

## Uso da informática na PI: SisAlert um estudo de caso

---

*José Maurício Cunha Fernandes*

*Willingthon Pavan*

*Rosa Maria Valdebenito Sanhuesa*

### Resumo

A previsão de doenças tem surgido como um componente bem estabelecido no manejo de doenças. Atualmente, um grande número de modelos de simulação de epidemias encontra-se disponível, porém poucos têm sido utilizados realmente como ferramentas de auxílio na tomada de decisões. Entretanto, os modelos de simulação de epidemias podem ter uma aplicação de forma mais generalizada se associados à pronta disponibilização de observações meteorológicas, aos prognósticos climáticos, às técnicas computacionais e aos simuladores orientados aos processos fisiológicos das plantas. Este trabalho tem como objetivo apresentar um sistema de auxílio à tomada de decisão no controle de doenças da cultura da maçã. A metodologia proposta foi baseada no *design pattern* MVC (Modelo-Visão-Controle), programação em camadas, linguagem orientada a objetos, entre outras tecnologias, dividida em servidores específicos para cada atividade, configurando-se como uma plataforma modular e adaptável. O sistema começou a ser implantado na cultura da maçã, no ano de 2003, na região de Vacaria e vem sendo aperfeiçoado no decorrer do tempo.

### Introdução

O conceito de Produção Integrada (PI) surgiu na Europa, quando, em 1970, no meio científico, manifestaram-se preocupações quanto ao limitado alcance do manejo integrado de pragas como processo, para racionalizar e reduzir o uso de pesticidas. Naquele momento, evidenciou-se a necessidade de adequar todos os componentes do sistema produtivo, para diminuir a utilização de agroquímicos de maior risco sem afetar a produtividade e a qualidade da produção. Como consequência daquela proposta, criaram-se grupos de trabalhos com especialistas de diferentes países visando a obter definição, alcance e organização dos sistemas de produção de frutas primeiro alvo deste estudo. Em 1989, estabeleceu-se o regulamento aceito e reconhecido pela Organização Internacional para Controle Biológico e Integrado contra os Animais e Plantas Nocivas (OILB). Essa entidade define Produção Integrada de Frutas (PIF) como “a produção econômica de frutas de alta qualidade, obtida, prioritariamente, com métodos ecologicamente mais seguros, minimizando os efeitos colaterais indesejáveis do uso de agroquímicos, para reduzir riscos ao ambiente e à saúde humana”.

No Brasil a Embrapa Uva e Vinho, a Epagri, a UFRGS o Instituto Biológico de São Paulo e as Associação Brasileira de Produtores de maçãs foram pioneiros em propor e implementar o sistema de Produção Integrada e esta experiência foi apoiada pelo Governo Federal através do Ministério de Agricultura e Pecuária que criou os marcos legais do Sistema e disponibilizou recursos para viabilizar as ações de P&D indispensáveis para a adequação dele às condições brasileiras tanto na cadeia da maçã como em outras frutas. Visto que na Produção Integrada de Frutas é exigido o uso racional dos agroquímicos, o produtor deve justificar tecnicamente cada intervenção química. Neste sentido, as estações de aviso fitossanitário são consideradas uma das ferramentas mais importantes para dar suporte às decisões de tratamentos para os pomares. Reconhecendo isto, foi proposto no âmbito do Projeto de Produção Integrada da Maçã uma ação que visava implementar um sistema de aviso em uma rede de estações meteorológicas automatizadas da região de Vacaria RS, originalmente obtida por uma parceria entre a Embrapa Uva e Vinho e a Associação Gaúcha de produtores de maçãs.

Para viabilizar esta meta, em 2001 a Embrapa Uva e Vinho a Embrapa Trigo e a Universidade de Passo Fundo propuseram o projeto **SisAlert - maçã** visando organizar o conhecimento sobre a cultura da macieira em sistemas dinâmicos computadorizados. A cultura da macieira foi a primeira no Brasil em estabelecer um sistema de aviso Fitossanitário o qual no presente está estabelecido na região de São Joaquim no Estado de Santa Catarina. Neste caso porém, os dados são coletados manualmente e a informação liberada por correio eletrônico e telefone.

O sistema computacional **SisAlert** fornece informação sobre o tempo, risco de ocorrência de doenças com a finalidade de auxiliar na tomada das decisões em programas de manejo de integrado. O **SisAlert** usa modelos que estimam o risco de ocorrência de doenças usando as informações sobre o tempo obtidas de estações automáticas e de prognósticos. Os modelos de avaliação do risco de ocorrência de doenças interpretam a informação de dados de tempo retornando informação sobre os processos recentes na relação patógeno-hospedeiro assim como aqueles que deverão ocorrer em um futuro próximo (PAVAN, 2007).

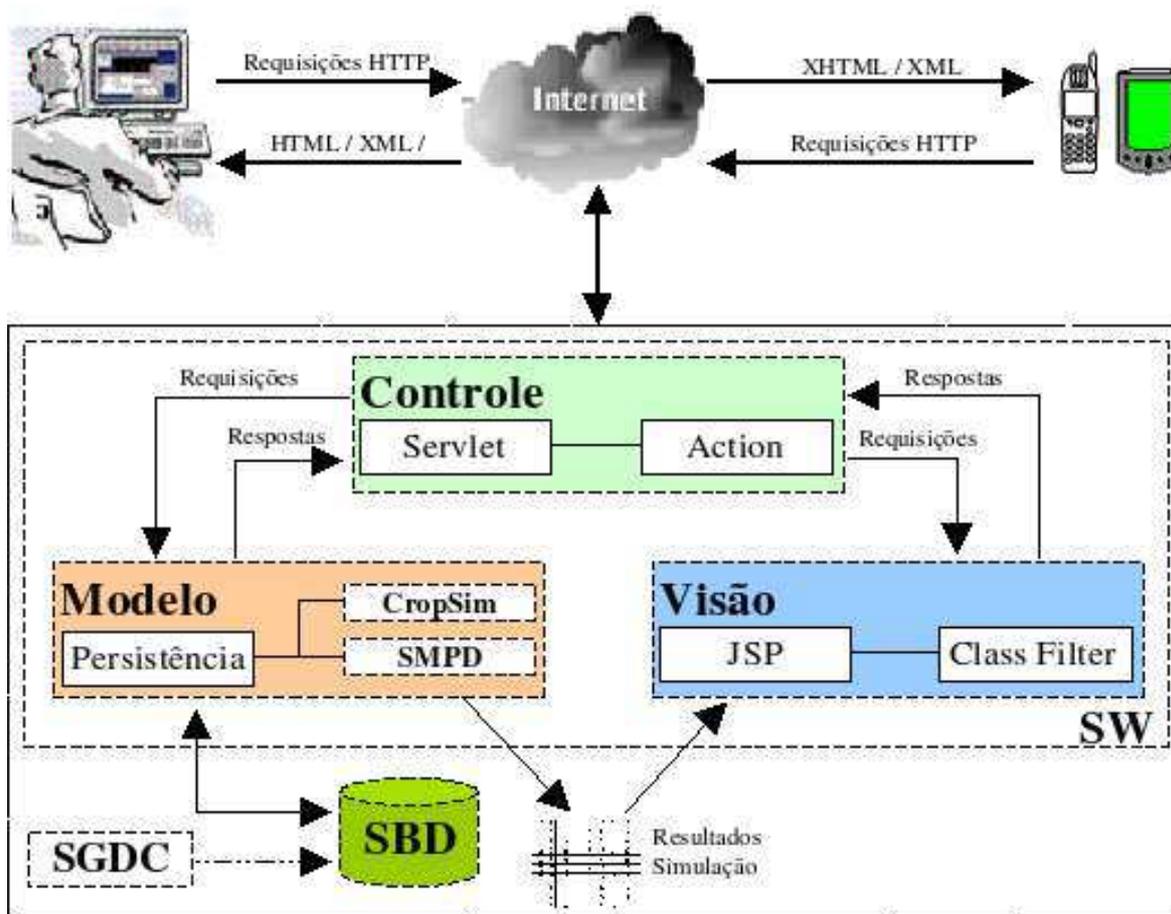
O **SisAlert-Maçã** na eminência de riscos de ocorrência de infecções gera avisos de forma concomitante para o endereço eletrônico e para o telefone celular dos usuários cadastrados. *O sistema foi avaliado durante dois anos em parcelas experimentais e em campo a partir do ciclo 2003 e, durante o período os usuários foram treinados para o seu uso.* Atualmente, aproximadamente 3.000 ha da área com a cultura da macieira, no estado do Rio Grande do Sul, usam esta tecnologia.

O presente trabalho ilustra uma metodologia fortemente apoiada na computação para a implementação, execução e disponibilização de modelos de riscos de epidemias para cultura da maçã na região de Vacaria, no estado do Rio Grande do Sul.

## Material e Métodos

### Plataforma

O SISALERT foi desenvolvido baseado no *design pattern* MVC (Model-View-Controller - Modelo-Visão-Controle), o qual é um modelo de desenvolvimento de aplicações que utiliza as características da programação em camadas, sendo dividido em três camadas, ou áreas funcionais: Modelo, Visão e Controle (VEIT e HERRMANN, 2003). O Modelo representa a "lógica do negócio", ou seja, o estado e o comportamento dos componentes, gerenciando e conduzindo todas transformações; a Visão disponibiliza os dados produzidos pelo Modelo, gerenciando o que pode ser visto do seu estado, apresentando-os em forma de imagens, gráficos e dados tabulados, através de páginas Web ou equipamentos de pequeno porte, como celulares e Palms; e o Controlador determina o fluxo total da aplicação, gerenciando a interação do usuário/sistema com o Modelo (Figura 1).



**Figura 1** – Estrutura de implementação do sistema SISALERT.

### Recursos de software

O desenvolvimento do sistema foi baseado principalmente na linguagem de programação Java. A linguagem de programação Java é uma linguagem de alto nível e orientada a objetos (CORNELL e

HORSTMANN, 1997). O Java está dividido em três plataformas: J2SE, J2ME e J2EE. A plataforma *Java Standard Edition* (J2SE) foi usada no desenvolvimento e na distribuição das aplicações Desktops, sendo usado no desenvolvimento de sistemas embutidos em tempo quase real. Inclui um grande número classes que suportam o desenvolvimento de aplicações Java e para oferecer serviços Web, sendo o alicerce para a plataforma *Java Enterprise Edition* (J2EE). A plataforma J2EE foi usada no desenvolvimento de aplicações transportáveis, robustas, escaláveis e seguras. Entre as tecnologias que compreendem esta plataforma encontram-se o JSP (*Java Server Pages*), EJB (*Enterprise JavaBeans*), JavaBeans, Servlets, etc. A *Java Micro Edition* (J2ME) foi usada para o desenvolvimento de aplicações para dispositivos de pequeno porte e de capacidades limitadas de processamento, armazenamento etc., como PDAs e telefones celulares.

Os modelos de simulação foram executados utilizando-se o J2SE (<http://java.sun.com>). Para a geração da interface com o usuário, utilizou-se de páginas JSP, Servlets e informações em formato XML (*Extensible Markup Language*). Uma base de dados PostgreSQL foi usada para armazenar os dados (<http://www.postgresql.org>). No lado do cliente, a visualização foi feita usando HTML (*Markup hypertext Language*), Javascript e algumas APIs, como mapas do Google (<http://code.google.com/>), JFreeChart (<http://www.jfree.org/jfreechart/>) e AJAX (*Asynchronous Javascript and XML*). O sistema fica em execução permanente e, quando do risco de ocorrência de doenças, os usuários são automaticamente informados por meio de mensagens enviadas para o telefones celulares (SMS) e correio eletrônico (PAVAN et al., 2006; SANHUEZA, 2007). A ferramenta utilizada para desenvolver o sistema foi o Netbeans 5.5.1 (<http://www.netbeans.org/>).

## Resultados

Sarna da macieira: No ciclo 2003, foram incorporadas ao sistema *SisAlert-maçã*, as Tabelas de Mills (MACHARDY, 1996), modificadas para o controle da sarna da macieira (*Venturia inaequalis*) e, este sistema de alerta foi avaliado em parcelas experimentais comparando-se o sistema com a proteção permanente e uma testemunha sem tratamento e, em uma área de pomar que teve como testemunha outra área próxima protegida com o tratamento convencional. Nos resultados obtidos verificou-se que, nas parcelas experimentais tratadas com o alerta mesmo com 8 pulverizações a menos, foi observada incidência igual ao padrão (Tabela 1) e igual tendência ocorreu na área do pomar tratada com alerta quando comparada com a proteção convencional mesmo com a redução de 8 pulverizações (Tabela 2).

**Tabela 1.** Incidência de sarna da macieira em plantas pulverizadas com diferentes métodos e com e sem detecção de ascósporos.

Tratamentos	Incidência de sarna nas folhas	Incidência de sarna na fruta	Número de pulverizações
1. Pulverização em condições para infecção leve	1,4 b	1,7 c	14
2. Pulverização em condições para infecção moderada	1,9 b	2,4 c	14
3. Pulverização em condições para infecção severa	1,1 b	1,6 c	14
4. Pulverização em condições para infecção leve	3,5 b	4,9 b	9
5. Pulverização em condições para infecção moderada	2,6 b	4,8 b	9
6. Pulverização em condições para infecção severa	2,1 b	3,6 bc	9
7. Pulverização a cada 7 dias	1,6 b	1,9 c	14
8. Testemunha sem pulverização	7,2 a	9,2 a	-

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Duncan,  $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Incidência de sarna da macieira em plantas pulverizadas com diferentes fungicidas e com o uso do sistema de alerta sem monitoramento de ascósporos- 2003.

Tratamentos	Folhas saudias	Frutas saudias	Número de pulverizações
<b>1. Pulverização em condições para infecção (grave ou moderada)</b>	98,7 abc	93,3 ab	5
2. Fosfito de potássio	100 a	99,8 a	12
3. Kresoxim methyl	100 a	99,3 ab	12
<b>4. Difenconazole + Captan (Padrão)</b>	<b>99,7 ab</b>	<b>98,5 ab</b>	<b>12</b>
5. Ciproconazole + Captan	99,8 ab	98,9 ab	12
6. Ciproconazole + Captan	99,5 ab	98,5 ab	12
7. Ciproconazole + Captan	99,4 ab	98,5 ab	12
8. Ciproconazole + Captan	99,2 abc	98,5 ab	12
9. Captan	97,4 bc	98,1 ab	12
10. Delan	95,9 c	91,4 b	12
<b>11. Testemunha sem pulverização</b>	<b>35,4 d</b>	<b>26,1 c</b>	<b>12</b>

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Duncan,  $p < 0,05$ ).

Mancha foliar da Gala (*Glomerella cingulata/Colletotrichum gloeosporioides*): Em 2003, incorporaram-se na base de dados das Estações meteorológicas automáticas da Região de Vacaria, os dados do modelo disponível para esta doença e componentes epidemiológicos adicionais, utilizando o alerta gerado pelo sistema *SisAlert* para decidir a proteção de plantas comparando esta estratégia com a proteção química aplicada conforme às recomendações disponíveis. Os resultados mostraram que o sistema é viável e permitiu a redução de 7 pulverizações na área com parcelas experimentais e seis na área de pomar comercial com controle total da doença nas duas áreas.

Podridão branca das maçãs (*Botryosphaeria dothidea*): O modelo de Parker e Sutton (1993) para a podridão branca das maçãs, com modificações, está sendo utilizado em um pomar da Estação Experimental de fruticultura temperada da Embrapa Uva e Vinho em Vacaria, inserido dentro do *SisAlert*. Os resultados finais mostraram a ausência de sintomas nas áreas com e sem Alerta. Enquanto na área sem alerta foram utilizados 6 pulverizações no Alerta somente um, o que demonstra os tratamentos desnecessários feitos na área com proteção permanente.

Podridão “Olho de boi” (*Cryptosporiopsis perennans*): em 2005 e 2006 foi implementado o alerta para a podridão “olho de boi” em maçãs Gala, Fuji e Pink Lady o que se inicia a partir de 50 dias antes da colheita de cada cultivar. Os dados obtidos mostraram a possibilidade de manter níveis baixos de perdas com uso de 3 pulverizações a menos e com igual incidência das doenças.

Prognóstico de epidemias: A partir de 2005 foi informado risco de epidemias associando-se a previsão do tempo (chuvas e temperatura) com os modelos já validados.

## **Discussão**

Os modelos interpretam os dados climáticos, fornecendo informações sobre o comportamento passado ou recente da doença, assim como a predição do nível de risco da epidemia. A capacidade de prever o risco de ocorrência das doenças da macieira faz com que as medidas de controle das doenças através da aplicação de fungicidas seja acionada segundo critérios racionais. Uma decisão de forma mais racional é aquela caracterizada por processos que incorporam a probabilidade de ocorrência do evento na tomada de decisão. O procedimento precisa ser de tal modo claro que permita qualquer outro indivíduo, usando a mesma informação tome uma decisão semelhante. O controle da sarna da macieira sem a tecnologia do *SisAlert-Maçã*, por exemplo, é realizado através da aplicação generalizada de fungicidas na forma preventiva, independente do risco de ocorrência da doença. Espera-se que em algumas situações, o modelo de simulação do risco de sarna conduza o usuário à tomada de decisão de não usar fungicidas, o que deverá contribuir para reduzir o custo de produção e o risco de contaminação do homem e do ambiente.

O uso de dados de prognóstico de tempo tem permitido o alerta preventivo trazendo uma mudança de estratégias para as doenças de maior impacto - sarna e mancha da Gala, diminuído as perdas e reduzido custos pela substituição de fungicidas curativos pelos preventivos.

A chave do formato do **SisAlert** é a modularidade, a qual permite o acoplamento de diferentes modelos em um mesma plataforma.

## **Referências Bibliográficas**

CORNELL, G.; HORSTMANN, C. S. **Core Java**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1997.

CRUSIUS, L.; FORCELINI, C.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M.; FERNANDES, J. M. C. Epidemiology of leaf spot of apple. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 12, 2001.

PARKER, K. C.; SUTTON, T. B. Susceptibility of apple fruit to *Botryosphaeria dothidea* and isolate variation. **Plant Disease**, v. 77, n. 33, p. 385-389, 1993.

MacHARDY, W. E. **Apple Scab**: biology, epidemiology and management. Saint Paul: APS Press, 1996. p. 545.

PAVAN, W. et al. **Web-based system to true-forecast disease epidemics – sisalert**. In: WORLD CONGRESS CONFERENCE OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES, 4., **Proceedings...** [S.l.]: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006.

PAVAN, W. **Técnicas de engenharia de software aplicadas à modelagem e simulação de doenças de plantas**. 140 p. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. A produção Integrada da Maçã no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 3., 2007, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. p. 53.

VEIT, M.; HERRMANN, S. Model-view-controller and object teams: a perfect match of paradigms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ASPECT-ORIENTED SOFTWARE DEVELOPMENT, 2. **Proceedings...** New York, NY, USA: ACM Press, 2003. p. 140-149. AOSD'03.

