a irradiação é absorvida há a possibilidade de ela atuar diretamente nos alvos críticos da célula, promovendo a quebra da molécula de DNA, ou indiretamente, interagindo com outros átomos ou

moléculas, particularmente com a água, produzindo radicais livres que podem se difundir e afetar importantes componentes celulares (DIEHL, 1990). No mecanismo direto, os efeitos são explicados como resultado do impacto direto dos raios de alta energia com centros vitais das células, como a cadeia de DNA, provocando sua falência ou impossibilitando sua reprodução. Entretanto, embora este efeito seja reconhecido, a frequência em que isto ocorre, para uma determinada dose de irradiação, provavelmente não é suficiente para explicar os principais efeitos da radiação em um determinado substrato. Assim, os efeitos indiretos são mais importantes (BASTOS et al., 2008). No mecanismo indireto, os efeitos da radiação são atribuídos à ação de radicais livres e espécies altamente oxidantes gerados a partir da radiólise da água (MOLINS, 2001; citado por BASTOS et al., 2008). O efeito indireto da irradiação é extremamente importante nas células vegetativas dos microrganismos, cujo citoplasma é composto por aproximadamente 80 % de água (DIEHL, 1990). No entanto, os microrganismos respondem diferentemente à irradiação. Essas diferenças estão relacionadas às suas estruturas químicas e físicas e à sua capacidade de se recuperar da injúria provocada pela irradiação. A quantidade de energia necessária para controlar os microrganismos nos alimentos varia de acordo com a resistência de cada espécie e com a população total presente nos alimentos (FARKAS, 2006).

Toxicidade associada a plantas medicinais

O uso milenar de plantas medicinais mostrou, ao longo dos anos, que determinadas plantas apresentam substâncias potencialmente perigosas. Do ponto de vista científico, pesquisas mostraram que muitas delas possuem substâncias potencialmente agressivas e, por esta razão, devem ser utilizadas com cuidado, respeitando seus riscos toxicológicos (VEIGA JUNIOR et al., 2005).

Como exemplos de efeitos tóxicos de substâncias presentes em plantas podem ser citados os efeitos hepatotóxicos do apiol, safrol, lignanas e alcalóides pirrolizidínicos; a ação tóxica renal que pode ser causada por espécies vegetais que contêm terpenos e saponinas e alguns tipos de dermatites, causadas por espécies ricas em lactonas sesquiterpênicas e produtos naturais do tipo

furanocumarinas. Componentes tóxicos ou antinutricionais, como o ácido oxálico, nitrato e ácido erúxico estão presentes em muitas plantas de consumo comercial. Além disso, muitas substâncias isoladas de vegetais considerados medicinais possuem atividades citotóxica ou genotóxica e mostram relação com a incidência de tumores (VEIGA JUNIOR et al., 2005).

Um dos casos de toxicidade mais relatados é o do confrei (*Symphytum officinale*). Esta planta é utilizada na medicina tradicional como cicatrizante devido à presença da alantoína. No entanto, também possui alcalóides pirrolizidínicos, os quais são comprovadamente hepatotóxicos e carcinogênicos. Após muitos casos de morte ocasionados por cirrose resultante de doença hepática veno-oclusiva, desencadeadas por estes alcalóides, o uso do confrei foi condenado pela OMS (VEIGA JUNIOR et al., 2005).

Outros exemplos de plantas medicinais potencialmente perigosas são as espécies do gênero *Senecio*, como a jurubeba (*Solanum paniculatum*), ipeca (*Cephaelis ipecacuanha*) e arnica (*Arnica montana*), que além de seus efeitos benéficos bem conhecidos, podem causar irritação na mucosa bucal e inflamações epidérmicas. Em doses elevadas, até mesmo o jatobá (*Hymenaea courba*), conhecido como expectorante e fortificante, pode desencadear reações alérgicas, e a sucuúba (*Himathantus sucuuba*), usada no combate à amebíase, úlcera e gastrite, pode ser abortiva. No caso de gestantes, o uso de espécies vegetais deve seguir rigorosamente os mesmos cuidados dos medicamentos alopáticos. Entre as plantas medicinais que podem causar riscos para mulheres grávidas, por estimular a motilidade uterina e provocar aborto, encontram-se alho (*Allium sativum*), aloe (*Aloe ferox*), angélica (*Angelica archangelica*), arnica (*Arnica montana*), cânfora (*Cinnamomum canphora*), confrei (*Symphytum officinalis*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), gengibre (*Zingiber officinalis*) e sene (*Cassia angustifolia* e *Cassia acutifolia*) (VEIGA JUNIOR et al., 2005). Alguns óleos essenciais também devem ser evitados, como exemplo, os provenientes de bétula (*Betula alba*), cedro (*Cedrela brasiliensis*), erva-doce (*Pimpinella anisum*), jasmim (*Jasminum officinalis*), manjeriço (*Origanum basilicum*), manjerona (*Majorana hortensis*), tomilho (*Thymus vulgaris*), rosa (*Rosa sp.*) e lavanda (*Lavanda angustifolia*). Neste último caso, deve-se evitar o consumo, especialmente nos primeiros meses de gravidez. Estudo recentes, realizados com ratas grávidas, apontaram o efeito colateral abortivo da espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*), planta medicinal de comprovada baixa toxicidade e ação

anti-ulcerogênica, anti-inflamatória e antinociceptiva. Extratos hidroalcoólicos dessa planta mostraram-se abortivos por atuarem no período de pré-implantação dos embriões no útero. Também há riscos para os lactentes associados ao consumo de plantas medicinais pela mãe durante o aleitamento (VEIGA JUNIOR et al., 2005).

A hipersensibilidade é um dos efeitos colaterais mais comuns causado pelo uso de plantas medicinais. Ela pode variar de uma simples dermatite temporária até um choque anafilático. São muito comuns as dermatites provocadas pelo contato com planta. Esse efeito tem sido provocado, em grande parte, nos cosméticos que apresentam, na sua formulação, extratos de plantas ou substâncias isoladas de fonte vegetal. Neste caso, não apenas os usuários como também os profissionais que manipulam os cosméticos, podem contrair dermatoses. Muitas dermatites e reações alérgicas são causadas por tratamentos denominados de aromaterapia, uma prática que se popularizou ao longo da década de 1990, que envolve o uso de óleos essenciais concentrados. Como exemplo, pode-se citar os efeitos alérgicos da cânfora e de misturas contendo óleos de lavanda e jasmim.

Dentre os problemas de toxicidade mais comuns verificados em plantas medicinais destacam-se problemas na identificação incorreta das plantas, na forma em que são comercializadas, ou no preparo e administração inadequados ao tipo de composto presente e efeito esperado (FENNEL et al., 2004).

A qualidade das plantas medicinais

A qualidade das plantas medicinais é determinada, principalmente, pelo teor dos compostos ativos, responsáveis pelos efeitos terapêuticos e pela ausência de contaminantes. A qualidade é máxima quando todas as etapas do processo de produção, desde a obtenção de material propagativo de qualidade, a colheita do órgão de interesse, sem sintomas de pragas e doenças ou outros contaminantes, colhido no estágio de desenvolvimento com maior teor de princípio ativo, no período do dia mais indicado, até as etapas de pós-colheita, como seleção e limpeza, secagem para reduzir a umidade aos níveis mínimos recomendados, embalagem e armazenamento, realizados com cuidado e a segurança necessários. Cada etapa da produção, desde o estabelecimento do

cultivo até a extração da matéria-prima, tem impacto na qualidade e quantidade dos compostos ativos presentes nas plantas (POUTARAUD; GIRARDIN, 2005). No entanto, não é possível melhorar a qualidade por meio do processamento pós-colheita, mas sim, minimizar suas perdas (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005).

O controle da produção de moléculas naturais de interesse farmacêutico implica na necessidade de bom entendimento do metabolismo secundário de uma planta por meio de pesquisas multidisciplinares que envolvam os vários níveis de organização: genômico, para determinação da síntese e regulação; enzimática, para estudar a biossíntese e degradação; bioquímica, para estudar características desses compostos ativos e seus produtos secundários; celular e histológico, para procurar os sítios de síntese e distribuição nos tecidos, e no nível da planta para estudar a produção de compostos ativos em diferentes órgãos durante desenvolvimento da planta e a interação entre processo de síntese e fatores ambientais (POUTARAUD; GIRARDIN, 2005).

Entre as causas de má qualidade da matéria-prima destaca-se a contaminação biológica (fungos, bactérias) e física (solo, partículas estranhas), associada à falta de práticas agrícolas seguras, ao processo de secagem, longo e descontínuo, na maioria das vezes, transporte e embalagens inadequadas. Além desses problemas, os teores variáveis do princípio ativo se confundem com a falsificação por meio da mistura com outros órgãos das plantas e mesmo com outras espécies (MARTINAZO, 2006). Portanto, muitos elementos contribuem para a qualidade: pureza da matéria-prima (sem adulteração), baixo nível de contaminação com bactérias, fungos, pesticidas, ausência de radioatividade e de metais pesados e concentração adequada de compostos ativos (POUTARAUD; GIRARDIN, 2005).

A segurança e a eficácia dos produtos dependem de diversos fatores, dentre estes se destaca a qualidade do produto comercializado. Segundo Farias (2001), a eficácia é dada pela comprovação, por meio de ensaios farmacológicos pré-clínicos e clínicos, dos efeitos biológicos preconizados para esses recursos terapêuticos, e a segurança é determinada pelos ensaios que comprovam a ausência de efeitos tóxicos. No entanto, a má qualidade da matéria-prima vegetal e ou produto fitoterápico derivado pode vir a anular a sua eficácia e trazer riscos à saúde do consumidor. Melo et al. (2004) enfatizam que a fraude e a má qualidade são motivos de preocupação por parte dos profissionais da área de saúde e da comunidade científica, pois interferem na

eficácia e segurança do produto.

O controle de qualidade da produção e da comercialização de drogas vegetais é realizado com base em legislação específica, as portarias da Vigilância Sanitária. Além disso, cada país tem um conjunto de regras que norteia a produção e avaliação da qualidade dos produtos medicinais, denominado de Farmacopéia. Algumas espécies vegetais têm monografias publicadas na Farmacopéia, onde são apresentados os critérios para definir a identidade, pureza e teor de constituintes químicos (BRANDÃO et al., 2006; 2008; MELO et al., 2007). No entanto, há ainda poucas monografias farmacopéicas de espécies vegetais. Há também algumas informações disponíveis, resultantes de pesquisa científica, em revistas técnico-científicas, dissertações e teses, que podem ser encontrados em bibliotecas de universidades e de centros de pesquisa do país ou mesmo na internet.

No Brasil, algumas pesquisas têm sido direcionadas à avaliação da qualidade de fitoterápicos, segundo as normas vigentes. Brandão et al. (1998), em Minas Gerais, avaliaram 27 amostras comerciais de camomila procedentes de farmácias e ervanarias, e uma amostra comercializada na Finlândia, e constataram que somente a finlandesa apresentou-se dentro dos padrões de qualidade exigidos pelos códigos oficiais e pela literatura. As amostras apresentavam-se, na maioria, fora dos padrões de qualidade, sendo que os principais problemas observados foram a destruição da maior parte dos capítulos florais devido ao manuseio excessivo e má conservação, elevada quantidade de matéria estranha e a ausência dos constituintes ativos preconizados nas amostras, detectando-se somente 20% dos constituintes fenólicos de ação espasmolítica.

No Paraná, Barbosa et al. (2001) investigaram a situação das plantas medicinais de seis ervanários, três indústrias e uma farmácia de manipulação da região metropolitana de Curitiba, verificando a identidade, pureza, percentual de umidade, teor do constituinte químico principal e óleo essencial. Todas as amostras foram reprovadas devido à presença de bolor, alto índice de impurezas e teor de boldina abaixo do recomendado na Farmacopéia. Zaroni et al. (2004) mediante análises físico-químicas e microbiológicas monitoraram a qualidade das plantas medicinais produzidas no Estado do Paraná. Das setenta e duas amostras analisadas, apenas cinco (7%) enquadraram-se nos limites para materiais vegetais, preconizado pela OMS, destinados ao uso na forma de

chás ou para uso tópico e, ao mesmo tempo, nos limites para materiais de uso interno. Dez (14%) destes materiais enquadraram-se nos limites para materiais destinados ao uso na forma de chás e infusões ou para uso tópico, mas não se encontraram dentro dos limites para uso interno. A maioria dos materiais, ou seja, cinquenta e sete deles (79%), não se enquadraram em nenhum dos dois limites capazes de garantir a utilização de um material com a qualidade mínima necessária ao consumo humano.

No Maranhão, Amaral et al. (2003) constataram que 62% das amostras, compostas por aroeira (*Myracrodun urundeuva*), boldo (*Peumus boldus*), cabacinha (*Luffa operculata*), capim-santo (*Cymbopogon citratus*), carqueja (*Baccharis trimera*), enxuga (*Alternanthera tenella*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), melão de são Caetano (*Momordica charantia*), pau-d'arco roxo (*Tabebuia avellanedae*), romã (*Punica granatum*), sene (*Senna alexandrina*) e sucupira (*Bowdichia virgilioides*), apresentavam valores de umidade acima do recomendado, 86% continham impurezas acima do permitido e 81,5% estavam microbiologicamente contaminadas. Após avaliarem 91 amostras de drogas vegetais, compostas por 65 espécies vegetais distintas, comercializadas na cidade de São Paulo, Bugno et al. (2005) verificaram que 93,2% não se adequavam aos parâmetros farmacopêicos de aceitação. Verificaram ainda presença de espécies fúngicas conhecidas pela capacidade em produzir micotoxinas, como *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus fumigatus* e outros *Aspergillus* ssp, detectados em respectivamente 69,2%, 33,8%, 10,8% e 32,3% das espécies vegetais, além de *Penicillium citrinum*, *Penicillium chrysogenum*, *Trichoderma* ssp e *Alternaria* ssp, em 43,1%, 3,1% e 1,5% das espécies vegetais. Abou-Arab et al. (1999) verificaram, em amostras de plantas medicinais, embaladas e não embaladas, presença de fungos, especialmente dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Este último predominou nas amostras de plantas embaladas. Segundo os autores, isto provavelmente se relaciona à presença de umidade no interior da embalagem e às condições inadequadas de armazenamento das mesmas, o que favorece o desenvolvimento de fungos (ABOU-ARAB et al., 1999).

Em relação à forma de apresentação de fitoterápicos comercializados em Recife, PE, Melo et al. (2007) realizaram levantamento dos produtos à base de plantas medicinais em 54 estabelecimentos comerciais entre março e agosto de 2002, representados por duas redes de supermercados (totalizando 11 estabelecimentos) e duas redes de farmácias (num total de

43 estabelecimentos). A análise de rótulos e bulas indicou que apenas dois produtos (7,41%) possuíam as informações técnico-científicas exigidas pela legislação de maneira irrepreensível (um a base de *Centella asiática* e outro a base de *Aesculus hippocastanum*). Apenas cinco produtos apresentaram suas informações em bulas. Verificaram ainda baixa menção das informações requeridas pela RDC 140 de 29 de maio de 2003. Informes sobre a composição qualitativa e quantitativa dos princípios ativos, ação do produto, riscos, frases obrigatórias, reações adversas e conduta em caso de superdosagem estiveram ausentes na maioria dos produtos (92,59%), sobretudo naqueles a base de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) (100%). Perante a RDC 102, a ausência de informes sobre a contraindicação principal, a sugestão da inexistência de efeitos colaterais ou adversos e a baixa menção de advertência (como “ao persistirem os sintomas, o médico deverá ser consultado”, por exemplo) foram os problemas mais frequentes nos produtos analisados. Quanto às indicações terapêuticas atribuídas aos produtos verificou-se que nem todos possuem comprovação científica que suportem as propriedades biológicas sugeridas.

A falta de qualidade da matéria-prima não é problema exclusivo do Brasil e América Latina. Em mercados públicos de Lisboa (Portugal), Martins et al. (2001) avaliaram 62 amostras de plantas medicinais. Fungos foram encontrados em 93,5% das amostras. O nível médio da população fúngica foi de 105 UFC/g e em todas as 13 amostras de camomila foram detectados fungos na faixa de 2,3 a 3,8 log₁₀ UFC/g, correspondendo a 1,99 x 10² a 6,31 x 10³ UFC/g.

Para aumentar a qualidade de uma planta medicinal é necessário definir precisamente o que é importante para se ter qualidade. Três abordagens contribuem para aumentar a qualidade das ervas medicinais: (a) abordagem genética; (b) abordagem agrônômica, com ações desde preparo do solo antes da semeadura até a colheita e (c) abordagem química ou tecnológica, que envolve atividades realizadas da colheita ao produto final. A variabilidade genética é geralmente muito importante. Ecótipos silvestres selecionados por seu alto conteúdo de massa seca e ou teor de compostos ativos e ou resistência a patógenos são de grande interesse nos cultivos, o que demonstra importância da abordagem genética. A abordagem agrônômica foca nos estudos da influência das condições ambientais e de práticas agrícolas no metabolismo secundário, enquanto a abordagem tecnológica foca nos estudos da influência dos processos de secagem e extração sobre teor do metabólito de

interesse (POUTARAUD; GIRARDIN, 2005).

Considerações finais

Em função do aumento da demanda por plantas medicinais no Brasil, assim como em outros países, a preocupação com a qualidade das plantas e dos fitoterápicos tem crescido nos últimos anos. Em muitos estudos têm sido avaliada a qualidade de amostras de plantas nativas e exóticas, obtidas por extrativismo e por cultivo. Na grande maioria dos casos relatados, os resultados indicaram altos níveis de contaminação microbiana e baixos teores de princípios ativos. Portanto, a qualidade do produto comercializado ainda é baixa. Muitas pesquisas são necessárias para fornecer as informações necessárias para otimizar o processo de produção. É necessário dar treinamento, acompanhamento e monitoramento aos produtores, tanto no que tange à etapa de cultivo, quanto na etapa de pós colheita, incluindo secagem, embalagem e armazenamento. A contaminação microbiana potencialmente ocorre em todas as etapas, tanto pela manipulação inadequada quanto pelo contato com materiais contaminados. Evitando-se e reduzindo a contaminação microbiana, é possível aumentar a qualidade das plantas comercializadas e consumidas no país. E nesse caso pode-se dispensar a adoção de métodos de limpeza mais caros ou sofisticados, que muitas vezes deixam resíduos ou danos nas plantas. Por outro lado, em relação ao teor de princípio ativo presente nas plantas, os principais cuidados devem ser tomados nas etapas de cultivo e de colheita. Muitos estudos e pesquisas necessitam ser feitos em relação ao desenvolvimento e teste de metodologias eficientes e viáveis de limpeza das plantas medicinais. É necessário verificar a relação custo/ benefício de cada uma, possíveis danos no consumidor e no meio ambiente, antes de optar ou recomendar alguma. Os efeitos variam entre as plantas, entre os constituintes químicos e entre as fontes de contaminação (fungos e bactérias).

Referências

ABOU-ARAB, A. A. K.; KAWTHER, M. S.; TANTAWY, M. E. El. et al. Quantity estimation of some contaminants in commonly used medicinal plants in the Egyptian market. **Food Chemistry**, Barking, v. 67, n. 1, p. 357-363, 1999.

AMARAL, F. M. M.; RIBEIRO, M. N. S.; COUTINHO, D. F. Comercialização de plantas para uso medicinal em mercados de São Luiz-Maranhão. **Infarma, CFF**, Brasília, v. 14, n. 7/8, p. 66-74, 2002.

AMARAL, F. M. M.; COUTINHO, D. F.; RIBEIRO, M. N. S. et al. Avaliação da qualidade de drogas vegetais comercializadas em São Luís/ Maranhão. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 13, n. 1, p.27-30, 2003.

ANVISA. Regulamento Técnico Princípios Gerais para o Estabelecimento de Critérios e Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Resolução RDC nº 12**, 2 de janeiro de 2001.

ARAÚJO, J. C. L. V.; LIMA, E. O; CEBALLOS, B. S. O. O. et al. Ação antimicrobiana de óleos essenciais sobre microorganismos potencialmente causadores de infecções oportunistas. **Revista de Patologia Tropical**, Goiania, v. 33, n. 1, p. 55-64, 2004.

AZIZ, N. H.; EL-FOULY, M. Z.; ABU-SHADY, M. R. et al. Effect of gamma radiation on the survival of fungal and actinomycetal floral contaminating medicinal plants. **Applied Radiation Isotopes, Oxford**, v. 48, n. 8, p. 71-76, 1997.

BALBANI, A. P. S.; BUTUGAN, O. **Composição biológica de alimentos: revisão ensaio**, 2001. Disponível em: <<http://pediatriasaopaulo.usp.br/upload/html/541/body/06.htm>>. Acesso em: 06/ 12/2010.

BARA, M. T. F.; VANETTI, M. C. D. Estudo da atividade antibacteriana de plantas medicinais, aromáticas e corantes naturais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 7-8, n. 1, p. 22-34, 1998.

BARBOSA, M. C. S.; BELLETTI, K. M. da S.; CORRÊA, T. F. et al. Avaliação da qualidade de folhas de boldo-do-chile (*Peumus boldus* Molina) comercializadas em Curitiba, PR. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-4, 2001.

BARBOSA, C. K. R.; COSTA, J. P. R.; BONFIM, F. P. G. et al. Qualidade microbiológica de plantas medicinais cultivadas e comercializadas em Montes Claros - MG. **Revista Biotemas, Florianópolis**, v. 23, n. 1, p. 77-81. 2010. Disponível em: < <http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume231/77a81.pdf> > .

BARBOSA, L. N. **Propriedade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas condimentares com potencial de uso como conservante em carne e hambúguer bovino e testes de aceitação**. 110 f. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2010.

BASTOS, M. S. R.; OLIVEIRA, V. H. et al. **Ferramentas da ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Banco do Nordeste, 2008.

BERBARI, S. A. G. ; PASCHOALINO, J. C.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito de cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 197-201, 2001.

BEUCHAT, L. R. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. **Microbes and infection**, Paris, v. 4, p. 413-423, 2002.

BIANCHINI, L.; BEDENDO, I. P. Efeito antibiótico do própolis sobre bactérias fitopatogênicas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, 1998.

BLANK, A. F.; SILVA, P. A.; ARRIGONI-BLANK, M. F. et al. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjeriço *c.v. Genovese*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 175-180, 2005.

BORSATO, A. V.; DONI FILHO, L.; AHRENS, D. C. Secagem da camomila [Chamomilla recutita (L.) Raeuchert] com cinco temperaturas do ar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 7, n. 2, p. 77-85, 2005.

BORSATO, A. V.; DONI FILHO, MIGUEL, O. G. et al. Propriedades físico-químicas do óleo essencial de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) *Rauschert*] submetida à secagem em camada fixa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 24-30, 2008.

BOWIE, M. H.; WRATTEN, S. D.; WHITE, A. J. Agronomy and phenology of "companion plants" of potential for enhancement of insect biological control. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v. 23, p. 423-427, 1995.

BRACKETT, R.E. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 305-311, 1999.

BRAGHINI, R.; POZZI, C. R.; AQUINO, S. et al. Effects of g radiation on the fungus *Alternaria alternata* in artificially inoculated cereal samples. **Applied Radiation Isotopes, Oxford**, v. 67, p. 1622-1628, 2009.

BRANDÃO, M. G. L.; FREIRE, N.; SOARES, C. D. V. Vigilância de fitoterápicos em Minas Gerais: Verificação da qualidade de diferentes amostras comerciais de camomila. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 613-616, 1998.

BRANDÃO, M. G. L.; COSENZA, G. P.; MOREIRA, R. A. et al. Medicinal plants and other botanical products from the Brazilian official Pharmacopoeia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 408-420, 2006.

BRANDÃO, M. G. L.; ZANETTI, N. N. J.; OLIVEIRA, G. R. R. et al. Outras plantas medicinais e produtos botânicos da 1ª edição da Farmacopéia brasileira. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 127-134, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 971, de maio de 2006. Aprova a política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 84, seção 1, p. 19, 2006.

BROWN JUNIOR, K. S. Engenharia ecológica: novas perspectivas de seleção e manejo de plantas medicinais. **Acta amazônica**, Manaus, n. 18, p. 291-303, 1988.

BUGNO, A.; BUZZO, A. A.; NAKAMURA, C. T. et al. Avaliação da contaminação microbiana em drogas vegetais. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, São Paulo**, v. 14, n. 4, 2005.

CALDAS, E. P.; SILVA, S. C.; OLIVEIRA, J. N. Aflatoxinas e ocratoxinas em alimentos e riscos para a saúde humana. **Revista de Saúde Pública, São Paulo**, v. 36, n. 3, 2002.

CALIXTO, J. B. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research, Ribeirão Preto**, v. 33, n. 2, p. 179-189, 2000.

CAMARGO, E. E. S.; TELASCREA, M.; VILEGAS, W. Effect of the descontamination using gamma irradiation on the essential oil of *Turnera diffusa* Wild. **Revista Brasileira de Farmacognosia, São Paulo**, v. 18, n. 3, p. 356-359, 2008.

CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relações com luz, estresse e insetos**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 148 p.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 162 p.

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P.; FIÚZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitação de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biológica Leopoldensia, São Leopoldo**, v. 26, n. 2, p. 173-185, 2004.

D'AMATO, C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (Dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental - uma revisão. **Química nova, São Paulo**, v. 25, n. 6, p. 995-1002, 2002.

DAROLT, M. R. Comparação da Qualidade do Alimento Orgânico com o Convencional In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos Orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 289-312.

DI STASI, L. C. **Plantas medicinais: arte e ciência: um guia de estudo**

interdisciplinar. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1996. 230 p.

DOURADO, E. R.; DOCA, K. N. P.; ARAÚJO, T. C. C. Comercialização de plantas medicinais por “raizieros” na cidade de Anápolis – GO. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 67-69, 2005.

DUARTE, M. C. T.; LEME, G.; DELARMELINE, C. et al. REHDER, U. L. Effects of essential oil from medicinal plants used in Brazil against epec and etec Escherichia coli. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, n. 8, p. 139-143, 2006.

FARIAS, M. R.; SCHENKEL, E. P.; BERGOLD, A. M. et al. O problema de qualidade dos fitoterápicos. **Caderno de Farmácia**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 73-82, 1985.

FARIAS, M. R. Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. (Org.). **Farmacognosia, da planta ao medicamento**. PortoAlegre: UFRGS: UFSC, 1999. p. 197-220.

FENNELL, C. W.; LINDSEY, K. L.; MC GAW, L. J. et al. Assessing African medicinal plants for efficacy and safety: pharmacological screening and toxicology. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 94, p. 205-217, 2004.

FUCK, S. B.; ATHANÁZIO, J. C.; LIMA, C. B. et al. Plantas medicinais utilizadas na medicina popular por moradores da área urbana de Bandeirantes, PR, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 291-296, 2005.

GRANGE, J. M.; DAVEY, R. W. Antibacterial properties of própolis (bee glue). **Journal of the Royal Society of Medicine**, London, v. 83, p. 159-160, 1990.

HITOKOTO, H.; MOROZUMI, S.; WAUKE, T. et al. Fungal contamination and mycotoxin detection of powdered herbal drugs. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 36, n. 2, p. 252-256, 1978.

HOSTETTMANN, K.; QUEIROZ, E. F.; VIEIRA, P. C. **Princípios ativos de plantas superiores**. São Carlos: EDUFSCAR, 2003. 152 p. (Série de textos da Escola de verão em química, vol.. IV) .

KALKASLIEF-SOUZA, S. B.; KIKUCHI, I. S.; MANSANO, R. D. et al. Microbial decontamination study of some medicinal plants by Plasma treatment. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 826, p. 205-211, 2009.

KAMEYAMA, O.; ABRÃO JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, J. M. A. et al. Extrato de própolis na sanitização e conservação de cenoura minimamente processada. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 3, p. 218-233, 2008.

KATIRCIOGLU, H.; MERCAN, N. Antimicrobial activity and chemical compositions of Turkish propolis from different regions. **African Journal of Biotechnology**, Bowie, v. 5, n. 11, p. 1151-1153, 2006.

KUHN, O. J.; PORTZ, R. L.; STANGARLIN, J. R. et al. Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Curcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* PV. *manihotis*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 13-20, 2006.

LOTTO, M. C.; VALARINI, P. J. Avaliação da contaminação de coliformes fecais em alface (*Lactuca sativa*), água de irrigação e lavagem em sistemas de produção orgânica e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 1625-1625, 2007.

LUBIAN, C. T.; TEIXEIRA, J. M.; LUND, R. G. et al. Estudo in vitro do potencial antifúngico do extrato aquoso de *Articum lappa* L. sobre espécies do gênero *Cândida*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 9., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2006. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CS/CS_01124.pdf. Acessado em: 29/09/2008.

MARCHESE, J. A; FIGUEIRA, G. M. O uso de tecnologias pré e pós colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 86-96, 2005

MARGINA, A.; ZHELJAZKOV, V. Studies on the influences of some systemic fungicides on the yields and quality of essential oil from bulgarian oil bearing rose. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 426, p. 355-363, 1996.

MARTINAZZO, A. P. **Secagem, armazenamento e qualidade de folhas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf**. 156 f. 2006. Tese (Doutorado) –

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 220 p.

MARTINS, H. M.; MARTINS, M. L.; DIAS, M. I. Evaluation of microbiology quality of medicinal plants used in natural infusions. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 68, p. 149-153, 2001.

MCKEE, L. H. Microbial contamination of spices and herbs: a review. **Food science and technology**, London, v. 28, n. 1, p. 1-11, 1995.

MELO, J. G. **Controle de qualidade e prioridade de conservação de plantas medicinais comercializadas no Brasil**. 96 f. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

MELO, E. C.; RADÜNZ, L. L.; MELO, R. C. A. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais – Revisão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 12, n. 4, p. 307-315, 2004.

MELO, J. G.; MARTINS, J. D. G. R.; AMORIM, E. L. C. et al. Qualidade de produtos a base de plantas medicinais comercializadas no Brasil: castanha da Índia (*Aesculus hippocastanum* L.; capim limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.); e centela (*Centela asiática* (L.) Urban) **Acta Botânica Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 2007.

MICHELE, B. Natural substances useful for the protection of the phytosanitaria of officinal plants. Round table: cultivation and quality of officinal plants. **Phytotherapy Research**, London, v. 10, p. s180-s183, 1996.

MINEA, R.; NEMTANU, M. R.; BRASOVEANU, M. et al. Accelerators use for irradiation of fresh medicinal herbs. In: EUROPEAN PARTICLE ACCELERATOR CONFERENCE, 2004, Lucerne. **Proceedings... Lucerne: European Physical Society, 2004**. p. 2371-2373.

MING, L. C. Estudo e pesquisa de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 3-9, 1994.

NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS, MICROBIOLOGICAL. Safety Evaluations and Recommendations on Sprouted Seeds. In: U. S. FOOD and Drug Administration. 1999. Disponível em: <<http://www.foodsafety.gov/~mow/sprouts2.html>>. Acesso em: 14/03/2009.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SAUCIER, L. et al. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Thyphimurium, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, Oxforde, v. 18, p. 414-420, 2007.

OVIEDO, M. I. P.; TOLEDO, M. C. F.; VICENTE, E. Determinação de resíduos de agrotóxicos organoclorados e hortaliças. **Pesticidas: Resíduos ecotoxicológicos e meio ambiente**, Curitiba, v. 12, p. 111-130, 2002.

POUTARAUD, A.; GIRARDIN, P. Improvement of medicinal plant quality: a *Hypericum perforatum* literature review as a example. **Plant Genetic Resources**, Cambridge, v. 3, n. 2, p. 178-189, 2005.

PRADO, G.; ANDRADE, M. C.; OLIVEIRA, M. S. et al. Efeito da irradiação na microbiota fúngica de plantas medicinais. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1372-1378, 2009.

RANDÜNZ, L. L.; MELO, E. C.; MARTINS, P. M. et al. Secagem de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em secagem de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em secador de leito fixo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 1, p. 79-82, 2002.

REIS, M. S.; MARIOT, A. Diversidade natural e aspectos agronômicos de plantas medicinais. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto alegre: UFRGS: UFSC, 1999. p. 39 -60.

REZENDE, C. L.; FARINA, E. M. M. Q. **Assimetria informacional no mercado de alimentos orgânicos**. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DA NOVA ECONOMIA INSTITUCIONAL, 2., 2001, Campinas. Anais... Campinas, 2001. 15 p. Disponível em: <http://www.pensa.org.br/anexos/biblioteca/14320071595_.pdf>. Acesso em: 14/11/2008.

ROCHA, S. F. R.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Influência de cinco temperaturas de secagem no rendimento e composição do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 3, n. 1, p. 73-78, 2000.

ROCHA, L. O.; SOARES, M. M. S. R.; CORRÊA, C. L. Análise da contaminação fúngica de amostras de *Cássia acutifólia* Dille (sene) e *Peumus boldus* (Molina) Lyons (boldo do Chile) comercializadas na cidade de Campinas- SP. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 521-527, 2004.

SANTOS, R. H. S. Olericultura orgânica. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultur: teoria e prática**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 249-276.

SANTURIO, J. M. Micotoxinas e micotoxicoses na avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 1, 2000.

SATOMI, L. C.; SORIANI, R. R.; PINTO, T. J. A. Descontaminação de drogas vegetais empregando radiação gamma e óxido de etileno: aspectos microbianos e químicos. **Revista Brasileira de Ciência Farmacêuticas**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 445-450, 2005.

SHINOHARA, N. K. S.; BARROS, V. B.; JIMENEZ, S. M. C. et al. *Salmonella spp.*, importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 5, 2008.

SILVA, P. V.; PASIN, L. A. A. P. Efeito de extrato aquoso de *Cymbopogon citratus* Staupf (capim cidreira), *Ocimum basilicum* L. (manjeriçã), *Vernonia scorpioides* (piracá) na incidência fúngica nas sementes de *Helianthus annuus* L. (girassol). In: ENCONTRO LATINO AMERICANOD DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10., 2006, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: UNIVAP, 2006. p. 167-170. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/INIC_2006/inic/inic/02/INIC0000566_ok.pdf>. Acesso em: 29/09/2008.

SILVA, J. A.; PEGADO, C. M. A.; RIBEIRO, V. V. et al. Efeito de extratos vegetais no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em sementes de caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 611-616, 2009.

SINGH, M.; SHIVARAJ, B. Intercropping Studies in Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) (Steud. Wats.). **Journal of Agronomy & Crop Science**, Kingdom, v. 180, p. 23-26, 1998.

SOARES, R. D.; CHAVES, M. A.; SILVA, A. A. L. et al. Influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1108-1113, 2007.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. et al. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotechnologia Ciência e Desenvolvimento**, Uberlândia, v. 11, p. 16-21, 1999.

TAKAYANAGUI, O. M.; CAPUANO, D. M.; OLIVEIRA, C. A. D. et al. Avaliação da contaminação de hortas produtoras de verduras após a implantação do sistema de fiscalização em Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 40, n. 2, p. 239-241, 2007.

TRUMBLE, J. T.; MILLAR, J. G. Biological activity of Marmesin and Demethylsuberosin against a generalist herbivore, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, California, v. 44, p. 2859-2864, 1996.

VARGAS, A. C., LOGUERCIO A. P., WITT, N. M. et al. Atividade antimicrobiana "in vitro" de extrato de própolis. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 34, p. 159-163, 2004.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

VIEIRA, I. F. R.; LEAL, A. S.; KRAMBROCK, K. et al. Identificação de plantas medicinais irradiadas através da ressonância paramagnética eletrônica. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 63-69, 2007.

WALTERS, D. R.; BINGHAM, I. J. Influence of nutrition on disease

development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control (review article). **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 151, p. 307-324, 2007.

WELL, J. M.; BUTTERFIELD, J. E. Salmonella contamination associated with bacterial soft rot of fresh fruits and vegetables in the market place. **Plant Disease**, Beltsville, v. 81, n. 8, p. 867-872, 1997.

ZARONI, M.; PONTAROLO, R.; ABRÃO, W. S. M. et al. Qualidade microbiológica das plantas medicinais produzidas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 14, n. 1, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Tradicional medicene strategy: 2002-2005**. Geneva, 2002. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/WHO_EDM_TRM_2002.1.pdf>. Acesso em: 14/01/2009.

WU, V.C.H.; FUNG, D.Y.C.; KANG, D.H. Evaluation of thin agar layer method for recovery of cold-injured foodborne pathogens. **Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology**, Washington, v. 9, p.11–25, 2001.

YUNES, R. A.; PEDROSA, R. C.; FILHO, V. C. Fármacos e fitoterápicos: necessidade do desenvolvimento da indústria de fitoterápicos e fitofármacos no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 147-152, 2001.



Tabuleiros Costeiros

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

