



# PUC

ISSN 0103-9741

Monografias em Ciência da Computação  
n° 35/09

## **Um Agente Especialista em Recomendação de Modelos de Susceptibilidade**

**Baldoino Fonseca dos Santos Neto**  
**Sérgio Luiz Ruivace Cerqueira**  
**Carlos José Pereira de Lucena**  
**Tácio Mauro Pereira de Campos**  
**Mônica Priscila Hernandez Moncada**

Departamento de Informática

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO**

**RUA MARQUÊS DE SÃO VICENTE, 225 - CEP 22453-900**

**RIO DE JANEIRO - BRASIL**

## Um Agente Especialista em Recomendação de Modelos de Susceptibilidade

Baldoino Fonseca dos Santos Neto, Sérgio Luiz Ruivace Cerqueira, Carlos José Pereira de Lucena, Tácio Mauro Pereira de Campos, Mônica Priscila Hernandez Moncada

bneto@inf.puc-rio.br, scerqueira@inf.puc-rio.br, lucena@inf.puc-rio.br, tacio@puc-rio.br, mopri@civ.puc-rio.br

**Abstract.** This work presents a recommendation specialist agent of susceptibility model to specific places. A flexible architecture was projected to the specialist agent aiming that it can be evolved. This specialist agent was developed like a feature of the Platform GeoRisc which also is described in this work.

**Keywords:** Multi-agent systems, specialist agent, landslides susceptibility models.

**Resumo.** Este trabalho apresenta um agente especialista em recomendação de modelos de susceptibilidade para locais específicos. Foi projetada uma arquitetura flexível para que o agente possa ser evoluído. Além disso, tal agente foi desenvolvido como uma *feature* da Plataforma GeoRisc que também é descrita neste trabalho.

**Palavras-chave:** Sistemas multi-agentes, agente especialista, modelos de susceptibilidade de escorregamento.

**Responsável por publicações:**

Rosane Teles Lins Castilho  
Assessoria de Biblioteca, Documentação e Informação  
PUC-Rio Departamento de Informática  
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea  
22453-900 Rio de Janeiro RJ Brasil  
Tel. +55 21 3114-1516 Fax: +55 21 3114-1530  
E-mail: [bib-di@inf.puc-rio.br](mailto:bib-di@inf.puc-rio.br)

# Sumário

1 Introdução	1
2 Fundamentos	1
3 Plataforma GeoRisc	2
3.1 Arquitetura	2
4 Especialista	3
4.1 Arquitetura	4
4.2 Ontologia	5
5 Discussões finais e conclusão	6
Referências	7

# 1 Introdução

Diferentes tipos de questões geo-ambientais afetam o Estado do Rio de Janeiro. Dentre todos estes tipos de problemas, o referente a movimentos de massas de solo e rocha em encostas é o de maior recorrência em diferentes municípios fluminenses. Muitos desses municípios não têm recursos financeiros e conhecimento especializado para viabilizar uma análise técnica na localidade, que indique um modelo ideal de cálculo de susceptibilidade a ser adotado.

Com isso, continuam a ser expressivos o número de óbitos e os custos associados à perda de bens materiais e recuperação de áreas degradadas por processos de escorregamentos no Estado. Como exemplo, na Cidade do Rio de Janeiro, entre 1938 e 2001 foi registrada uma média de vinte e oito escorregamentos por ano, envolvendo 516 óbitos. Custos associados a obras de contenção de encostas ultrapassaram, nos últimos 35 anos, US\$ 300.000.000,00 (AMARAL e FEIJÓ, 2004).

Um sistema especialista (SE) é capaz de estender as facilidades de tomada de decisão para muitas pessoas. O conhecimento dos especialistas pode ser distribuído, de forma que possa ser utilizado por um grande número de pessoas (MENDEZ, 1997). Dessa forma, é possível utilizar um SE para auxiliar na tomada de decisão de quais modelos de susceptibilidade uma determinada região pode adotar.

Segundo (FLORES, 2003), um sistema especialista é uma forma de sistema baseado no conhecimento especialmente projetado para emular a especialização humana de algum domínio específico. Um SE irá possuir uma base de conhecimento (BC) formada de fatos, regras e heurísticas sobre o domínio, tal como um especialista humano faria, e deve ser capaz de oferecer sugestões e conselhos aos usuários, como também, adquirir novos conhecimentos e heurísticas com essa interação.

Para viabilizar a criação do SE foi utilizado o vasto conhecimento técnico-científico que vem sendo acumulado, há mais de 20 anos, por diferentes grupos de pesquisa e órgãos públicos que atuam nesta sub-área da Geotecnia Ambiental no Rio de Janeiro.

## 2 Fundamentos

Esse trabalho, por ser multidisciplinar, abrange assuntos referentes à informática e à engenharia, em especial a engenharia civil. Neste item serão apresentados alguns aspectos geo-ambientais de importância para o domínio.

O agente especialista é baseado na Plataforma GeoRisc e o propósito dessa plataforma é fornecer meios para análises de riscos geo-ambientais associados a escorregamentos. Os escorregamentos são movimentos de massa que podem ser classificados de acordo com o tipo da massa e a velocidade que ela percorre, alguns exemplos são a corrida de lama, a queda de rocha, a avalanche de rocha, o escorregamento de detritos...

Para delimitar áreas que tem probabilidade de ocorrerem deslizamentos são gerados mapas de susceptibilidade. Esses mapas geralmente subdividem áreas de acordo com as suas chances de ocorrerem escorregamentos, em classes de nenhuma/baixa a alta probabilidade.

Esses mapas são gerados através de modelos. Os modelos combinam atributos dos tipos de camadas que compõem o ambiente e os fatores que afetam esse ambiente a fim de gerar a probabilidade do escorregamento do solo desse ambiente.

O mapa de risco é a combinação do mapa de inventário com uma análise do nível do dano que o escorregamento em cada ponto do mapa pode gerar, seja ele financeiro seja em nível de vidas.

### 3 Plataforma GeoRisc

A Plataforma GeoRisc é uma linha de produto que oferece um ferramental para cálculos de susceptibilidade e risco geoambiental. Essa plataforma abrange diversas *features*, que representam técnicas, modelos de cálculo para a geração de mapas de susceptibilidade. Esses modelos levam em consideração diferentes tipos de informações geomorfológicas em diferentes tipos de escalas, dessa forma é possível aplicar o conhecimento mantido por institutos e especialistas Geotécnicos, em locais de poucos recursos financeiros e técnicos. Além disso, a plataforma oferece *features* para a análise e recomendação de mapas de suscetibilidade.

#### 3.1 Arquitetura

Um dos requisitos da plataforma era ser flexível para que futuros modelos pudessem ser adicionados na plataforma sem que fosse necessário fazer alterações no núcleo desenvolvido. Dessa forma, uma arquitetura modular e extensível foi elaborada, como visto na Figura 1.

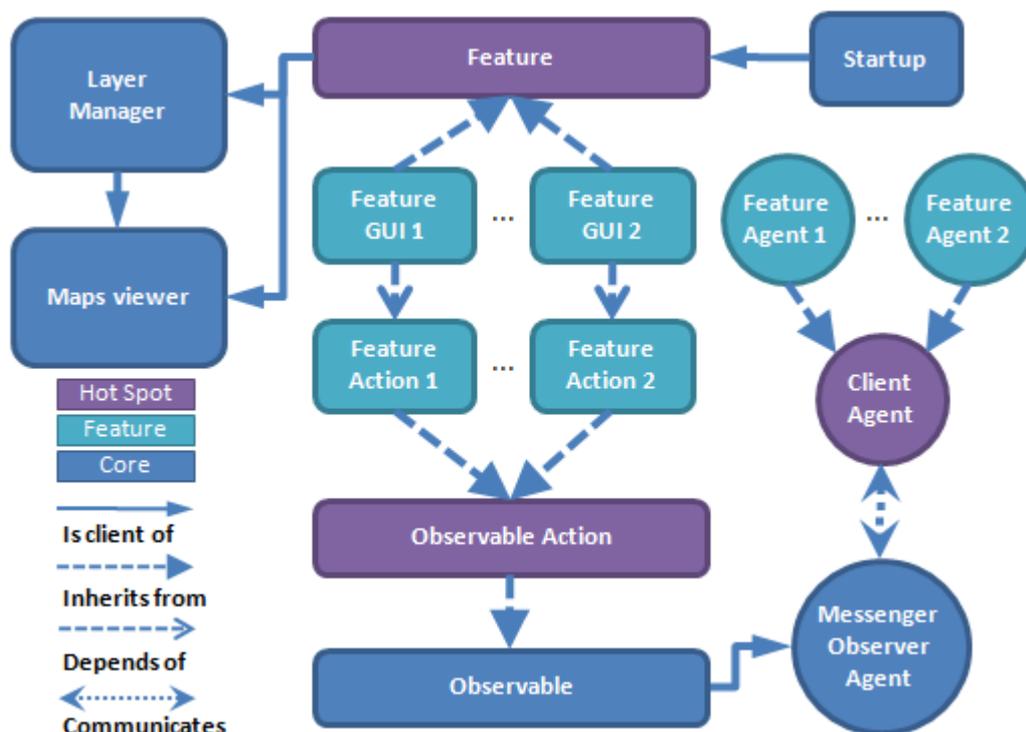


Figura 1 - Arquitetura da Plataforma GeoRisc

A inicialização é feita pelo módulo *Startup*, que se encarrega de verificar se há arquivos Java Archive (JAR) no diretório da aplicação e se esses arquivos contenham as classes necessárias para caracterizar uma *feature* da plataforma. Existindo esses arqui-

vos o componente instancia essas classes em tempo de execução e as adiciona na aplicação. Desse modo, a plataforma tem a capacidade de incorporar novos modelos bastando a adição de um JAR com a implementação desse modelo.

O módulo de Feature é um ponto de extensão que dá acesso para funcionalidades como a gerencia de camadas e a visualização de mapas. O Layer Manager cuida da abertura e manutenção de mapas, que são considerados como camadas na aplicação. O Maps viewer fornece funcionalidades para a visualização dos mapas abertos, o zoom é um exemplo de funcionalidade.

O desenvolvedor de uma *feature* deve criar um módulo Feature GUI, que apresenta a interface para o usuário da plataforma. Para a comunicação desse componente da plataforma com o agente responsável pela *feature* foi utilizado o padrão Observer como visto em (NUNES et al., 2008a; NUNES et al., 2008b). Assim, o desenvolvedor deve criar um módulo Observable Action que representa uma ação lançada pela GUI. Essa ação é capturada pelo agente observador da plataforma e enviada em forma de mensagem para o agente desejado. O desenvolvedor pode criar agentes para a *feature* estendendo o Client Agent.

O GeoRisc serve de base para a implementação do agente proposto nesse trabalho. O Especialista em Recomendação é implementado como uma feature da plataforma.

## 4 Especialista

O agente como dito anteriormente, é uma *feature* incorporada na plataforma GeoRisc. Essa *feature* tem o objetivo de fazer recomendações de modelos de susceptibilidade, que somente especialistas no domínio teriam conhecimento para fazê-lo. Para isso, o agente faz uso de diversas tecnologias e técnicas como a utilização e bases de conhecimento, ontologias e orientação a agentes.

O processo de recomendação do agente especialista é bem simples, como pode ser visto na Figura 2. Esse processo funciona como um ciclo no qual o especialista envia uma pergunta para o usuário fundamentada na própria base de conhecimento e na base dos modelos, essa pergunta pode ser a respeito da região a ser analisada ou dos dados que o usuário possui. Após o recebimento da pergunta, o usuário informa a resposta. Essa resposta é processada pelo especialista, que pode atualizar ou fazer inferências na base de conhecimento. Caso não haja nenhuma pergunta adicional o especialista informa o modelo ideal para a região escolhida.

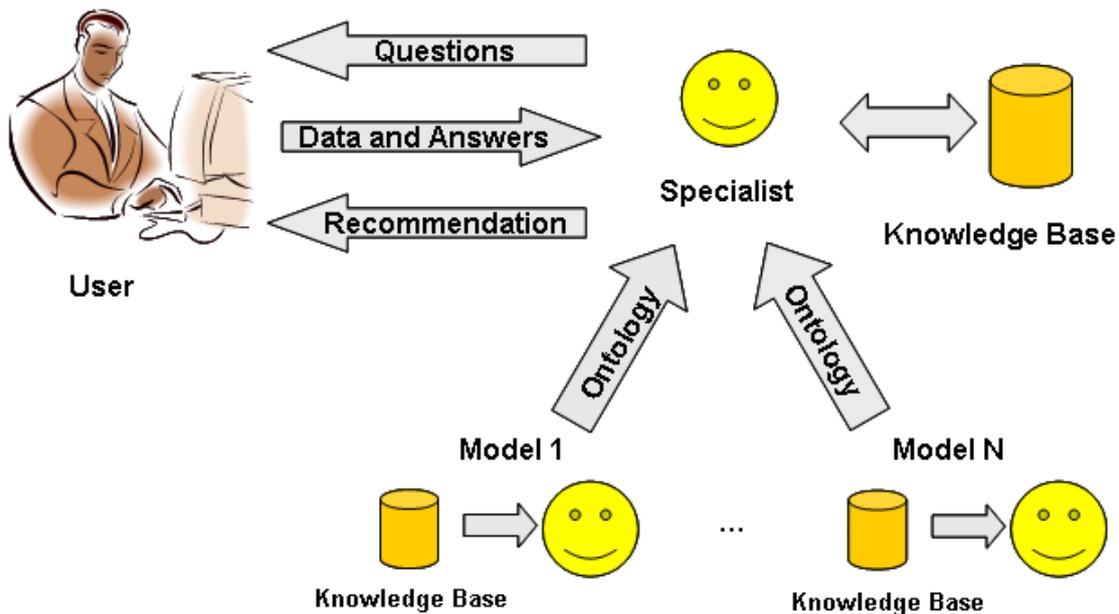


Figura 2 - Funcionamento

#### 4.1 Arquitetura

O especialista foi construído para que possam ser adicionadas novas perguntas ao modelo, a fim de que, o modelo evolua e possa dar recomendações cada vez mais adequadas. A arquitetura pode ser vista na Figura 3.

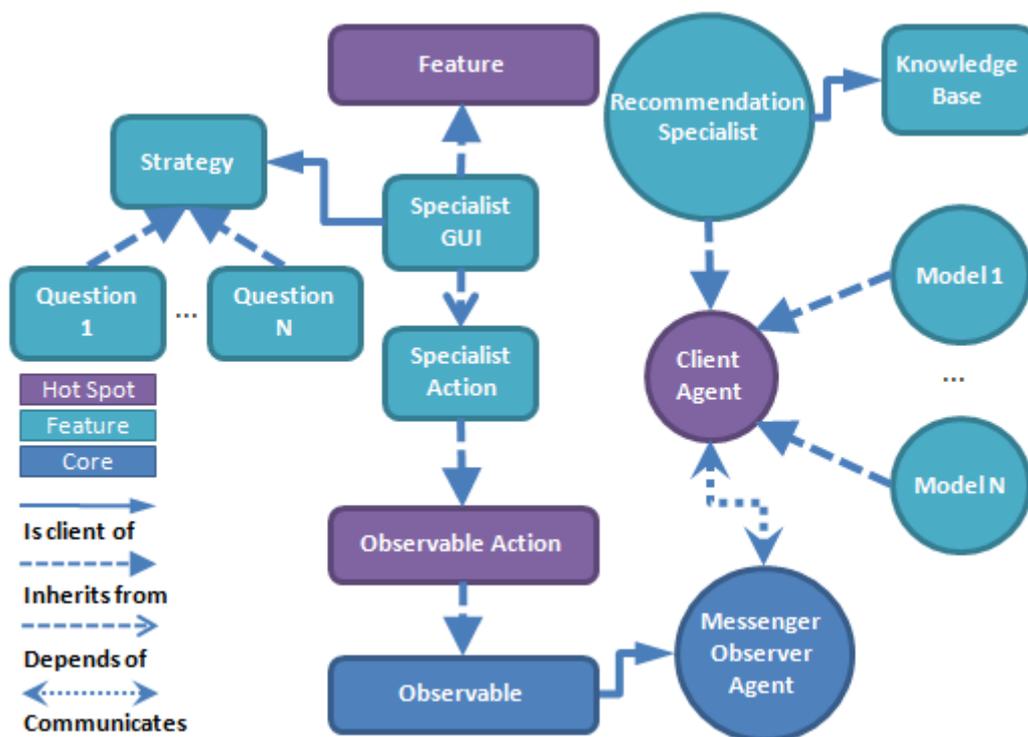


Figura 3 - Arquitetura do especialista

Como visto na Figura 3, o Specialist GUI utiliza um componente que representa o padrão Strategy. Esse padrão foi utilizado para dar uma maior flexibilidade na alteração de perguntas em tempo de execução. Dessa forma o especialista pode escolher

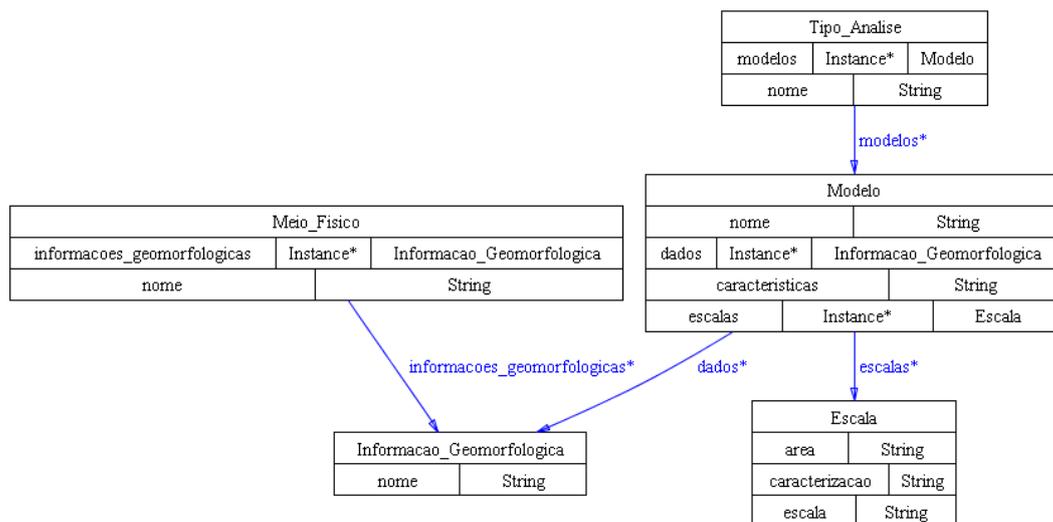
quais perguntas fazer, com isso a pergunta escolhida é instanciada e aplicada no Specialist GUI. Logo após, é requisitado que o GUI reconstrua a interface, nesse momento o Specialist GUI utiliza a estratégia para construir o painel de pergunta.

Após o usuário responder a pergunta, a resposta é encaminhada para o agente especialista. Caso seja a primeira iteração pergunta-resposta entre o especialista e o usuário o agente antes de processar a resposta faz uma requisição para o agente de mensagem requisitando as ontologias dos outros modelos. Já com as ontologias dos modelos o especialista faz inferências nessas ontologias a partir das respostas dadas pelo usuário. Caso haja novas perguntas o especialista requisita à interface que seja feita a próxima pergunta para o usuário.

Um detalhe importante da plataforma é que foi criada no agente especialista uma base de ontologias de modelos que não foram implementados na plataforma. E de acordo com a quantidade que esses modelos forem recomendados eles serão priorizados para as próximas implementações de modelos para a plataforma.

## 4.2 Ontologia

Nesse trabalho foi criada uma ontologia para descrever os conceitos básicos do domínio relativo à análise de susceptibilidade. Com essa ontologia foi possível compartilhar o domínio com os outros agentes que representam os modelos e realizar análises para o processo de recomendação. A Figura 4 apresenta a estrutura da ontologia.



**Figura 4 - Ontologia do domínio do especialista**

Os elementos da ontologia são descritos a seguir (informação verbal) 1.

O Tipo de Análise representa a abordagem utilizada nos tratamentos dos dados (geomorfológicos e humanos) e nas análises de susceptibilidade, a escolha da metodologia dependerá do tipo e da quantidade de dados disponíveis assim como da escala de trabalho escolhida. Alguns dos tipos de análise são as de inventário e as estatísticas.

O Modelo combina atributos das informações geomorfológicas e os fatores que afetam o ambiente a fim de gerar a probabilidade do escorregamento do solo desse meio.

1 Informação fornecida por Monica Moncada, no Rio de Janeiro, em julho de 2009

Cada modelo funciona com determinados tipos de escalas, caso seja utilizado em uma escala diferente o resultado não seria válido. Alguns dos modelos são o de Combinação Qualitativa e o de Fator de Segurança.

A Escala apresenta uma relação de tamanho ou proporção com o dado representado, dependendo da análise a escala de trabalho escolhida pode ser caracterizada com regional (área de interesse), nacional (na escala do estado), local (escala de bairro), entre outras. As escalas também são associadas com a área mínima de estudo que são informadas em quilômetros quadrados. Além disso, elas informam propriamente a escala que é um tipo de proporção como em 1:5.000 a 1:15.000.

O Meio físico é o ambiente que sofre ações de agentes naturais e humanos é onde as pessoas constroem e tiram as matérias para construir alguns exemplos de meios físicos são: a geomorfologia, a hidrografia, a ocupação humana.

A Informação Geomorfológica se refere às formas da superfície terrestre, e aos dados relativos ao meio físico, algumas informações dessas são a unidade de terreno, o mapa de declividades, a litologia e o mapa de uso do solo.

Com as classes e suas propriedades e relacionamentos definidos foram criadas instâncias dos conceitos apresentados. Essas instâncias representam dados reais da base de conhecimento, ou seja, os dados mencionados como exemplo em cada conceito seriam instâncias do conceito.

## 5 Discussões finais e conclusão

Esse trabalho envolve um problema real e com isso trás consigo dificuldades e benefícios que geralmente *toys problems* não conseguem abordar e prever. Além disso, a aplicação de tecnologias e conceitos como agentes de software, linhas de produto, padrões de projeto e ontologias mostram que essas podem ser utilizadas em problemas reais e que a solução dada para este problema faz uso de soluções amplamente testadas e aplicadas na área de engenharia de software.

No desenvolvimento do trabalho surgiram alguns problemas referentes ao domínio. O principal foi que os especialistas que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho somente identificaram regras para a recomendação de modelos com relação a tipos de dados. No início do projeto era esperado que os especialistas identificassem regras com relação à região, a efeitos, a situações, ao clima, entre outros.

Dessa forma, no processo de perguntas para o usuário basicamente é realizada uma pergunta que é relacionada aos tipos de dados e escala dos dados. Após isso, o especialista faz a recomendação do modelo baseado nos dados. Entretanto, a não existência de novas regras não invalida as recomendações do especialista e a infraestrutura criada para fazer as perguntas para o usuário, requisitar a outros agentes as ontologias e o mecanismo de inferências entre as ontologias e respostas adquiridas.

## Referências

- AMARAL, C.; FEIJÓ, R. **Aspectos Ambientais dos Escorregamentos em Áreas Urbanas**. In: *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Vitte. A. C.; Guerra, A.J.T. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2004, Cap.7, pp. 193-224..
- FLORES, C. D. **Fundamentos dos Sistemas Especialistas**. In: BARONE, D. A. C. *Sociedades Artificiais: a nova fronteira da inteligência nas máquinas*. Porto Alegre: Bookman, 2003. p.332.
- MENDES, RAQUEL DIAS. **Inteligência Artificial: Sistemas Especialistas no Gerenciamento da Informação**. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 26, n. 1, Jan. 1997. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19651997000100006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651997000100006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 08 de Julho 2009.
- NUNES, C. *et al* . **On the Modularity Assessment of Aspect-Oriented Multi-Agent Systems Product Lines: a Quantitative Study**, II Brazilian Symposium on Software Components, Architectures, and Reuse (SBCARS 2008), Porto Alegre, Brazil, August 2008. p. 122-135.
- NUNES, I. O. *et al*. **Extending Web-Based Applications to Incorporate Autonomous Behavior**. In: *WebMedia 2008: XIV Brazilian Symposium on Multimedia and Web Systems*, 2008, Vila Velha. *Proceedings of XIV Brazilian Symposium on Multimedia and Web Systems*, 2008. p. 115-122.