



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



# SISTEMA WEB DE FITOPATOLOGIA UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

**GUILHERME BORGES DA SILVA**  
guiborges-@hotmail.com  
IFC-RIODOSUL

**Fábio Alexandrini**  
fabalex@ifc-riodosul.edu.br  
IFC-RIODOSUL-UNIDAVI

**Juliano Tonizetti Brignoli**  
brignoli@ifc-riodosul.edu.br  
IFC-RIODOSUL

**Daniel Gomes Soares**  
daniel@ifc-riodosul.edu.br  
IFC-RIODOSUL

**Charles Roberto Hasse**  
charles@unidavi.edu.br  
UNIDAVI

**Resumo:** O Raciocínio Baseado em Casos é uma técnica de Inteligência Artificial que visa resolver problemas baseando-se em casos resolvidos no passado, usando o cálculo da similaridade para recuperar os casos já resolvidos mais semelhantes com o problema atual. O objetivo deste trabalho consiste em desenvolver um sistema web para o cadastro e registro de casos de fitopatologias para o setor de Fitopatologia do Instituto Federal Catarinense, com o intuito de confeccionar uma nova ferramenta que possa servir de base de pesquisas e registro de uma grande quantidade de informação e dados sobre doenças de plantas. Por ser um sistema web, utilizou-se o banco de dados MySQL e a linguagem PHP. O sistema foi desenvolvido para se tornar uma ferramenta a ser operada por uma equipe do setor de Fitopatologia supracitado, acompanhados por um especialista em fitopatologia. Nos testes realizados, as soluções recuperadas dos casos mais similares puderam ser aplicadas com sucesso, mas caso alguma solução não fosse a ideal para o caso atual, a mesma pôde ser alterada ou, caso o usuário desejasse, pôde-se inserir novas soluções para a enfermidade encontrada.

**Palavras Chave:** RBC - Intelig.Artificial - Fitopatologia. - Tec.Inf. Comunicação - Ciência Computação



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEG e T**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
© Iniciação de Recursos e Desenvolvimento



## 1 INTRODUÇÃO

O controle e a informação acerca de doenças de plantas, seja ela de qualquer espécie, são cruciais nos dias atuais para que possamos tomar qualquer decisão em relação aos cuidados necessários à cultura de plantas e alimentos em geral. A agro economia é uma das economias onde devemos ter a necessidade da informação e controle, pois tomando como exemplo a produção de alimentos podemos encontrar um dos pilares da sociedade, independente da época em questão.

Segundo o pensamento de Uchôa (2007), os avanços contínuos nesta ciência de patologias de plantas, a Fitopatologia, são necessários para que tenhamos uma melhora no controle de doenças, e para que possamos nos manter atualizados em relação às novas doenças que surgem todos os dias devido a constante evolução das tecnologias empregadas no campo, tendo como exemplo a criação de novos agrotóxicos, e a qualquer mudança nas práticas da agricultura.

Ao longo dos últimos anos, a necessidade de uma ferramenta que possa auxiliar o homem do campo tem crescido consideravelmente, seja esta ferramenta uma base de dados, ou ainda uma ferramenta que possa servir como um apoio à decisão do especialista. Podemos encontrar sistemas especialistas, bem como sistemas de base de casos que conseguem, de alguma forma, auxiliar ao agricultor no momento da necessidade da informação (Uchôa, 2007).

Tais sistemas especialistas e sistemas de base de casos fazem parte de uma área da computação conhecida como Inteligência Artificial (IA), que está tendo um amplo crescimento quanto a sua utilização nas mais diversas áreas de conhecimento. No escopo da IA encontramos uma variedade de técnicas que utilizam o poder do processamento computacional para a tomada de decisões baseadas em regras e algoritmos.

O Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica de IA que tem por função a resolução de problemas baseando-se em experiências passadas – casos – armazenadas em uma base de casos. A resolução de problemas tem como base a consulta e adaptação de soluções de problemas similares contidos na base de casos (Wangenheim e Wangenheim, 2003). Neste trabalho utilizaremos o RBC a fim de avaliar sua usabilidade como um sistema de apoio ao homem do campo, mas que terá o constante acompanhamento de um especialista no campo de Fitopatologias para que tenha um aumento na sua eficácia e utilização.

Portanto, o trabalho a ser apresentado discursará sobre o desenvolvimento de um sistema web utilizando RBC e que tem como objetivo ser um recurso a fim de catalogar fitopatologias, bem como servir de base para a criação de um herbário fitopatológico<sup>1</sup>. Este sistema foi desenvolvido visando uma futura usabilidade por parte do Departamento de Fitopatologias do Instituto Federal Catarinense, e acredita-se que tal ferramenta possui um grande potencial para servir como um auxílio à fitopatologistas, e posteriormente, uma ferramenta para auxiliar o agricultor.

## 2. FITOPATOLOGIAS

A Fitopatologia, ou patologia de plantas, pode ser encarada como uma ciência que inclui os conhecimentos de botânica, microbiologia, ciência do solo, ecologia, genética, bioquímica, biologia molecular e fisiologia.

*“Doença de planta é um processo dinâmico, no qual hospedeiro e patógeno, em íntima relação com o ambiente, se influenciam mutuamente, do que*

<sup>1</sup> Herbário fitopatológico: coletânea de informações sobre doenças de plantas, que tem como principal objetivo identificar as variáveis de uma determinada doença e servem para referência ou estudos.

*resultam modificações morfológicas e fisiológicas ”*  
(Gäumann ,1946).

Segundo Michereff (2001), a Fitopatologia ou patologia vegetal pode ser definida como a ciência que estuda:

- Os organismos e as condições ambientais que causam doenças em plantas;
- Os mecanismos pelos quais esses fatores produzem doenças em plantas;
- A interação entre agentes causando doenças e a planta doente;
- Os métodos de prevenção ou controle de doenças, visando diminuir os danos causadas por estas.

Definimos então que a Fitopatologia é a ciência que estuda as doenças de plantas, abrangendo todos os seus aspectos, desde a diagnose, sintomatologia, etiologia, epidemiologia até seu controle. Esta ciência baseia-se no estudo de doenças de plantas causadas por patógenos (organismos infectantes) ou condições da natureza (Michereff, 2001).

Novas doenças e mudanças nos patógenos existentes permanecem como uma constante ameaça para plantações, florestas e outras plantas. O desenvolvimento e a inovação de novas abordagens para o controle de doenças de plantas são um constante desafio para fitopatologistas.

Ainda segundo Michereff (2001), doenças de plantas são importantes para o homem devido a causarem danos às plantas e seus produtos, bem como por influenciarem direta ou indiretamente na rentabilidade do empreendimento agrícola.

Diante desta definição de fitopatologia e segundo Uchôa (2007) podemos então notar a necessidade de um diagnóstico precoce e confiável para o controle eficaz de doenças. O treinamento para o reconhecimento dos muitos sintomas que podem ocorrer é imprescindível, já que a semelhança entre algumas doenças pode gerar dúvidas na diagnose. Essas dúvidas podem ser amenizadas com a consulta a um especialista, porém o mesmo pode não estar acessível a todo o momento. Portanto a documentação do conhecimento do especialista se oferecida em forma de um sistema inteligente e que retêm uma base de casos de registros já passados pode contribuir muito para a pessoa que busca esta informação.

### **3. Raciocínio Baseado em Casos**

Russel e Norvig (2004) citam uma grande revolução no campo de IA, seja no conteúdo quanto na metodologia, onde atualmente encontramos mais comumente o uso de teorias existentes como base, ao invés de novas proposições de novas teorias. Podemos encontrar ainda diversos usos de técnicas de IA nas mais variadas áreas, como forma de auxiliar na solução de problemas, tomadas de decisões e aprendizado em geral. Segundo Vassoler (2008), podemos encontrar este uso em áreas como saúde, educação, negócios, ou em qualquer outra área onde se tenha a necessidade da criação de um sistema computacional inteligente.

Raciocínio Baseado em Casos, que é uma técnica de IA, pode ser encarado como um outro enfoque para a solução de problemas e aprendizado, e atualmente vem sendo aplicada de forma cada vez mais diversificada. No RBC procura-se utilizar experiências passadas para a solução de novos problemas, sendo assim, o mesmo resolve um problema novo utilizando adaptações de soluções de problemas similares já conhecidos.

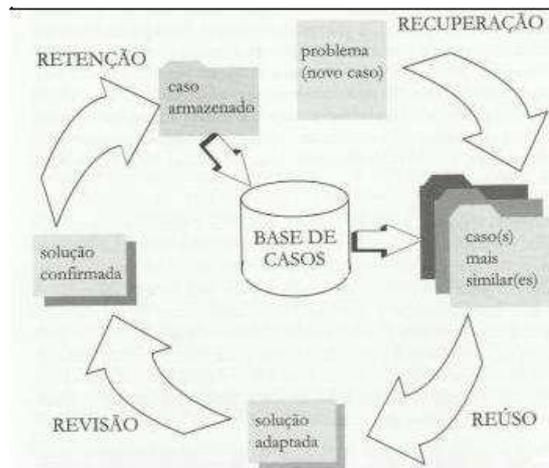
Segundo Wangenheim & Wangenheim (2003), RBC é um paradigma de resolução de problemas, na qual muitos aspectos diferem da forma fundamental de outros enfoques da Inteligência Artificial. O RBC baseia-se na utilização do conhecimento específico de soluções de problemas concretos, experimentados anteriormente, ao invés de basear-se unicamente em um conhecimento generalizado acerca do problema.

Podemos ainda dizer que são sistemas que utilizam o conhecimento representado explicitamente para resolver problemas. Estes sistemas manipulam as informações de maneira inteligente e tem por função auxiliar na resolução de problemas que requerem uma quantidade considerável de conhecimento humano (Rezende, 2003).

Segundo Kolodner (1993) *“um caso é um pedaço de conhecimento contextualizado representando uma experiência que ensina uma lição fundamental para atingir os objetivos do raciocinador”*, portanto podemos entender que casos representam um conhecimento específico de um acontecimento relacionado a um determinado contexto.

O RBC é a forma lógica de pensamentos racionais, que se baseia em acontecimentos. A técnica é importante no modo de implementar um sistema de Inteligência Artificial por trazer para próximo a forma de raciocínio do ser humano, de uma maneira simples e fácil de ser entendida. Uma metodologia simples, onde o problema atual é o ponto de partida para buscar experiências passadas, utilizar a mesma solução ou adaptar de forma que se aplique a novas situações (Ferreira, 2008).

Wangenheim e Wangenheim (2003) assume então que o Ciclo RBC proposto por Aamondt e Plaza (1994) é o modelo mais aceito para o processo RBC.



**Figura 1. Ciclo do RBC, por Wangenheim & Wangenheim (2003)**

Este Ciclo RBC engloba um ciclo de raciocínio contínuo composto por quatro elementos principais, que são:

- Recuperação: dado um determinado problema, recupera-se da base de casos os casos mais relevantes e que apresentam uma solução mais adequada ao problema atual. Este caso consiste do problema, sua solução, e geralmente anotações sobre como a solução foi encontrada;
- Reutilização: é mapeado então a solução do caso passado para o problema determinado. Pode ser necessário a adaptação da solução para que a mesma se encaixe nesta nova situação;
- Revisão: após este mapeamento das soluções passadas, são testadas as novas soluções, e se necessário, revisados e adaptados;
- Retenção: após a solução ter sido adaptada com sucesso para o determinado problema atual, armazena-se a experiência resultante como um novo caso na base.

Segundo Melchioris (1999) o ciclo apresentado raramente ocorre sem intervenção humana. Muitas aplicações de RBC agem primordialmente como sistemas recuperadores de casos, sendo a adaptação frequentemente realizada por um gerente da base de casos.

Wilvert (2005) explica que além destas etapas, existem outros quatro fatores que

são indispensáveis em um sistema RBC, que são:

- a) Problema: caso de entrada propriamente dito;
- b) Solução inicial: solução de partida após um processo de recuperação de casos na base de casos;
- c) Solução proposta: consiste na reutilização das soluções dos casos iniciais;
- d) Solução confirmada: é a solução revisada para o caso atual.

Kolodner (1993) propõe que casos são formados por duas partes maiores: as lições que ele ensina; e o contexto em que o mesmo pode ensinar tais lições. Tipicamente o conteúdo de um caso é formado por três partes principais:

- **descrição do problema ou situação**, apresentando as condições do ambiente no momento que o caso ocorreu e as restrições associadas;
- **solução**, que expressa diretamente a solução derivada para o problema, podendo ser formada por uma ação, um conjunto de procedimentos, uma classificação, etc., variando conforme o tipo de problema que o sistema se propõe a resolver.
- **resultado**, que descreve o estado no ambiente real após o caso ter ocorrido e a solução ter sido aplicada.

Como comumente a descrição do problema ou situação representa o que precisa ser solucionado e de um modo geral, um sistema RBC utiliza as similaridades entre a descrição do caso corrente e do caso armazenado para decidir se um caso deve ser recuperado, a descrição deve ser suficientemente detalhada para que o sistema seja capaz de julgar a aplicabilidade do caso na nova situação.

Segundo Wangenheim & Wangenheim (2003) é comum que casos representem uma situação experimentada, mas que dependendo da situação, este caso pode representar uma situação que evolui com o tempo, pode representar um relacionamento estático, ou ainda pode representar um episódio de solução de um problema e ainda associar uma descrição de uma situação como resultado ou alguma combinação destes.

Segundo Watson (1994), casos podem ser representados em uma grande variedade de formas utilizando praticamente todos os formalismos de representação do campo de Inteligência Artificial, incluindo frames, objetos, predicados, redes semânticas e regras, além de estruturas menos ricas semanticamente como modelos de banco de dados comerciais.

Dada a descrição de um problema ocorrido, um sistema RBC deveria ser capaz de recuperar um caso descrevendo uma solução apropriada ao problema. O objetivo da recuperação de casos é encontrar um caso ou um pequeno conjunto destes na base de casos que contenha uma solução útil para a situação atual (Wangenheim, 2003).

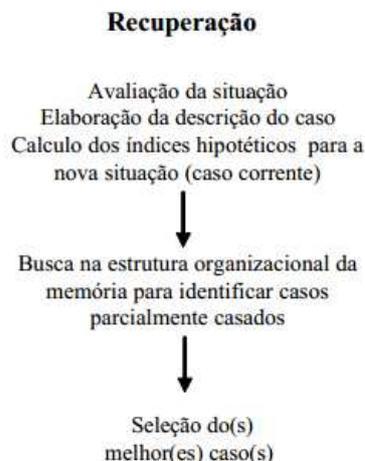


Figura 2. Esquema do processo de recuperação na base de casos (Melchior, 1999).

Conforme podemos verificar na figura 2, inicialmente é feita uma avaliação da situação e são identificadas as características que serão usadas para a busca na base de casos, sendo frequentemente necessário que algumas dessas características sejam elaboradas pelo sistema. Os algoritmos de recuperação, através da descrição do problema e dos índices selecionados para a consulta na base, buscam os casos com potencial de serem similares e utilizam os mecanismos de casamento, seja para calcular o grau de casamento entre a situação corrente e os casos encontrados, seja para calcular o casamento de uma dimensão individual. Os algoritmos de recuperação retornam, então, uma lista dos casos parcialmente casados, cada qual com no mínimo algum potencial de ser útil para o sistema. Os casos são, por fim, analisados pelos procedimentos de classificação e aqueles que possuem mais potencial de serem úteis são retornados.

A similaridade indica a semelhança entre o problema presente e o caso recuperado da base de casos. Tal medida é calculada e aplicada repetidamente para que se obtenha o valor da similaridade de todos os casos da base (Wangenheim, 2003).

Koslosky (1999) diz que a similaridade entre o caso alvo e um caso na base de casos é determinada para cada atributo. Esta medida deve ser multiplicada por um fator peso. O somatório de todos os atributos é calculado e permite estabelecer a medida de similaridade entre os casos da biblioteca e o alvo.

A função para o cálculo da similaridade, segundo Koslosky (1999) é:

$$\textit{Similaridade} (T, S) = \sum_{i=1}^n f (T_i, S_i) w_i$$

Onde:

$T$  é o caso alvo

$S$  é o caso fonte

$n$  é o número de atributos em cada caso

$i$  é cada atributo individual variando de 1 a  $n$

$f$  é a função de similaridade para o atributo  $i$  no caso  $T$  e

$S w$  é peso relativo ao atributo  $i$

Após o procedimento ser repetido para todos os casos da base de casos, temos então um "ranking" dos mesmos (Koslosky, 1999). Quanto mais alto for o valor, maior será a similaridade do problema.

Para modelar a similaridade global, ou a similaridade entre dois objetos, podemos utilizar uma medida de similaridade bastante simples, a técnica *nearest neighbour* (vizinho mais próximo, na tradução literal). O conceito de *nearest neighbour* é relativamente simples, sendo uma soma. Pode-se também considerar a importância de cada atributo para a determinação do vizinho mais próximo ponderando os atributos. (Wangenheim; Wangenheim, 2003).

A solução dos casos recuperados é então transferida para situação presente, se necessário, adaptada para que satisfaça completamente os requisitos da situação presente. Temos então uma reutilização com adaptações. Utilizando-se de diferentes técnicas de adaptação, que vão desde a simples cópia da solução até adaptações realizadas conforme complexas regras que refletem um modelo do domínio de aplicação do sistema RBC (Wangenheim, 2003).

Wangenheim & Wangenheim (2003) diz que, uma vez que um caso é recuperado

da base de casos, a solução sugerida por este caso é objeto de uma tentativa de reutilização para a solução do problema atual. Durante este processo, dá-se uma reutilização de conhecimento de solução por meio da transferência de conhecimento do caso anterior, já conhecido, para o caso atual, que ainda não foi solucionado.

Melchior (1999) cita que existem diversos métodos ou técnicas de adaptação que têm sido usados nesta fase do RBC, como a reinstalação, a adaptação parametrizada, busca local, consulta a memória, substituição baseada em casos, transformação de senso comum, reparo guiado ao modelo, adaptação ou reparo de propósitos especiais, adaptação por derivação, adaptação baseada em críticas, entre diversos métodos. Porém em sistemas RBC, geralmente temos apenas a recuperação do caso pelo sistema, e a técnica de adaptação a ser empregada fica a cargo do gerente do sistema RBC.

#### **4. DESENVOLVIMENTO**

O sistema desenvolvido utilizou a técnica de Inteligência Artificial chamada Raciocínio Baseado em Casos para calcular a similaridade de um novo problema que o especialista em fitopatologia esteja cadastrando, com todos os outros casos de doenças que já estão cadastrados na base de casos. O sistema Web teve por finalidade a criação de um herbário fitopatológico, a fim de cadastrar e registrar casos de fitopatologias para o campo de fitopatologia do Instituto Federal Catarinense, com o intuito de confeccionar uma nova ferramenta que possa servir de base de pesquisas e registro de uma grande quantidade de informação e dados sobre patologias de plantas, além de verificar a eficiência da técnica de RBC em um sistema de apoio ao especialista em fitopatologia.

O controle e a informação acerca de doenças de plantas, seja ela de qualquer espécie, são cruciais nos dias atuais para que possamos tomar qualquer decisão em relação aos cuidados necessários à cultura de plantas e alimentos em geral.

Este sistema possibilita o cadastramento destes problemas, descrições variadas acerca do problema, e principalmente, de suas soluções.

Possui módulos diferenciados para usuários que tenham a permissão de administrador do sistema e para usuários que tenham permissão de utilizadores do sistema. O que diferencia o módulo do usuário administrador para o módulo do usuário utilizador do sistema é que o administrador tem todas as opções disponíveis no sistema para realizar o acesso e para realizar todas as ações existentes. O usuário que é apenas utilizador do sistema não pode acessar determinadas áreas, como a página de cadastro, listagem e edição de usuários. Também não pode excluir dados do sistema, como plantas, doenças, métodos de controle e casos cadastrados.

Na elaboração deste sistema foi empregada a técnica de RBC para encontrar o caso mais similar ao desejado e, conseqüentemente, a solução adequada para o caso atual. Implementou-se as fases de representação, similaridade, recuperação, adaptação e retenção dos casos, baseado no conhecimento adquirido através da fundamentação teórica abordada no presente trabalho.

Para a implementação do sistema, utilizou-se basicamente de recursos de um sistema Web, como a linguagem de programação PHP 5.4.12, juntamente com HTML, Java Script e Ajax.

A ferramenta utilizada para escrever os códigos-fonte foi o Sublime Text 3.0. O banco de dados utilizado é o MySQL versão 5.6.12, e o servidor de aplicação é o Apache 2.4.4. O Sistema está hospedado no domínio próprio do autor deste trabalho e que pode ser acessado através do link [www.guiborges.net.br](http://www.guiborges.net.br).

A primeira etapa do desenvolvimento compreendeu a modelagem do sistema, realizando a análise dos requisitos (funcionais e não funcionais), regras de negócio, Diagrama de Caso de Uso e Diagrama de Entidade-Relacionamento.

Para realizar a modelagem dos Diagramas de Casos de Uso, foi utilizada a ferramenta ArgoUML, na versão 0.30. Para a modelagem do Diagrama de Entidade-Relacionamento, utilizou-se a ferramenta MySQL Workbench 6.2 CE.

O diagrama de caso de uso é utilizado na fase de levantamento de requisitos, análise e design, mostrando as funcionalidades previstas para o sistema e os usuários que utilizarão essas funcionalidades (Engholm, 2010).

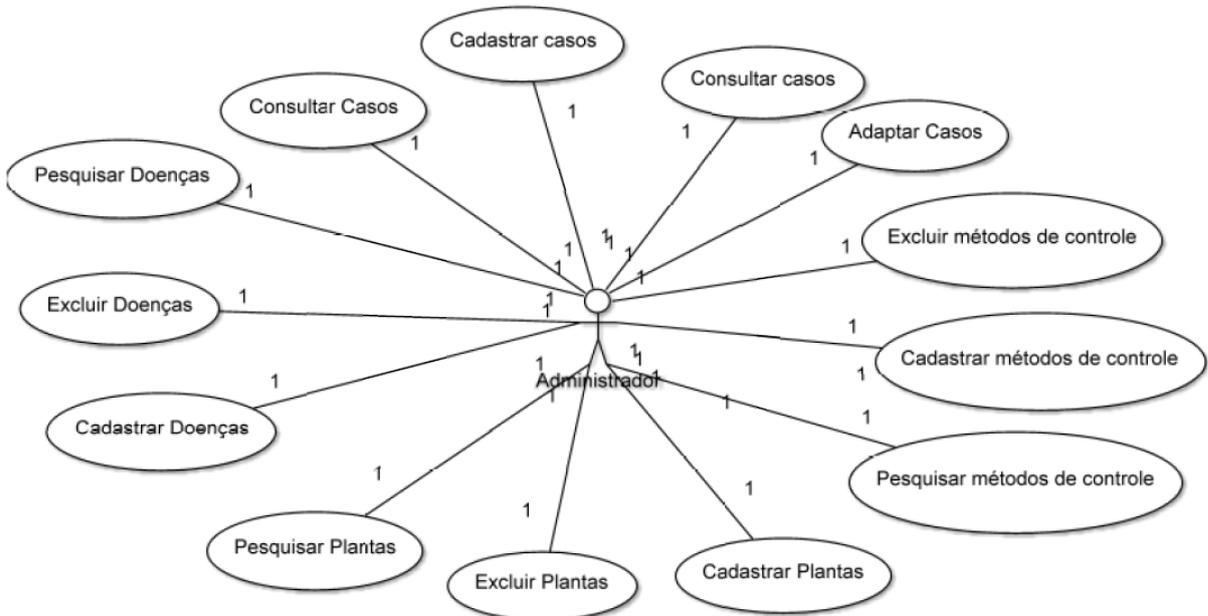


Figura 3. Diagrama de Caso de Uso – Administrador.

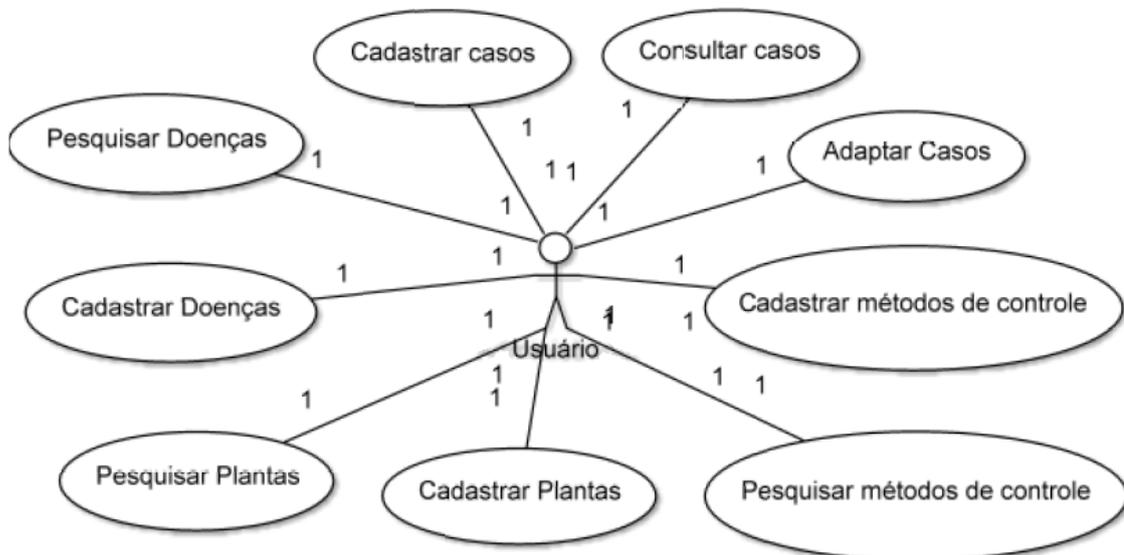


Figura 4. Diagrama de Caso de Uso – Técnico.

As telas apresentadas neste trabalho são telas do usuário que tem a permissão Administrador, por possuir todos os acessos e ter permissão para realizar todas as ações no sistema.

O sistema foi denominado de Sistema AgroRBC, por utilizar o raciocínio

baseados em casos na fitopatologia, tendo como objetivo auxiliar a área de Agronomia do Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul. A logo desenvolvida pode ser observada na Figura 5 abaixo:



Figura 5. Logo do Sistema AgroRBC.

De acordo com as permissões definidas para o usuário, o mesmo terá acesso somente aos menus e opções permitidas. O usuário com permissão de Administrador terá permissão para acessar todas as telas e realizar todas as ações do sistema. Na Figura 6 apresenta-se a página inicial do sistema, com uma mensagem de saudação para o usuário que entrou no sistema.



Figura 6. Página inicial.

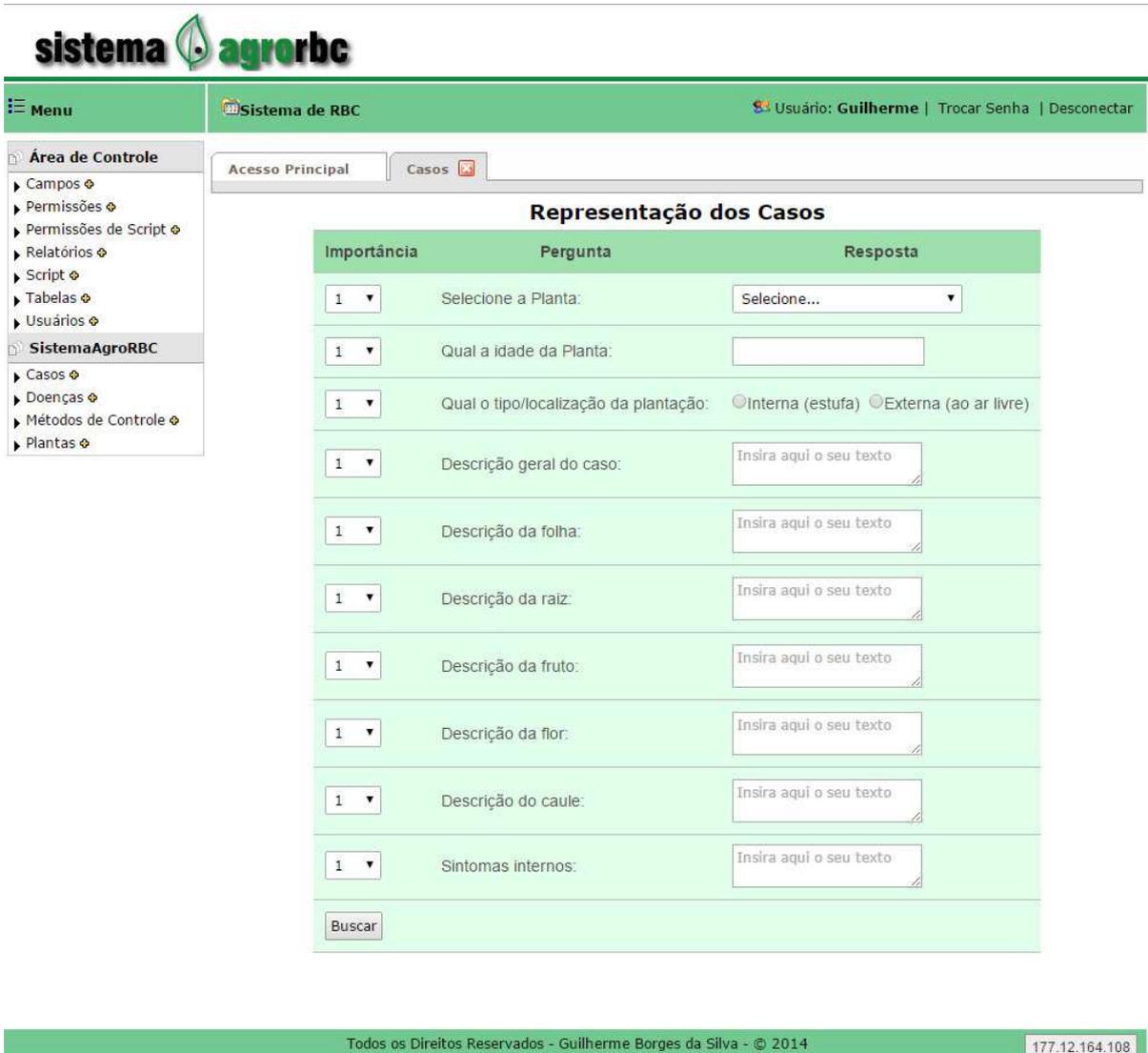
Na Figura 7 encontra-se a primeira página que é mostrada ao usuário ao se clicar no menu “Casos”. Nesta página encontramos a Representação dos Casos, onde são realizadas as buscas pelas soluções dos casos passados e registrados na base de casos. Esta página se caracteriza por realizar a fase de RBC chamada Representação dos casos.

Para que a fase de representação seja realizada, o usuário do sistema deve preencher nesta página um formulário onde podemos encontrar todos os atributos que são utilizados no cálculo da similaridade, sendo possível escolher o peso de importância desejado para cada atributo. Não existe a obrigatoriedade do preenchimento dos atributos, porém o cálculo da similaridade se baseia em todos os campos, independente do seu preenchimento ou não. Portanto indica-se que o usuário preencha o maior número de informações possíveis para que mais casos similares possam ser encontrados, e com uma precisão de similaridade maior.

Este formulário de representação dos casos foi elaborado com as seguintes questões:

- Seleção da Planta: a planta deve estar pré-cadastrada no sistema;
- Idade da Planta;
- Localização da Plantação: o usuário deve selecionar entre plantação interna (estufa) ou externa (ao ar livre);
- Descrição geral do caso;
- Descrição referente às folhas da planta;
- Descrição referente às raízes da planta;

- Descrição referente aos frutos da planta;
- Descrição referente às flores da planta;
- Descrição referente ao caule da planta;
- Sintomas internos da planta.



**sistema agrorbc**

Menu Sistema de RBC Usuário: Guilherme | Trocar Senha | Desconectar

Área de Controle

- Campos
- Permissões
- Permissões de Script
- Relatórios
- Script
- Tabelas
- Usuários
- SistemaAgroRBC
  - Casos
  - Doenças
  - Métodos de Controle
  - Plantas

Acesso Principal Casos

### Representação dos Casos

Importância	Pergunta	Resposta
1 ▼	Selecione a Planta:	Selecione... ▼
1 ▼	Qual a idade da Planta:	<input type="text"/>
1 ▼	Qual o tipo/localização da plantação:	<input type="radio"/> Interna (estufa) <input type="radio"/> Externa (ao ar livre)
1 ▼	Descrição geral do caso:	<input type="text"/>
1 ▼	Descrição da folha:	<input type="text"/>
1 ▼	Descrição da raiz:	<input type="text"/>
1 ▼	Descrição da fruto:	<input type="text"/>
1 ▼	Descrição da flor:	<input type="text"/>
1 ▼	Descrição do caule:	<input type="text"/>
1 ▼	Sintomas internos:	<input type="text"/>
<input type="button" value="Buscar"/>		

Todos os Direitos Reservados - Guilherme Borges da Silva - © 2014 177.12.164.108

Figura 7. Representação dos casos.

A tela de recuperação dos casos, (Figura 8), apresentada abaixo, traz para o usuário que procura por uma solução os casos mais similares ao caso atual.

Nesta listagem, o usuário poderá ver todas as informações registradas pertinentes aos casos listados, bem como a similaridade global calculada baseando-se nas informações passadas na tela de Representação dos casos.

A partir da listagem dos casos recuperados, o usuário pode visualizar a solução do caso e realizar a adaptação e retenção do novo caso a ser solucionado.

Menu Usuário: Guilherme | Trocar Senha | Desconectar

Área de Controle

- Campos
- Permissões
- Permissões de Script
- Relatórios
- Script
- Tabelas
- Usuários

SistemaAgroRBC

- Casos
- Doenças
- Métodos de Controle
- Plantas

Sistema de RBC Acesso Principal | Casos

### Recuperação dos Casos

Código	Nome Planta	Idade Planta	Localização Plantação	Desc. Caso	Desc. Folha	Desc. Raiz	Desc. Fruto	Desc. Flor	Desc. Caule	Sintomas Internos	Similaridade do Caso	Visualizar
1	1	19	externa	coco caiu	caiu a folha do coqueiro	nada	coco podre	nao tem	nada	nada	36.28%	Visualizar
3	3	21	interna	rosa queimo	manchas amarelas	nada	nao tem	apodreceu	podre	nada	20.69%	Visualizar

[Continuar Cadastrando](#)

Figura 8. Casos recuperados.

Como opção ao usuário, temos os botões de visualizar o chamado listado, ou continuar com o cadastramento da solução pré-inserida na tela de representação dos casos. Caso o usuário deseje visualizar o chamado rapidamente conforme ele foi preenchido no sistema, ele será levado à tela mostrada na figura 9.

sistema agrorbc

Menu Usuário: Guilherme | Trocar Senha | Desconectar

Área de Controle

- Campos
- Permissões
- Permissões de Script
- Relatórios
- Script
- Tabelas
- Usuários

SistemaAgroRBC

- Casos
- Doenças
- Métodos de Controle
- Plantas

Sistema de RBC Acesso Principal | Casos

### Visualização dos Casos

Código do Caso: 1

Campo	Resposta
Planta:	Coqueiro
Idade da Planta:	19
Tipo/Localização da plantação:	externa
Descrição geral do caso:	coco caiu
Descrição da folha:	caiu a folha do coqueiro
Descrição da raiz:	nada
Descrição da fruto:	coco podre
Descrição da flor:	nao tem
Descrição do caule:	nada
Sintomas internos:	nada

[Buscar](#) [Continuar Cadastrando](#)

Figura 9. Visualização rápida de casos.

No cálculo da similaridade local, foi utilizado a função `similar_text()`, presente na linguagem de programação PHP. Segundo a documentação da função obtida no domínio [php.net](http://php.net) (2014), esta função utiliza chamadas recursivas e calcula a similaridade entre duas strings, retornando o percentual de similaridade entre elas (PHP.net, 2014).

A sintaxe da função `similar_text()` é composta por três parâmetros, sendo os dois primeiros as duas *strings* a serem comparadas, e o terceiro parâmetro indica a resposta retornada em porcentagem, ajudando a melhorar o desempenho no processo de comparação

da similaridade (COSTA, 2008).

Vale ressaltar que a função utilizada para o cálculo da similaridade é *case sensitive*, ou seja, palavras escritas em maiúsculo e minúsculo são tratadas como palavras diferentes.

Para realizar o cálculo com a função `similar_text()`, fez-se o uso de uma variável que armazena os dados passados pelo formulário, uma variável que armazena os dados passados pela consulta ao banco de dados dos casos da base de dados, e por último uma variável para retornar o percentual da similaridade. Neste cálculo foi utilizado a seguinte expressão:

```
similar_text($dados_formulario, $dados_caso_retornado_banco_de_cados, $percentual)
```

Onde,

- *\$dados\_formulario* é a variável que traz os dados passados pelo formulário;
- *\$dados\_caso\_retornado\_banco\_de\_cados* é a variável que traz os dados já cadastrados no banco de dados;
- *\$percentual* é a variável que retorna a porcentagem de similaridade entre as duas variáveis passadas.

Na tabela abaixo, são descritas as variáveis que armazenam os valores passados pelo formulário, as variáveis que guardam os valores do banco de dados e as variáveis que armazenarão os retornos da porcentagem:

**Tabela 1. Variáveis da função `similar_text()`**

Variáveis do sistema	Dados do formulário	Dados do banco de dados	Percentual
ID da Planta	\$quest1	\$idPlanta	\$percentual1
Idade da Planta	\$quest2	\$idadePlanta	\$percentual2
Localização da Planta	\$quest3	\$localizacaoPlantacao	\$percentual3
Descrição Caso	\$quest4	\$descricaoCaso	\$percentual4
Descrição Folha	\$quest5	\$folha	\$percentual5
Descrição Raiz	\$quest6	\$raiz	\$percentual6
Descrição Fruto	\$quest7	\$fruto	\$percentual7
Descrição Flor	\$quest8	\$flor	\$percentual8
Descrição Caule	\$quest9	\$caule	\$percentual9
Sintomas Internos	\$quest10	\$sintomasInternos	\$percentual10

No teste mostra-se a tela com os dados de preenchimento, a tela de recuperação de casos com a similaridade global de cada caso, e por último o detalhamento do caso recuperado da base. O resultado da similaridade global para os casos cadastrados no banco foram:

**Tabela 3. Similaridade Global do Teste 1**

A similaridade global para o caso 1 foi de:	30,57%
A similaridade global para o caso 3 foi de:	26,68%
A similaridade global para o caso 4 foi de:	26,54%
A similaridade global para o caso 5 foi de:	44,07%
A similaridade global para o caso 7 foi de:	49,91%
A similaridade global para o caso 8 foi de:	61,42%

O caso mais similar ao caso atual é o caso 8, com percentual de similaridade de 61,42%, segundo o sistema.

A Figura 10 apresenta a tela de adaptação e retenção dos casos. O formulário retorna os dados preenchidos para o caso atual, na etapa de representação dos casos.



## Incluir

Pergunta	Resposta
Selecione a Planta:	Berinjela - Solanum melongena ▼
Selecione a Doença:	Podridão Basal ▼
Qual a idade da Planta:	2 meses
Qual o tipo/localização da plantação:	<input type="radio"/> Interna (estufa) <input checked="" type="radio"/> Externa (ao ar livre)
Descrição geral do caso:	Berinjela podre, manchas
Descrição da folha:	Necrosada
Descrição da raiz:	Insira aqui o seu texto
Descrição da fruto:	Apodreceu
Descrição da flor:	Insira aqui o seu texto
Descrição do caule:	manchas, necrose
Sintomas internos:	podre
Método de controle utilizado:	Insira aqui o seu texto

**Figura 10. Tela de adaptação e retenção dos casos.**

Neste caso, por não ter sido utilizado um caso passado na recuperação de casos, o sistema não preencheu o campo “Doença”, portanto foi realizado primeiramente a inserção da doença desejada, e só então o caso pode ser retido na base de casos.

Para verificar a eficiência do sistema web desenvolvido, foi realizada uma reunião com o professor e fitopatologista do Departamento de Fitopatologia do Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul. Nesta reunião foram abordados os benefícios que este sistema traria, e como o mesmo seria colocado em funcionamento.

Durante a reunião estabelecemos que a disponibilização do sistema será através do portal do laboratório de microbiologia e tecnologia do IFC – Campus Rio do Sul, bem como que a manutenção dos casos e do sistema será feita por alunos do IFC – Campus Rio do Sul através de um programa de bolsa estudantil, e terá o acompanhamento deste professor e fitopatologista. O mesmo ainda ressaltou a importância que este sistema terá para a área de Agronomia, visto que a tecnologia tem muito a contribuir para melhorar a vida do homem do

campo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado fundamentou-se em desenvolver um sistema web utilizando a técnica de RBC para realizar os cálculos da similaridade dos casos de patologias de plantas, e serviu como um escopo para uma futura utilização do especialista em fitopatologia do setor de Fitopatologias do Instituto Federal Catarinense.

Foi aplicado o método conhecido como vizinho-mais-próximo para calcular a similaridade global dos casos. Após a realização deste cálculo pelo sistema, recuperou-se os casos mais similares com o caso atual.

Pode-se então verificar que o sistema agilizou a busca por informações acerca de patologias e métodos de controles de doenças, com rapidez e eficiência. Tal procura por informações se feita da forma tradicional, através de livros ou através da procura por um especialista na área tende a demorar consideravelmente mais.

Neste trabalho ainda identificamos as principais variáveis da área de fitopatologias para auxiliar no cálculo de similaridade. Estas variáveis foram utilizadas na etapa de representação de casos e tem suma importância para contribuir no valor final obtido pelo cálculo. Caso este sistema seja utilizado futuramente para uma ramificação específica da flora, tais variáveis podem ser adequadas para a espécie em questão.

Ao surgirem novos casos, o especialista na área de fitopatologias ou sua equipe podem registrar estes casos na base de dados, e os mesmos já estarão disponíveis para futuras consultas e reutilizações.

O Raciocínio Baseado em Casos provou-se útil no sistema em que foi empregado, pois funcionará ativamente retornando diversos casos similares ao que está sendo representado, e pode atuar como um apoio à decisão do utilizador do sistema. O RBC atuando com o algoritmo do vizinho-mais-próximo trouxe ainda dinâmica na recuperação de casos, além de soluções mais adequadas e que exigem menos adaptações.

Este trabalho ainda reforça que ao se fazer útil a outras áreas de conhecimento, como a agricultura no caso deste trabalho, a Inteligência Artificial demonstra ser uma área de muita importância e utilidade, e que tem muitos resultados ainda a serem buscados.

Em decorrência de a base de casos não possuir uma quantidade consideravelmente grande, os testes e o cálculo da similaridade apresentaram bons resultados, pois retornaram os casos mais similares e as melhores soluções que pudessem ser aplicadas.

## REFERÊNCIAS

AAMODT, A; PLAZA, E. **Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches.** *AI Communications*, [S.l.], v.7, n.1, p.39-59, Mar. 1994.

BEPPLER, Fabiano Duarte. **Emprego de RBC para Recuperação Inteligente de Informações**, 2002. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CAMARGO, Margarete. **Fitopatologia: Histórico.** Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal. Departamento de Fitossanidade, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2013.

COSTA, Rodrigo Andreatta da. **Análise de Métodos de Consulta por Similaridade de Textos em Banco de Dados.** Itajaí, 2008. 127 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Centro de Ciências tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2008.

ELMASRI, Rames; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados.** - 6ª edição - São

Paulo : Pearson, 2011.

ENGHOLM JÚNIOR, Hélio. **Engenharia de Software na Prática**. São Paulo : Novatec, 2010.

**Engineering Review**, Londres, v.9, n.4, p. 327-354, 1994.

FERREIRA, Tharso de Souza. **Sistema de Help Desk Baseado em RBC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2008.

GAUMANN, Ernst. **Principles of plant infection**. Londres, 1947.

KIMARI, Hiroshi. **Manual de Fitopatologia**. 3 ed., São Paulo, Agronômica Ceres. 1995 – 1997. 2v.: il.

KOLODNER, Janet L. **An introduction to Case-Based Reasoning**. College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1992, U.S.A.

KOSLOSKY, Marco Antônio Neiva. **Aprendizagem Baseada em Casos - Um ambiente para ensino de lógica de programação**. Florianópolis, 1999. 113f. PPGEP/UFSC, Santa Catarina, 1999.

MCCARTHY, John. **Artificial Intelligence, Logic and Formalizing Common Sense**. Em Richmond Thomason, editor, *Philosophical Logic and Artificial Intelligence*. Klüver Academic, 1989.

MELCHIORS, Cristina. **Raciocínio Baseado em Casos Aplicado ao Gerenciamento de Falhas em Redes de Computadores**. Porto Alegre, PPGC da UFRGS, 1999.

MICHEREFF, Prof. Sami J. **Fundamentos da Fitopatologia**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.

PHP.NET. **similar\_text**. PHP.net, 2015. Disponível em:

<[http://php.net/manual/pt\\_BR/function.similar-text.php](http://php.net/manual/pt_BR/function.similar-text.php)>. Acesso em 18 de novembro de 2014.

PILGER, Diego Joel; HUGO Marcel. **Aplicação de Raciocínio Baseado em Casos no Suporte a Decisão de um Sistema Web de Help Desk**. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.

REZENDE, S.O. **Sistemas inteligentes – fundamentos e aplicações**. São Paulo, 2003.

RUSSEL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial: Tradução de: Artificial Intelligence, 3d ed**. Rio de Janeiro : Campus, 2004. 1021p.

SILVA, Cintia C. Faez da. **Sistema de Suporte Web utilizando Raciocínio Baseado em Casos**. Rio do Sul, 2013. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Instituto Federal Catarinense, campus Rio do Sul, Rio do Sul, 2013.

UCHÔA, Cleilson do Nascimento. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para a diagnose de doenças, pragas e distúrbios abióticos dos critros**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2007.

VASSOLER, Thiago Vinicius. **Raciocínio Baseado em Casos para Auxílio na Escolha de Tênis para a Loja Marcelo Sports**, 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2008.

WANGENHEIN, Christiane Gresse von; WANGENHEIN, Aldo von. **Raciocínio Baseado em Casos**. Barueri, SP : Manole, 2003.

WATSON, Ian; MARIR, Farhi. **Case-based Reasoning: A review. The Knowledge**

WILVERT, Carla. **Sistema de Apoio a Help Desk Utilizando Gestão do Conhecimento e Técnica de Raciocínio Baseado Em Casos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.