

## Resumo

O diagnóstico médico é uma tarefa fundamental na prática da medicina e a base para um tratamento eficaz. A habilidade de se chegar a um diagnóstico diferencial correto exige, além do conhecimento médico e da experiência por parte do profissional de saúde, um elaborado raciocínio clínico. Devido a enorme quantidade de elementos informativos que um médico necessita para prática da medicina, sistemas de informação baseados em computador se apresentam como uma poderosa ferramenta no manuseio dessa miríade de informações e de processamento das incertezas médicas associadas.

Por razões de exigüidade de tempo, limitamo-nos ao escopo de uma área médica apenas. Escolhemos o diagnóstico das doenças sexualmente transmissíveis (DST) porque elas são hoje um dos problemas mais comuns da saúde pública em todo mundo, sendo ainda mais grave nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

Durante a realização deste trabalho, foram desenvolvidos dois sistemas, o SADM-DST *Desktop* e o SADM-DST *Mobile*, que possuem como proposta principal auxiliar o clínico no diagnóstico de DST. O SADM-DST *Desktop* é um sistema inteligente, que utiliza a técnica de Árvore de Decisão (AD) para extrair de uma base de casos, hipóteses diagnósticas plausíveis. O SADM-DST *Mobile* foi desenvolvido para ser executado em plataforma PDA (*Personal Digital Assistants*), onde ele realiza o diagnóstico através da abordagem sindrômica de DST, além de implementar as regras derivadas da árvore de decisão treinada do SADM-DST *Desktop*. Além disso, O SADM-DST *Mobile* fornece outras informações sobre DST como: fotos de manifestações da DST específica, principais sintomas associados e exibir os fluxogramas utilizados na abordagem sindrômica de DST.

Ambos os sistemas foram validados junto a um grupo formado por possíveis usuários (estudantes, doutorandos, residentes e médicos especialistas). Como principal resultado obtido, destacamos a eventual grande utilidade deste trabalho para a prática médica e, mesmo para o SUS (Sistema Único de Saúde brasileiro). Defendemos isto, pois, pensamos que a ferramenta ajuda a melhoria do processo de diagnóstico, bem como, pode auxiliar no aprendizado acadêmico.

## Abstract

The medical diagnostics is a fundamental practice in medicine and the base to an efficient treatment. The ability to achieve a correct diagnostic requires effort, beside the medical knowledge, expertise and elaborated clinic reasoning. Because of the amount of information that the doctors deal with to practice medicine, the information system based in computers presents a powerful instrument to handle these information and the processing of the associated medical questions.

Because of time, we have limited the scope of this work to a specific medical area: Sexually Transmitted Disease (STD). This choice was taken because, today, they are a common health problem around the world, being even worse in development countries like Brazil.

During this work two systems were developed, the *SADM-DST Desktop* and the *SADM-DST Mobile*, which had as it initial objective to aid doctors in the STD diagnostic. The *SADM-DST Desktop* is an intelligent system which makes use of Decision Tree technique to produce plausible diagnostics hypotheses extracted from a case data base. The *SADM-DST Mobile* was developed to execute in PDA platform (*Personal Digital Assistants*), where STD syndromic diagnostic approach is carried out. Beyond that, the software put forward here implements derivations of the decision tree rules from *SADM-DST Desktop*. The *SADM-DST Mobile* also provides other information about STD such as: pictures of a specific STD manifestations and flowcharts used in STD syndrome approach.

Both systems were validated by potential users (students, residents and specialized doctors). As well as the obtained results, we foresee a possibly large utilization of this work in actual medical practices and its application, even to the SUS - *Sistema Único de Saúde brasileiro* (Brazilian Unique Health System). This tool is thought to be helpful also to improve the diagnostic process it self, as well as to be a promising auxiliary for teaching medicine.

# Sumário

<b>Índice de Figuras</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de Tabelas e Equações</b>	<b>v</b>
<b>Tabela de Símbolos e Siglas</b>	<b>vi</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>8</b>
<b>2 Processo de Tomada de Decisão no Diagnóstico Médico</b>	<b>11</b>
2.1 Uso de Atalhos Cognitivos	12
2.2 Formulação da hipótese diagnóstica	12
2.3 Principais influências na tomada de decisões clínicas	13
2.4 Doenças Sexualmente Transmissíveis	14
2.4.1 Diagnóstico de Doenças Sexualmente Transmissíveis	14
2.4.2 Abordagem Síndrômica para DST	15
<b>3 Sistemas de Informação</b>	<b>18</b>
3.1 Sistemas de Processamento de Transações (SPT)	19
3.2 Sistemas de Informação Gerenciais (SIG)	20
3.3 Sistemas de Suporte à Decisão (SAD)	20
3.3.1 Sistemas de Apoio à Decisão em Medicina	20
3.4 Árvores de Decisão (AD)	22
3.4.1 Representação da Árvore de Decisão	23
3.4.2 O algoritmo básico de aprendizagem da Árvore de Decisão - ID3.	24
3.4.3 Escolha do melhor atributo de classificação	24
<b>4 Sistema Desenvolvido: SADM</b>	<b>27</b>
4.1 SADM-DST <i>Desktop</i>	28
4.1.1 Funcionalidades do SADM-DST <i>Desktop</i>	29
4.1.2 Arquitetura do SADM-DST <i>Desktop</i>	33
4.2 SADM-DST <i>Mobile</i>	37
4.2.1 Funcionalidades	38
4.2.2 Arquitetura	43
4.3 Testes e Validação dos Sistemas	47
4.3.1 Testes	47
4.3.2 Validação	48
<b>5 Conclusões e Trabalhos Futuros</b>	<b>51</b>

# Índice de Figuras

Figura 1. Fluxograma de corrimento uretral. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição	17
Figura 2. Componentes de um SI	18
Figura 3. Pirâmide de Tuthil	21
Figura 4. Estrutura de uma AD	23
Figura 5. Árvore de Decisão para decisão de Jogar Tênis	23
Figura 6. Conjunção de disjunções que formam a AD	24
Figura 7. Gráfico da Entropia	25
Figura 8. Etapas da implementação do sistema	28
Figura 9. Casos de Uso do SADM-DST <i>Desktop</i>	30
Figura 10. Tela principal do SADM-DST <i>Desktop</i>	31
Figura 11. Janela de exibição das instâncias da base de testes	32
Figura 12. Janela de resultados dos testes executados	33
Figura 13. Camadas do SADM-DST <i>Desktop</i>	33
Figura 14. Diagrama de classes simplificado do SADM-DST <i>Desktop</i>	34
Figura 15. Diagrama de seqüência para as rotinas de na seleção da base de dados de treinamento, da construção da árvore e predição	35
Figura 16. Diagrama de seqüência do algoritmo de cálculo de ganho para um dado atributo	37
Figura 17. Tela principal do SADM-DST <i>Mobile</i>	38
Figura 18. Sequência das telas do SADM-DST <i>Mobile</i> para um caso de herpes genital	39
Figura 19. Fluxograma de úlcera genital. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição	40
Figura 20. Fluxograma de corrimento vaginal. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição	41
Figura 21. Fluxograma de dor pélvica. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição	42
Figura 22. Sequência de telas para acesso de informações sobre gonorréia	43
Figura 23. Plataformas JAVA e dispositivos destino	44
Figura 24. Camadas de serviços e APIs em J2ME	45
Figura 25. Gráficos da avaliação do SADM-DST <i>Mobile</i>	49
Figura 26. Gráficos da avaliação do SADM-DST <i>Mobile</i>	50

# Índice de Tabelas e Equações

Tabela 1. Exemplos de casos de Úlceras Genitais	29
Tabela 2. Síndromes e doenças abordadas pelo SADM-DST <i>Mobile</i>	40
Equação 1. Equação do cálculo da Entropia	24
Equação 2. Equação do cálculo da Entropia generalizado para um número de 'n' classes	25
Equação 3. Equação do cálculo do Ganho para um atributo 'A'	25

# Tabela de Símbolos e Siglas

AD – Árvores de Decisão  
AE – Aprendizado Estatístico  
API – *Application programming interface*  
CLDC – *Connected Limited Device Configuration*  
DST – Doenças Sexualmente Transmissíveis  
FCM – Faculdade de Ciências Médicas  
GUI – *Graphical User Interface*  
HBV – Vírus da Hepatite B  
HIV – *Human Immunodeficiency Virus*  
HPV – Papilomavírus Humano  
HUOC – Hospital Universitário Oswaldo Cruz  
IA – Inteligência Artificial  
IDE – *Integrated Development Environment*  
J2ME – *Java 2 Micro Edition*  
JSP – *Java Server Pages*  
KVM – *K Virtual Machine*  
MBE – Medicina Baseada em Evidências  
MIDP – *Mobile Information Device Profile*  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
OS – *Operating System*  
PDA – *Personal Digital Assistants*  
RNA – Redes Neurais Artificiais  
SAD – Sistemas de Apoio à Decisão  
SADM – Sistema de Apoio à Decisão Médica  
SE – Sistemas Especialistas  
SI – Sistemas de Informação  
SIBC – Sistemas de Informação Baseados em Computador  
SIG – Sistemas de Informações Gerenciais  
SIH – Sistemas de Informação Hospitalar  
SPT – Sistema de Processamento de Transações  
SUS – Sistema Único de Saúde  
UML – *Unified Modeling Language*  
UPE – Universidade de Pernambuco  
XML – *Extensible Markup Language*

# Agradecimentos

- Primeiramente agradeço a Deus, pela minha vida e por tudo que Ele me proporciona.
- Aos meus pais, Everaldo e Clotildes, que fazem o possível e o impossível por mim. Aos meus irmãos, Karime e André, meus avós e a toda minha família, por me darem a base para eu ser a pessoa que sou hoje.
- À minha namorada Germana, a principal responsável pelo meu interesse na Informática Médica, que além do amor, companheirismo e compreensão, teve participação fundamental na realização deste trabalho.
- Aos meus grandes amigos, figuras fundamentais na minha vida. Em especial André Câmara, pelas inúmeras consultorias realizadas neste trabalho.
- Aos meus companheiros de trabalho, pelo apoio no término desta monografia, especialmente Renata Souza.
- Ao meu orientador, Fernando Buarque, pelo apoio, incentivo, por acreditar no meu trabalho e na proposta desta monografia e compartilhar ensinamentos que vão além da esfera acadêmica. Ao professor Tiago Massoni, pelos importantes acompanhamentos nesta monografia e aos demais professores do DSC que participaram de mais essa etapa da minha vida.
- Ao meu co-orientador Dr. Vicente Vaz, pela participação neste projeto, que tanto enriqueceu este trabalho.

# Capítulo 1

## Introdução

O diagnóstico médico é uma atividade fundamental na prática da medicina. Este processo compreende a fase de obtenção de dados do paciente e seu processamento. A obtenção de dados é proveniente da anamnese<sup>1</sup> ou história médica, exame físico e exames complementares. Nesta fase, há a coleta de informações essenciais para o diagnóstico. De posse de um conjunto suficiente de informações sobre o paciente, o médico utiliza seu conhecimento e experiência para processar essas informações convenientemente, ou seja, interpretá-las, selecioná-las e combiná-las de modo a alcançar a decisão diagnóstica correta [1]. Vários métodos são utilizados pelos médicos neste importante processo de tomada de decisão com o intuito de diminuir a incerteza do diagnóstico. Contudo, fatores diversos podem interferir na elaboração das hipóteses diagnósticas, por exemplo, a atribuição de uma maior probabilidade favorecendo um determinado diagnóstico devido a lembranças de casos mais recentes ou catastróficos. Além disso, fatores ligados ao estilo da prática do profissional, fatores relacionados com os recursos disponíveis no momento da consulta, incentivos financeiros, dentre outros, também influenciam o médico na execução de suas atividades [2].

Dada a grande magnitude da prática médica neste projeto, nos concentramos no diagnóstico médico das doenças sexualmente transmissíveis (DST). As DST estão entre os problemas de saúde pública mais comuns em todo o mundo. Este quadro se torna ainda mais grave nos países em desenvolvimento, nos quais concentram a grande maioria dos casos de DST do mundo [3]. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estimou que só no Brasil mais de 12 milhões de novos casos de DST ocorrem anualmente. Para elaboração do diagnóstico de um paciente portador de DST geralmente são utilizados o método diagnóstico etiológico, que é baseado no conhecimento e experiência do médico e/ou o método diagnóstico clínico, que utiliza os testes laboratoriais como base na tomada de decisão. No entanto, ambos os métodos apresentam alguns problemas quando utilizados em DST. A identificação etiológica de algumas DST requerem técnicos e aparelhos para realização dos testes laboratoriais, nem sempre disponíveis. Em alguns casos esses tipos de exames são demorados e dispendiosos, a demora para diagnosticar pode levar o doente a não retornar para tratamento, permitindo que ele dissemine a doença e que haja o agravamento do quadro clínico[4]. O médico ao utilizar o

---

<sup>1</sup> Anamnese (do grego *ana*, trazer de novo e *mnesis*, memória) significa lembrar todos os fatos que se relacionam com a doença e à pessoa doente. Trata-se de uma entrevista médica ou terapêutica, realizada como ponto inicial do diagnóstico de uma doença.



método de diagnóstico clínico pode equivocar-se quando utiliza apenas sua própria experiência clínica. Em alguns casos, não é possível fazer clinicamente o diagnóstico diferencial entre as várias possíveis infecções. Além disso, é comum que ocorram infecções mistas ou assintomática.

A abordagem sindrômica foi introduzida pela OMS em 1991 para atendimento do portador de DST em países em desenvolvimento [5]. Na abordagem sindrômica doenças são agrupadas dentro de síndromes pré-estabelecidas, baseando-se em sintomas e sinais. A abordagem sindrômica inicia o tratamento imediato sem aguardar resultados de exames etiológicos. Sua utilização é indicada principalmente para regiões com poucos recursos, sem profissionais especializados no diagnóstico de DST e laboratório equipado. O principal objetivo da abordagem sindrômica é facilitar a identificação de uma ou mais destas síndromes para então fornecer um tratamento e aconselhamento adequado [4].

A grande quantidade de informação necessária ao clínico no processo de tomadas de decisão, o avanço da medicina e a necessidade de atualização constante do conhecimento médico têm induzido de forma crescente o emprego de tecnologias que acompanham a medicina atual. Os sistemas de informação baseados em computadores figuram como um importante aliado do médico na manipulação desses dados e informações. Em todo o mundo, são vários os exemplos de aplicativos médicos especializados em diagnóstico diferencial, como o Internist [6], sua variante QMR [7], o DX Plain [8] e o Iliad [9]. O desenvolvimento de sistemas que forneçam ao médico um apoio à decisão no diagnóstico de DST é de grande valia para a prática adequada de sua profissão.

Com o crescente volume das pesquisas na área de Inteligência Artificial, várias de suas técnicas estão sendo aplicadas na solução de problemas em Medicina [32]. Esses novos recursos computacionais estão sendo agregados no desenvolvimento de ferramentas que dão suporte à prática médica. Algumas dessas técnicas utilizadas no desenvolvimento de sistemas de suporte a decisão para diagnóstico médico são [10]: Sistemas Especialistas baseados em regras (SE), Redes Neurais (RNA), Aprendizado Estatístico (AE) e Árvores de Decisão (AD).

Utilizamos em nosso projeto a técnica de Inteligência Artificial (IA) Árvore de Decisão. Esta técnica foi escolhida devido a sua simplicidade, eficiência e capacidade projetada de aprender e representar o conhecimento de forma coerente e explícita [10].

Dois sistemas foram desenvolvidos com o objetivo de fornecer o apoio à decisão médica no diagnóstico de DST: o *SADM-DST Desktop* e o *SADM-DST Mobile*. O *SADM-DST Desktop* é um sistema inteligente, que utiliza a técnica de AD para extrair de uma base de casos hipóteses diagnósticas plausíveis. O *SADM-DST Mobile* foi desenvolvido para ser executado em plataforma PDA (*Personal Digital Assistants*), onde ele realiza o diagnóstico através da abordagem sindrômica de DST, além de implementar as regras derivadas da árvore de decisão treinada do *SADM-DST Desktop*. Além disso, o *SADM-DST Mobile* fornece outras informações sobre DST como: fotos de manifestações da DST específica, principais sintomas associados e exibir os fluxogramas utilizados na abordagem sindrômica de DST [4].

Algumas etapas foram essenciais para o cumprimento deste projeto: a aquisição de conhecimento médico, a implementação dos sistemas e a validação dos resultados obtidos. O conhecimento médico foi adquirido através de entrevistas com médicos especialistas e da literatura médica.

A implementação do sistema *SADM-DST Mobile* foi realizada de maneira otimizada buscando garantir uma boa usabilidade do sistema mesmo sendo executado em dispositivos móveis. No desenvolvimento do *SADM-DST Desktop* foi incorporado o modelo computacional inteligente de Árvore de Decisão (AD). A validação dos sistemas desenvolvidos foi realizada por meio de questionários elaborados para medir fatores como corretude, usabilidade utilidade e desempenho. Esse questionário foi aplicado a um grupo de possíveis usuários dos sistemas, dentre eles: médicos especialistas, residentes, doutorandos e estudantes de medicina.

O presente trabalho também buscou incorporar noções de medicina baseada em evidências (MBE) no processamento das ferramentas construídas. MBE consiste em uma nova metodologia na prática médica, ela é definida como o processo de sistematicamente descobrir, avaliar e usar achados de investigações como base para decisões clínicas [2][11].

Esta monografia esta organizada em cinco capítulos, que estão constituídos da seguinte forma:

No Capítulo 2, conceituamos Medicina Baseada em Evidências (MBE), descrevemos a metodologia adotada pelos médicos nas tomadas de decisões, abordando tópicos como o uso de atalhos cognitivos, a formulação das hipóteses diagnósticas e principais fatores que interferem neste processo. Mostramos a relevância das DST num contexto internacional, como é realizado o diagnóstico deste tipo de doenças e suas as dificuldades enfrentadas. Também introduzimos o conceito de abordagem sindrômica para DST, explicando o funcionamento dos fluxogramas e as vantagens da sua utilização.

No Capítulo 3, iniciamos com uma visão sobre Sistemas de Informação, seus componentes, os diferentes tipos de SI e suas respectivas funções desempenhadas. Focamos nas características dos sistemas de apoio à decisão e nos aprofundamos mais na aplicação deste tipo de sistemas na área médica. No tópico final deste capítulo explicamos o embasamento teórico necessário para entender o funcionamento do algoritmo de aprendizado da Árvore de Decisão, técnica a qual foi utilizada em um dos sistemas desenvolvidos neste projeto.

No Capítulo 4, são apresentados os dois sistemas desenvolvidos para este projeto de final de curso, o *SADM-DST Desktop* e o *SADM-DST Mobile*. Definimos detalhadamente as funcionalidades de cada sistema, bem com os detalhes mais importantes de sua implementação. São apresentadas as ferramentas utilizadas no decorrer do desenvolvimento dos sistemas, como também uma breve explicação sobre as tecnologias envolvidas. Também compõe este capítulo a descrição do processo realizado para teste e validação dos sistemas.

No Capítulo 5, contém as conclusões finais do trabalho, onde apresentamos as contribuições deste projeto, algumas discussões e listadas as propostas de trabalhos futuros.

## Capítulo 2

# Processo de Tomada de Decisão no Diagnóstico Médico

Tomadas de decisões clínicas fazem parte da rotina médica. Durante a anamnese e principalmente depois, quando se está com os dados em mãos, realizado o exame físico e revisados os dados laboratoriais, inicia-se o processo de diagnóstico diferencial e das tomadas de decisões clínicas. A habilidade de se chegar a um diagnóstico diferencial correto e planejar um tratamento adequado exigem, além do conhecimento médico e da experiência por parte do profissional de saúde, um elaborado raciocínio clínico. Métodos científicos são empregados para esse processo de tomada de decisão médica, hipóteses são formuladas, são obtidos dados e são tiradas conclusões pelo médico da forma mais clara e objetiva possível. A análise do diagnóstico é iterativa, a cada nova informação obtida do paciente o grupo de doenças que devem ser consideradas reduz ou amplia de maneira apropriada [2].

A tomada de decisão deve se basear em evidências. Medicina baseada em evidências é definida por Sackett como “o uso criterioso, explícito, e consciente das melhores evidências atuais na tomada de decisões relativas à assistência a cada paciente”. Com isso, procura-se oferecer ao paciente o máximo do conhecimento disponível dos médicos [2].

No decorrer deste capítulo vamos explicar a metodologia empregada pelo médico nesse processo de obtenção do diagnóstico do paciente. Abordaremos os diferentes tipos de heurísticas, o processo de formulação das hipóteses diagnósticas e alguns dos fatores que influenciam o processo de tomadas de decisão do profissional de saúde. Também vamos chamar a atenção à área escolhida para ser ‘o problema’ explorado no nosso projeto, o diagnóstico de DST. Vamos expor a relevância que as DST apresentam, tanto num cenário nacional como internacional, o processo diagnóstico e a abordagem sindrômica para DST.

## 2.1 Uso de Atalhos Cognitivos

Ao avaliar um paciente, os clínicos utilizam atalhos cognitivos, ou heurística, a fim de extrair informações relevantes dos dados coletados na avaliação clínica. A utilização da heurística reduz a complexidade do problema a um nível acessível. São aplicados três tipos básicos de heurísticas [2][12] :

- Heurística Representativa
- Heurística de Disponibilidade
- Heurística de Ancoragem

Na heurística representativa o médico busca o diagnóstico onde o paciente pareça ser um exemplo representativo. Aquele pondera a probabilidade das manifestações clínicas do paciente estarem relacionadas com determinada doença ou síndrome. Todavia, médicos podem chegar a conclusões equivocadas, caso não levem em consideração a prevaência entre duas alternativas de diagnósticos diferentes. O clínico pode atribuir iguais probabilidades as duas possibilidades, quando uma das hipóteses diagnósticas, por exemplo, é muito mais prevalente na população em questão.

A heurística de disponibilidade envolve um histórico de casos vivenciados pelo médico. A tomada de decisão tem como base a lembrança de casos e resultados anteriores. Problemas relacionados à memória interferem neste processo: casos mais recentes acabam se tornando mais preponderantes na avaliação clínica, assim como catástrofes raras, dentre outros.

O terceiro tipo de heurística aplicada é a de ancoragem que se caracteriza pela estimativa de uma probabilidade a partir de um ponto conhecido, a âncora, e a adaptação do novo caso como base a essa informação inicial. A ancoragem é um recurso poderoso no processo de tomadas de decisão médica e é muito empregado pelos profissionais da área, porém também pode ser usado de forma errônea pelo clínico.

## 2.2 Formulação da hipótese diagnóstica

Dentro de um universo de possibilidades, as primeiras informações fornecidas pelo paciente direcionam o raciocínio clínico para uma parte desse universo que passa a compor a hipótese diagnóstica. A hipótese diagnóstica cria um contexto para as etapas da investigação subsequente e estabelece predições testadas. Com isso é possível direcionar não só a anamnese, selecionando as perguntas que mais se adequem as opções em questão, como também o exame físico e a necessidade de solicitar exames complementares e, caso necessário, indicar os que mais se prestam a cada caso [12].

Os clínicos experientes, desde o início do exame de seus pacientes, estão formulando, refinando e descartando hipóteses diagnósticas. As perguntas que fazem durante a anamnese são dirigidas pelas hipóteses diagnósticas com que estão trabalhando naquele momento. É assim também com o exame clínico, dirigido por dúvidas específicas, em vez de uma lista de verificações pré-concebidas. Cada pergunta dirige a atenção do médico para a exclusão de todas as outras impressões, até que sejam respondidas, permitindo-lhes passar para próxima questão específica. Na formulação e no aperfeiçoamento das hipóteses diagnósticas, os resultados negativos costumam ser tão importantes quanto os positivos.

Embora a heurística de representatividade e a de disponibilidade possam desempenhar funções importantes na formulação das primeiras hipóteses diagnósticas, o grau de agudeza<sup>2</sup> da doença do paciente também pode ser muito importante. Os clínicos aprendem a importância de considerar diagnósticos pouco prováveis em suas hipóteses diagnósticas baseado no fato de que um diagnóstico relativamente raro ou catastrófico não são facilmente identificados, a menos que seja considerado explicitamente. Nas situações não-emergenciais, a prevaência dos diagnósticos alternativos em potencial deve desempenhar um papel muito mais importante na formulação das hipóteses diagnósticas.

Nunca é demais enfatizar o valor de se realizar um levantamento clínico rápido e sistemático dos sintomas e sistemas orgânicos, para evitar que indícios importantes e pouco evidentes passem despercebidos.

Como a formulação e a avaliação das hipóteses diagnósticas pertinentes é uma habilidade que nem todos os clínicos possuem no mesmo grau, podem ocorrer erros nesse processo e tais erros podem gerar consequências trágicas, caso o paciente tenha uma doença aguda.

É importante ter em mente que os pacientes podem diferir dos sintomas descritos nos manuais, sendo necessário adaptar o processo diagnóstico aos desafios do mundo real. O especialista, embora saiba que as coisas comuns ocorrem comumente, aborda cada caso considerando seriamente os indícios de que o diagnóstico inicial possa estar errado. Muitas vezes, os pacientes fornecem informações que aparentemente não se encaixam em qualquer uma das hipóteses diagnósticas principais em consideração. A diferenciação entre os indícios verdadeiros e as pistas falsas é possível apenas com prática e experiência.

## 2.3 Principais influências na tomada de decisões clínicas

Há alguns anos se realizam pesquisas sobre os padrões da prática clínica. Esses estudos resultaram em muitas informações relevantes sobre o processo de tomadas de decisões [2]. Além dos atalhos cognitivos, que já foram comentados, outros fatores desempenham um papel importante na formulação de hipóteses diagnósticas e decisões terapêuticas. Para uma melhor organização esses fatores foram agrupados em categorias: (1) fatores relacionados com as características pessoais e o estilo de prática do médico, (2) fatores relacionados com o contexto no qual atua e (3) fatores de incentivo financeiro [13].

*Fatores relacionados com estilo de prática:* O conhecimento, o treinamento e a experiência do médico são fatores que asseguram o alto nível de qualidade na assistência prestada ao paciente. Médicos não podem praticar a medicina baseada em evidências se não estiverem familiarizados com as evidências. Como é o esperado os especialistas conhecem melhor as evidências relacionadas às doenças de sua área do que, por exemplo, os clínicos gerais, logo, os especialistas têm uma probabilidade maior de realizar um diagnóstico correto e um tratamento com sucesso.

---

<sup>2</sup> O grau de agudeza está relacionado com o tempo de desenvolvimento dos sintomas pelo paciente. Quanto menor o tempo necessário para o aparecimento dos sintomas maior o grau de agudeza.

*Fatores relacionados com o contexto da prática:* Os fatores relacionados neste caso são os que dizem respeito aos recursos físicos disponíveis para a prática profissional e o ambiente no qual atua. A disponibilidade de leitos, remédios, exames afetam no procedimento escolhido pelo médico.

*Fatores de incentivo financeiro:* Questões financeiras também exercem influência na prática clínica. De acordo com a forma na qual o médico será remunerado, ele pode assumir diferentes posturas em relação ao atendimento do paciente. Em geral o médico pode ser remunerado por serviços prestados ou por salário. No sistema de pagamento por serviço prestado, quanto maior a produção, ou seja, quanto maior o número de pacientes atendidos, maior o retorno financeiro do médico. Isso estimula a redução do tempo da consulta, visando aumentar a produtividade. Quando a forma de pagamento é por salário o médico dedica um tempo maior ao paciente.

## 2.4 Doenças Sexualmente Transmissíveis

Doenças Sexualmente Transmissíveis figuram entre as doenças infecciosas mais comuns em todas as sociedades. Atualmente são mais de 30 infecções classificadas como sexualmente transmissíveis. Os países em desenvolvimento concentram cerca de 75% da população mundial e 90% dos casos de DST do mundo. Fatores como pobreza, migração rural-urbana e guerras criam uma altíssima vulnerabilidade às doenças resultantes de comportamentos de risco. Tal situação leva a disseminação das DST, com o aparecimento de novos patógenos<sup>3</sup> e novas variantes de patógenos antigos [14].

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), as DST estão entre as cinco principais causas de procura por serviços de saúde. Em alguns países em desenvolvimento o HIV é uma das principais causas de morte. O HPV (papilomavírus humano) e o vírus da hepatite B, o HBV, são causadores de dois dos cânceres mais comuns nos países em desenvolvimento. Em 1999, a OMS estimou um total de 340 milhões de casos novos por ano de DST curáveis em todo o mundo, entre 15 e 49 anos, 10 a 12 milhões destes casos no Brasil. Outros tantos milhões de DST não curáveis (virais), incluindo o herpes genital (HSV-2), infecções pelo HPV, hepatite B e infecção pelo HIV ocorrem anualmente [4].

A maioria das DST são diagnosticadas e tratadas com base nos sinais e sintomas presentes e nos fatores de risco associados. A seguir, será descrito como é realizado o diagnóstico para DST e apresentado o conceito de Abordagem Síndrômica para DST.

### 2.4.1 Diagnóstico de Doenças Sexualmente Transmissíveis

Para o diagnóstico de DST, todos os processos de tomada de decisão já descritos, como o uso de atalhos cognitivos, formulação de hipóteses diagnósticas, são utilizados. Quando o médico é apresentado a um possível caso de DST, ele pode utilizar dos seguintes métodos diagnósticos: o diagnóstico etiológico e/ou o diagnóstico clínico.

---

<sup>3</sup> Qualquer microorganismo capaz de, em contato com o organismo, causar alteração do equilíbrio do meio interno e, por conseguinte, desencadear uma patologia.

- Diagnóstico Etiológico: utiliza-se de testes laboratoriais para identificar o agente causador da DST investigada;
- Diagnóstico Clínico: é baseado no conhecimento e na experiência pessoal de cada profissional. Identifica-se através da anamnese e de exames físicos os sintomas e sinais que possam caracterizar uma determinada DST.

O diagnóstico etiológico é o método mais indicado para ser utilizado, pois o médico tendo em mãos o conhecimento do agente causal da doença do paciente pode realizar um diagnóstico de maneira fácil e precisa, bem como encaminhar um tratamento mais adequado. No entanto, a identificação etiológica de algumas DST requer uma estrutura de equipamentos de laboratório e técnicos especializados, tornando inviável a sua aplicação em muitas situações [4].

Algumas das DST como a gonorréia nos homens e a tricomoníase nas mulheres podem ser diagnosticadas no momento da consulta, desde que haja instrumentos como microscópio e insumos necessários para realização da bacterioscopia. Já os exames laboratoriais utilizados no diagnóstico etiológico para outras DST são extremamente complexos e sofisticados, como, por exemplo, a clamídia, cancro mole e herpes [4].

Um grande número de pacientes procura tratamento para DST em unidades básicas de saúde onde nem sempre estão disponíveis os elementos necessários para a realização do diagnóstico etiológico. Esse tipo de diagnóstico muitas vezes pode ser demorado e dispendioso, fazendo com que o início do tratamento seja retardado. Esse lapso de tempo pode acarretar em complicações futuras e, até mesmo, a irreversibilidade de determinados quadros [4].

Há DST que não podem ser facilmente diagnosticadas através do diagnóstico clínico, como por exemplo, uma uretrite gonocócica [4]. Porém, como já foi visto neste capítulo, vários erros podem ocorrer no processo diagnóstico quando se é levado em conta somente a experiência clínica do médico. Um dos motivos é que muitas vezes não é possível realizar o diagnóstico diferencial entre as prováveis doenças, um outro seria que comumente há a associação de infecções. Caso um paciente possua infecções mistas e alguma delas deixe de ser tratada, esta pode evoluir para complicações sérias além de continuar potencialmente sendo transmitida.

## 2.4.2 Abordagem Síndrômica para DST

Uma síndrome é constituída por um grupo de sintomas referidos pelo paciente e sinais que podem ser observados durante o exame físico e pode ser produzida por diversas causas. As DST podem ser causadas por muitos microorganismos diferentes, porém, estes determinam apenas um número reduzido de síndromes. As síndromes possuem características distintas que facilitam a identificação.

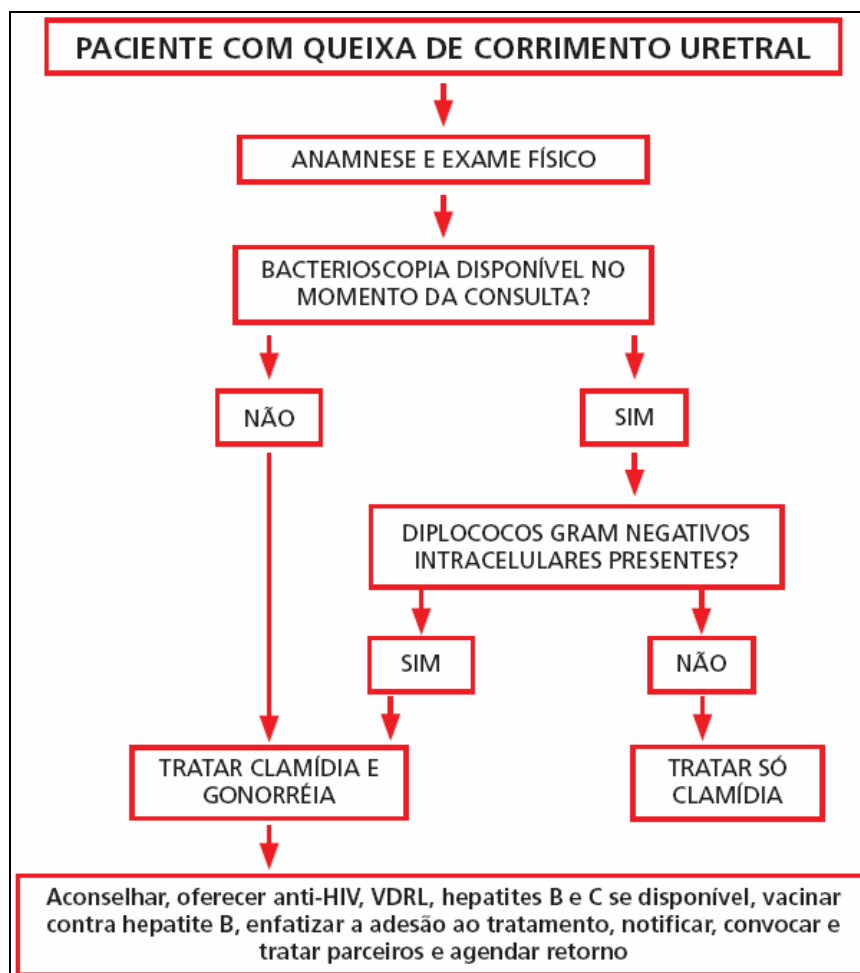
Em 1991, a OMS introduziu o conceito de abordagem síndrômica [4] para atendimento do portador de DST em países em desenvolvimento. O método consiste em incluir a doença dentro de síndromes pré-estabelecidas, baseadas em sintomas e sinais, e instituir tratamento imediato sem aguardar resultados de exames confirmatórios. Tal abordagem buscou amenizar a grave situação que enfrenta os países ou regiões com poucos recursos, sem pessoal treinado e laboratório equipado no combate às DST. O principal objetivo da abordagem síndrômica é facilitar a identificação de uma ou mais destas síndromes para então fornecer um tratamento e aconselhamento adequado.

As principais características da abordagem síndrômica são:

- Classifica os principais agentes etiológicos segundo as síndromes clínicas por eles causados;

- Utiliza fluxogramas que ajudam o profissional a identificar as causas de uma determinada síndrome;
- Indica o tratamento para os agentes etiológicos mais frequentes na síndrome;
- Inclui a atenção dos parceiros, o aconselhamento e a educação sobre redução de risco e a adesão ao tratamento.
- Inclui a oferta da sorologia para sífilis e para o HIV.

Fluxograma é uma árvore de decisões e ações. Para cada síndrome, um fluxograma foi elaborado, visando auxiliar o profissional de saúde nas suas tomadas de decisões. Fluxogramas são as ferramentas essenciais na abordagem sindrômica, porque permitem que profissionais de saúde, mesmo não especializados, diagnostiquem e tratem pacientes com DST no primeiro atendimento. Como visto no fluxograma de corrimentos uretrais (ver Figura 1), os polígonos contêm informações básicas de decisões e ações, o profissional segue passo a passo o fluxograma, tomando as decisões necessárias, de acordo com os achados clínicos.



**Figura 1.** Fluxograma de corrimento uretral. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição.

Para utilizar o fluxograma, primeiro o profissional deve conhecer os sintomas do paciente, e aí então consultar o fluxograma correspondente à queixa e trabalhar através das decisões e ações sugeridas pelo instrumento. Os passos para o uso dos fluxogramas são:



1. Comece perguntando ao paciente sobre os sinais e sintomas que ele (a) apresenta.
2. Procure o fluxograma apropriado.
3. O quadro do problema clínico geralmente leva a um quadro de ação, o qual pede que você examine o paciente e/ou colha a história clínica.
4. A seguir, vá para o quadro de decisão. Após colher a história e examinar o paciente, você deve ter a informação necessária para escolher SIM ou NÃO.
5. Dependendo da escolha, poderá haver outros quadros de decisão e ação.

Os fluxogramas que são utilizados na abordagem sindrômica são devidamente baseados em estudos epidemiológicos realizados em vários países, incluindo o Brasil. Diagnósticos sindrômicos, clínicos e etiológicos foram comparados para avaliar a eficácia do diagnóstico sindrômico. Nos casos de corrimento uretral e úlcera genital a abordagem sindrômica apresentou excelentes resultados. Para outras síndromes o desempenho foi satisfatório, porém ao ser comparado com os resultados dos diagnósticos clínicos, obteve-se um desempenho superior [4] .

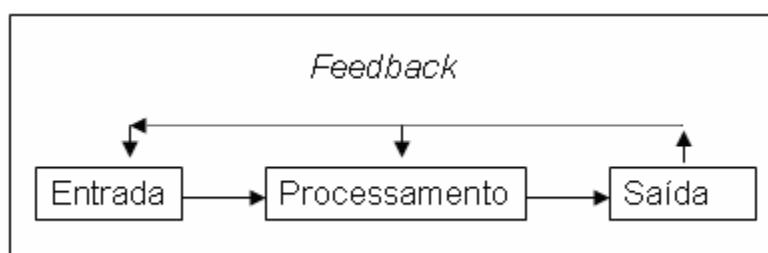
A abordagem sindrômica já está sendo amplamente utilizada em todo o mundo devido a sua simplicidade e eficácia. No Brasil o Ministério da Saúde junto com parceiros incentivam a prática do diagnóstico sindrômico[4].

## Capítulo 3

# Sistemas de Informação

Um sistema de informação (SI) pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, manipulam, armazenam e disseminam os dados e informações fornecendo *feedback* [15].

Os componentes básicos de um SI estão podem ser visualizados na Figura 2: (i) a entrada, (ii) o processamento, (iii) a saída e o (iv) *feedback*. A entrada consiste na captação de dados primários, como por exemplo, uma base de dados ou uma nova entrada fornecida pelo usuário do sistema. O processamento envolve o manuseio dos dados, a transformação das entradas em saídas úteis. Esse processamento pode envolver cálculos, comparações, tomadas de decisões, armazenamento, etc. A saída envolve a produção de informações úteis, podendo ser apresentadas das mais diversas formas: gráficos, relatórios, documentos ou dados resultantes das transações. O *feedback* é uma realimentação fornecida pelo sistema, com a função de realizar ajustes ou modificações nas atividades de entrada ou processamento.



**Figura 2.** Componentes de um SI.

Os sistemas de informação podem ser manuais ou computadorizados [15]. Nos SI manuais, o operador é responsável pela realização das atividades de todos componentes descritos. Tomando como exemplo o médico, ele possui uma base de conhecimento e experiências, através da anamnese e exames físicos consegue extrair dados sobre o paciente (entrada). Com o auxílio dos atalhos cognitivos, ele elabora hipóteses diagnósticas (processamento) e como saída desse processamento, temos alguns prováveis diagnósticos. Caso ainda haja dúvidas, o médico exige exames laboratoriais que o auxiliarão no diagnóstico diferencial (*feedback*). Esses exames servirão de entrada para o sistema e o médico realizará novamente o processamento e obterá uma saída, o diagnóstico do paciente.

Sistemas de Informação Baseados em Computador (SIBC) acrescentam elementos computacionais como *hardware*, *software*, banco de dados, nos sistemas de informações manuais. Com essa adição de recursos, tarefas antes realizadas pelo homem, passam a ser de responsabilidade dos elementos computacionais. Seguindo com o exemplo da elaboração do diagnóstico médico, a experiência vivida pelo médico pode ser mapeada para um banco de dados que contém uma grande quantidade de casos clínicos, a análise dos dados do paciente e formulação das hipóteses diagnósticas pode ser simulada por softwares baseados em regras ou em técnicas de Inteligência Artificial. A saída fornecida pelo SI computadorizado deve condizer com a doença apresentada pelo paciente. Sistemas baseados em IA podem utilizar o *feedback* para seu auto-aprendizado. Mesmo nos sistemas baseados em computadores, os operadores e usuários figuram como o elemento mais importante. Atividades como com a gerência, execução, programação ou manutenção do sistema podem ser atribuídas aos usuários e operadores.

Podemos identificar diferentes tipos de sistemas de informação pelo tipo de problemas resolvidos, apoio dado aos usuários e ênfase e abordagem da decisão. Descreveremos três tipos de sistemas de informação: primeiramente os sistemas de processamento de transações, logo após, os sistemas de informações gerenciais e por fim os sistemas de suporte à decisão.

### 3.1 Sistemas de Processamento de Transações (SPT)

Com o passar dos anos, os sistemas de informações computadorizados evoluíram. Os primeiros sistemas, no início da década de 50, foram usados para executar aplicações comuns de negócios e tinham como objetivo reduzir custos operacionais. Como estes sistemas trabalhavam com atividades diárias de negócios dentro da empresa, ou transações, esse tipo de sistema ficou conhecido como Sistema de Processamento de Transações (SPT) [15]. Uns dos primeiros exemplos de SPT utilizados foram sistemas de folha de pagamento. Com aperfeiçoamentos, os SPT constituem a parte principal dos SI da maioria das empresas da atualidade, desempenhando papel importante no sucesso destas.

SPT representam a aplicação dos conceitos de tecnologia da informação em transações rotineiras, repetitivas e normalmente comuns no negócio. Ficou comprovado ao longo do tempo que os SPT aperfeiçoavam os processos dentro das empresas, diminuindo custos e melhorando a qualidade do produto oferecido. Porém, os administradores e tomadores de decisão necessitavam de um suporte maior por parte do SI, uma melhor utilização dos dados contidos nos SPT era fundamental para o controle e boa administração das empresas.

SPT trabalham com armazenamento e manipulação de uma grande quantidade de dados<sup>4</sup>, ou seja, recebem dados, os modificam de acordo com as regras de negócio, armazenam os dados e fornecem saídas. Também existe a produção de documentos em SPT, relatórios que podem ajudar os empregados a executar várias atividades operacionais.

---

<sup>4</sup> Os dados são fatos brutos que representam dados do mundo real, como por exemplo, nomes, identificadores, números, etc. Dados por si só apresentam um baixo valor informativo. Já a Informação é criada definindo e organizando relações entre os dados, agregando então um alto valor informativo aos dados isolados.

## 3.2 Sistemas de Informação Gerenciais (SIG)

Os sistemas de informações gerenciais (SIG), que começaram a ser desenvolvidos na década de 60, provêm relatórios gerenciais, os quais fornecem informações relevantes aos tomadores de decisão. A principal diferença entre os relatórios dos SPT e dos SIG é que os relatórios gerados pelos SIG dão apoio às tomadas de decisões gerenciais, como nos níveis mais altos da administração. Esses relatórios gerenciais facilitam o controle, monitoramento e planejamento de uma empresa [15].

Por exemplo, relatórios sobre o tempo médio das consultas de cada médico ou quantidade de pacientes que procuram o hospital por dia, facilitam a atividade de agendar as consultas. Havendo uma melhor distribuição dos pacientes para cada médico e logo fornecer um serviço de melhor qualidade.

## 3.3 Sistemas de Suporte à Decisão (SAD)

Outro tipo de sistema de informação muito utilizado pelos tomadores de decisão, são os sistemas de apoio à decisão (SAD). Os SAD dão assistência a todo o processo decisório, extraíndo informações da base de dados, analisando as possíveis respostas e propondo soluções para o problema específico. Os SAD surgiram como uma especialização dos SIG (por definição possui maior poder analítico) com a utilização de novas técnicas computacionais para o processamento dos dados e uma maior interação com o usuário, pois os usuários podem fornecer novos dados ou situações ao sistema. Os SAD promovem uma combinação entre recursos intelectuais e o poder computacional [15].

### 3.3.1 Sistemas de Apoio à Decisão em Medicina

Mesmo com toda a metodologia apresentada no processo de diagnóstico médico, a incerteza ainda está presente neste processo de tomada de decisão. Ela é agravada pela quantidade de informação que caracteriza a medicina contemporânea: em geral, um clínico necessita de quase dois milhões de elementos informativos para praticar a medicina. Como vimos, sistemas de informação baseados em computador, SIBC, apresentam-se como uma poderosa ferramenta no manuseio dessa quantidade de informações e realiza eficazmente o processamento das incertezas médicas [16].

A medicina sempre acompanhou o avanço dos SI, as primeiras aplicações datam da década de 60, eram sistemas gerenciais – SIG que reproduziam as funcionalidades administrativas das indústrias e empresas nos hospitais. Até a década de 80 os sistemas de informação hospitalar (SIH), passaram por um amadurecimento obtendo-se bons resultados no meio médico, consolidando assim sua utilização. SAD em Medicina é definido como todo software que auxilie o médico no processo de tomadas de decisão [17]. O uso de SAD continua crescente devido ao avanço dos estudos em linhas de pesquisas ligadas a Inteligência Artificial, juntamente com novos equipamentos, de menos porte e custo e de alto poder de processamento.

Com o surgimento de Sistemas Especialistas (SE) o computador passou a processar não apenas dados e informações, e sim conhecimentos. Os SE buscam reproduzir a perícia de um profissional numa área específica do conhecimento. O primeiro desafio na construção de um SE é a síntese da informação. Esse processo foi representado através da pirâmide mostrada na Figura 3 [18]. Na base da pirâmide encontram-se os dados, após serem analisados transformam-se em informação, havendo uma síntese dessas informações obtidas é gerado o conhecimento. Tanto a etapa de análise com a síntese são realizadas com sucesso pelos SAD, mas apenas os humanos tem a capacidade de, através do julgamento, dos conceitos morais e da experiência adquirida transformar esse conhecimento em sabedoria. Apesar dos SAD poderem realizar todo o processamento dos dados e informação, cabe ao homem tomar ou não a decisão indicada.



**Figura 3.** Pirâmide de Tuthil

De acordo com a complexidade da área de conhecimento abordado pelo SAD pode-se representar este conhecimento através de regras, do tipo:

*Se*

*Paciente apresentar evidências de corrimento uretral e  
Houver bacterioscopia disponível no momento da consulta*

*Então*

*Deve-se tratar Clamídia e Gonorréia.*

Neste tipo de abordagem o conhecimento é representado de forma fixa, as regras são estabelecidas e seguidas de acordo com as entradas fornecidas.

Sistemas informatizados de apoio à decisão baseados em algoritmos matemáticos e IA tentam simular o raciocínio médico em suas tomadas de decisão. Algoritmos baseados em Redes Neurais, modelos Bayesianos e Árvores de decisão, utilizados nesses tipos de sistemas, são instrumentos computacionais e matemáticos que auxiliam na escolha da ação médica.

Neste trabalho utilizamos o Algoritmo de Árvore de Decisão pra o auxílio da tomada de decisão no diagnóstico de DST. Vamos explicar detalhadamente os conceitos utilizados no desenvolvimento do sistema que será apresentado nesse projeto.

### 3.4 Árvores de Decisão (AD)

Uma árvore da decisão é um modelo computacional inteligente, capaz de realizar previsões, amplamente utilizado em problemas de classificação [10]. Consistem em uma das formas mais simples e eficientes de algoritmos de aprendizagem que, baseado na ontologia<sup>5</sup> [20] das bases de casos, produz informações para a construção de conhecimentos. Árvores de decisão é um método para aproximar funções alvo de valor discreto, onde a função aprendida é representada em um modelo de árvores.

AD se mostra como um método robusto a ruídos nos dados e com capacidade de aprender e representar o conhecimento de forma coerente e explícita. Tais características tornaram a AD um dos métodos de aprendizagem mais conhecidos e vem sendo aplicado nas mais variadas áreas, como o diagnóstico médico [2], análise de crédito [10], análise de fronteiras de reservatório de petróleo[19], dentre outras.

O conjunto de problemas nos quais se utilizam Árvores de Decisão deve apresentar as seguintes características para uma melhor eficiência:

- *Instâncias são representadas por pares atributo-valor.* Os exemplos (instâncias) são formados por um conjunto atributos e cada atributo pode assumir um conjunto de valores.
- *Função objetivo assume apenas valores discretos.* A árvore de decisão da Figura 5 tem como saída uma resposta booleana (e.g. Sim ou Não). Árvores de Decisão podem muito bem assumir mais de dois valores como resposta.
- *Hipóteses disjuntivas podem ser necessárias*
- *Conjunto de treinamento ruidoso.* Os dados de treino podem conter erros nos valores dos atributos ou na classificação ou mesmo falta de valores.

Árvores de decisão abrangem três diferentes tipos de problemas:

- Problemas de classificação: quando o resultado da previsão é a classe a qual os dados pertencem;
- Problemas de regressão: quando o resultado da previsão é um número real.
- CART - engloba os procedimentos acima. Utilizada quando é necessária tanto a classificação quanto a regressão.

---

<sup>5</sup> Uma ontologia é uma especificação explícita dos objetos, conceitos e outras entidades que assumimos existirem em uma área de interesse, além das relações entre esses conceitos e restrições expressados através de axiomas.

### 3.4.1 Representação da Árvore de Decisão

Árvores de decisão classificam os exemplos percorrendo a árvore. Como mostra a Figura 4, inicia-se pela raiz até alcançar um nó folha, a qual fornece a classificação do exemplo.

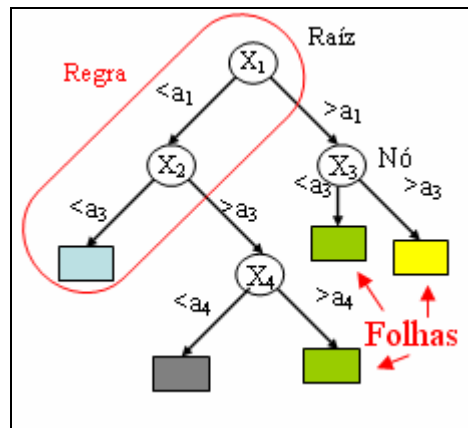


Figura 4. Estrutura de uma AD

- Cada *nó* da árvore especifica um teste de algum atributo
- Cada *ramo* descendente corresponde a um possível valor deste atributo.
- Cada *folha* está associada a uma classe.
- Cada *percurso* na árvore (da raiz à folha) corresponde a uma regra de classificação.

Inicia-se a classificação de uma instância pelo nó raiz, testa-se o atributo especificado, de acordo com o teste, percorre-se determinado ramo. Essa operação é repetida com as sub-árvores formadas até que se encontre um nó folha. A Figura 5 mostra uma típica árvore de decisão. De acordo com um conjunto de exemplos (conjunto de treinamento) o algoritmo forma as regras levando-se em consideração os atributos tempo, umidade e vento e as respostas da função objetivo, jogar ou não jogar tênis.

Tomemos o seguinte exemplo: jogar ou não tênis (Figura 5), considerando as condições  $\langle \text{Tempo} = \text{Ensolarado}, \text{Umidade} = \text{Alta}, \text{Vento} = \text{Forte} \rangle$ , aplicaremos os testes nos atributos da árvore e teremos a resposta negativa ( Jogar Tênis = Não).

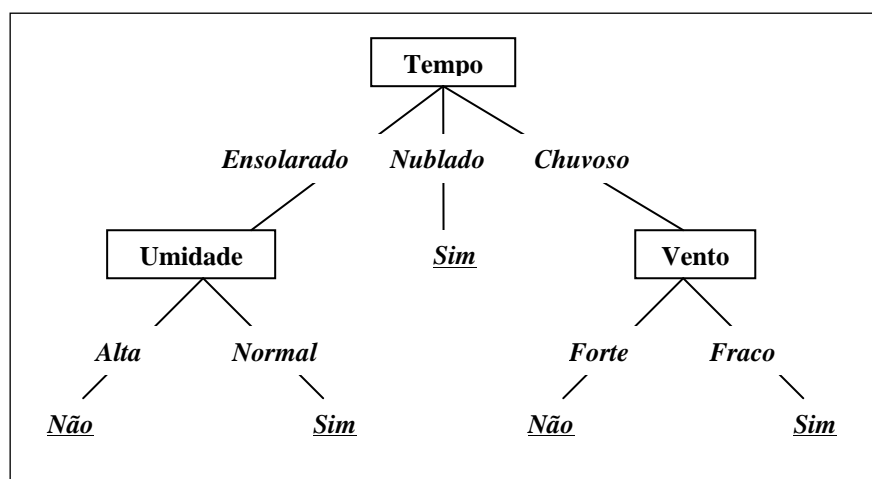


Figura 5. Árvore de Decisão para decisão de Jogar Tênis.

Árvores de decisão representam uma disjunção de conjunções de restrições sobre valores dos atributos dos exemplos. Cada regra corresponde a uma conjunção de testes de atributos e a própria árvore corresponde a uma disjunção destas conjunções, ver Figura 6.

$$\boxed{(Tempo = Ensolarado \wedge Umidade = Normal) \vee (Tempo = Nublado) \vee (Tempo = Chuvoso \wedge Vento = Fraco)}$$

**Figura 6.** Conjunção de disjunções que formam a AD.

### 3.4.2 O algoritmo básico de aprendizagem da Árvore de Decisão - ID3.

A maior parte dos algoritmos que implementam Árvores de Decisão adotam uma abordagem *top-down*, construindo a árvore da raiz à folha. Exemplos desse método são os algoritmos ID3, o algoritmo básico de AD e seu sucessor C4.5, uma extensão do ID3 [21].

O algoritmo de AD realiza a seqüência (simplificada) de passos descrita a seguir:

1. Escolher um atributo que melhor divida os valores do atributo de saída;
2. Criar uma ramificação separada para cada valor do atributo escolhido;
3. Dividir as instâncias em subgrupos de acordo com o valor de cada instância para o atributo em questão;
4. Para cada subgrupo, finalize o processo de seleção de atributo se:
  - a. Todos os membros do subgrupo apresentem o mesmo valor para o atributo de saída, crie uma folha com o valor do atributo de saída;
  - b. O subgrupo apresente quantidades desprezíveis para cada possibilidade, crie um no folha com o valor da maioria;
5. Para cada subgrupo criado que ainda não tenha sido rotulado como folha, repita os processos acima.

### 3.4.3 Escolha do melhor atributo de classificação

A escolha principal do algoritmo de AD é a de selecionar qual atributo testar a cada nó na árvore. Através da propriedade estatística “Ganho de Informação” o algoritmo de AD seleciona dentre os atributos qual melhor separa o conjunto de exemplos de acordo com a classificação.

Para realizar o cálculo do ganho, antes é necessário definir-se uma medida muito usada na teoria da informação, a entropia. Entropia caracteriza o grau de aleatoriedade de um conjunto de instâncias. Dada um conjunto S, que contem exemplos positivos e negativos, a entropia relativa de S para essa classificação *booleana* é dada pela equação (1):

$$Entropia(S) = -p_+ \log_2 p_+ - p_- \log_2 p_- \quad (1)$$

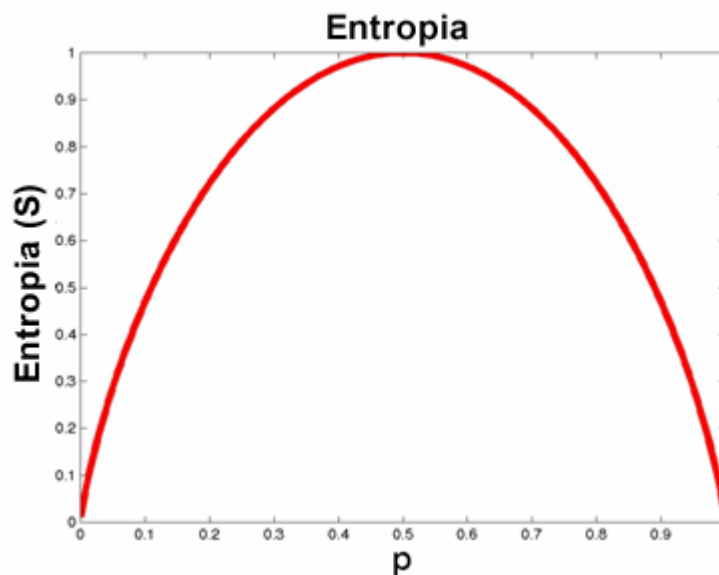


onde,  $p_+$  significa a proporção de exemplos positivos, ou seja, os exemplos que possuem como resposta jogar tênis e  $p_-$  significa a proporção de exemplos negativos, ou os exemplos que tem como resposta não jogar tênis.

Por exemplo, suponha que  $S$  é uma coleção de 14 exemplos, incluindo 9 positivos e 5 negativos,  $[9+,5-]$ , a entropia de  $S$  em relação a esta classificação booleana é calculada utilizando a Eq.1, como visto abaixo:

$$\begin{aligned} Entropia([9+,5-]) &= -(9/14)\log_2(9/14) - (5/14)\log_2(5/14) \\ &= 0.940 \end{aligned}$$

A entropia terá valor igual a 0 caso todos os exemplos sejam de uma mesma classe. Analisando o gráfico da entropia na Figura 7, o valor da entropia assumirá valor igual a 1 caso a proporção das classes sejam iguais. A entropia pode variar entre 0 e 1, de acordo com a proporção de cada classe.



**Figura 7.** Gráfico da Entropia

Generalizando o cálculo da entropia para um número ' $n$ ' de classes, temos a equação (2)

$$Entropia(S) = \sum_{i=1}^n -p_i \log_2 p_i \quad (2)$$

onde  $p_i$  é a proporção da classe  $i$  no conjunto  $S$ .

A medida de ganho de informação é simplesmente a redução esperada da entropia causada pela divisão dos exemplos de acordo com o atributo escolhido. O Ganho, ou informação de ganho, de um atributo  $A$  é definido por:

$$Ganho(S,A) = Entropia(S) - \sum_{v \in \text{Valores}(A)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropia(S_v) \quad (3)$$

onde, *Valores (A)* é o conjunto de todos possíveis valores para o atributo *A*, *S<sub>v</sub>* representa o conjunto de todas as tuplas do conjunto de treinamento que possuem no atributo *A* o valor *v*. O atributo que prover maior ganho será escolhido para classificar os exemplos.

O ganho é a medida usada pelos algoritmos de AD para escolher o melhor atributo a cada passo da construção da árvore.

A implementação do algoritmo de árvore de decisão deste projeto foi baseada no algoritmo ID3, pela facilidade de implementação e pelas características do Diagnóstico médico de Doenças Sexualmente Transmissíveis. Os atributos são discretos (sinais e sintomas de cada doença) as respostas também são bem definidas (doenças). Além de tudo, o diagnóstico de DST exige do algoritmo um alto poder de generalização, pois a mesma doença pode se manifestar de formas diferentes em cada paciente.

## 4 Sistema Desenvolvido: SADM

O objetivo maior deste trabalho foi o desenvolvimento de um sistema de auxílio ao médico na prática da diagnose de DST. Foi escolhida esta área específica devido a sua alta relevância, não só no sistema de saúde brasileiro, como também em todas as sociedades. Foram realizadas várias entrevistas, tanto com médicos especialistas como com estudantes de medicina, a fim de entender o problema abordado e as dificuldades enfrentadas pelos profissionais de saúde no exercício desta função. Por meio do conhecimento dos especialistas e da literatura médica foram levantadas as DST, os principais sintomas a elas associadas e uma pequena base de dados sobre pacientes portadores de DST.

Obtivemos assim os requisitos do sistema de forma clara e objetiva. São algumas das características e funcionalidades do sistema:

- O sistema deve possuir um módulo de abordagem sindrômica de DST, que, por sua vez é baseada em fluxogramas específicos, já desenvolvidos e testados. Seguindo os passos dos fluxogramas, o profissional, ainda que não seja especialista, estará habilitado a determinar um diagnóstico sindrômico, implementar o tratamento imediato, realizar aconselhamento para estimular a adesão ao tratamento, para a redução de riscos, para a convocação, orientação e tratamento de parceiros, promoção de incentivo ao uso de preservativos, dentre outros aspectos.
- O sistema deve possuir um módulo contendo ilustrações e características importantes sobre cada DST abordada: Estas informações serão úteis principalmente aos estudantes de medicina e profissionais menos experientes. Esse módulo agrega conhecimento ao médico não especialista.

Uma das exigências realizadas pelos usuários, tanto médicos como discentes, é um requisito não-funcional muito relevante do sistema:

- O sistema deve ser executado em computadores de mão: A portabilidade do sistema em PDAs oferece ao médico a liberdade de utilizar o sistema em qualquer lugar, não havendo a necessidade de um computador no local da consulta, acesso a Internet, permitindo o uso até mesmo em localidades desprovidas de energia elétrica.

Além do Módulo de Abordagem Sindrômica e o Informativo, existe o módulo de diagnóstico médico por meio da técnica de Inteligência Artificial, Árvores de Decisão. Através dos cálculos apresentados no tópico 3.3, o sistema extrai hipóteses diagnósticas da base de dados de casos clínicos de DST e é capaz de prever o diagnóstico médico ao ser apresentado a um novo caso.

Sendo assim, dois sistemas foram desenvolvidos neste projeto: O SADM-DST *Desktop* e o SADM-DST *Mobile*.

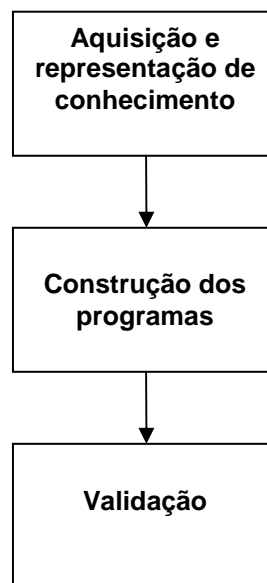
O SADM-DST *Desktop* implementa o módulo de diagnóstico por Árvore de Decisão. Este sistema foi desenvolvido com a Linguagem *Java* [22] e foi projetado para execução em computadores pessoais, estações de trabalho e laptops. A linguagem *Java* foi escolhida por atender às necessidades do projeto, dentre as quais podemos destacar: benefícios de uma linguagem Orientada a Objetos (modularidade, extensibilidade, etc.), a característica multiplataforma, permitindo o desenvolvimento de um sistema independente de arquitetura, e que possua facilidades de manutenção e adição de novas funcionalidades.

Os módulos de Abordagem Síndrômica e o Informativo são implementados com a linguagem J2ME [23], como também a Árvore de Decisão treinada, resultante do Módulo de diagnóstico por Árvore de Decisão. O J2ME é uma versão da linguagem *Java* projetada para dispositivos móveis, com limitação de memória, processamento e GUI<sup>6</sup>. Esses módulos compõem o SADM-DST *Mobile*.

Neste capítulo descreveremos os sistemas, suas características, as arquiteturas aplicadas, algumas funcionalidades, as ferramentas e as tecnologias utilizadas.

## 4.1 SADM-DST *Desktop*

O SADM-DST *Desktop* é um sistema inteligente, que utiliza o algoritmo de árvores de decisão e é capaz de extrair da base de casos as hipóteses diagnósticas. A implementação do sistema se deu conforme as seguintes etapas: (i) aquisição e representação de conhecimento, (ii) construção dos programas, e (iii) validação desse conhecimento e do sistema, ver Figura 8.



**Figura 8.** Etapas da implementação do sistema.

O primeiro passo foi a aquisição de conhecimento médico sobre DST, ou seja: conhecer as doenças, saber como se manifestam e suas principais características. Esse conhecimento foi adquirido através da literatura médica, em entrevistas com especialistas e por meio de análise de prontuários de pacientes. Buscou-se com isso identificar entre os dados coletados, quais foram relevantes na elaboração da hipótese diagnóstica. Da base de casos levantada 75% foi utilizada no

---

<sup>6</sup> A GUI, do inglês *Graphical User Interface*, é a interface gráfica do sistema.

treinamento da árvore de decisão e 25% como base de testes, com o intuito de testar o grau de acerto da árvore de decisão. Os conjuntos utilizados no treinamento e no teste foram disjuntos, ou seja, uma instância utilizada para o treinamento da árvore não será utilizada na realização dos testes. A Tabela 1 mostra um exemplo de uma base de casos clínicos típicos de úlceras genitais. Nela estão numerados os exemplos de casos clínicos que indicam a doença e as suas manifestações, os sintomas e os sinais verificados. De posse desses dados, ter-se-á então que relacionar as manifestações clínicas apresentadas pelos pacientes ao grupo de DST em questão.

**Tabela 1.** Exemplos de casos de Úlceras Genitais.

Casos	Manifestações								Doença
	Aumento da sensibilidade	Ardência	Prurido	Vesículas	Câncer	Ulceração	Adenite	Duração	
Caso 1	sim	sim	sim	sim	não	não	não	mais de 4 semanas	<b>Herpes Genital</b>
Caso 2	sim	não	não	não	não	sim	sim	mais de 4 semanas	<b>Cancro Mole</b>
Caso 3	não	não	sim	sim	não	não	não	mais de 4 semanas	<b>Herpes Genital</b>
Caso 4	não	não	não	não	sim	não	não	menos de 4 semanas	<b>Sífilis</b>
Caso 5	não	não	não	não	não	sim	não	mais de 4 semanas	<b>Donovanose</b>
Caso 6	não	não	não	não	não	sim	sim	mais de 4 semanas	<b>Câncer Mole</b>
Caso 7	sim	não	sim	sim	não	não	não	mais de 4 semanas	<b>Herpes Genital</b>
Caso 8	sim	não	não	não	não	sim	não	menos de 4 semanas	<b>Donovanose</b>
Caso 9	não	não	não	não	sim	não	não	mais de 4 semanas	<b>Sífilis</b>
Caso 10	não	não	não	sim	não	não	não	mais de 4 semanas	<b>Herpes Genital</b>

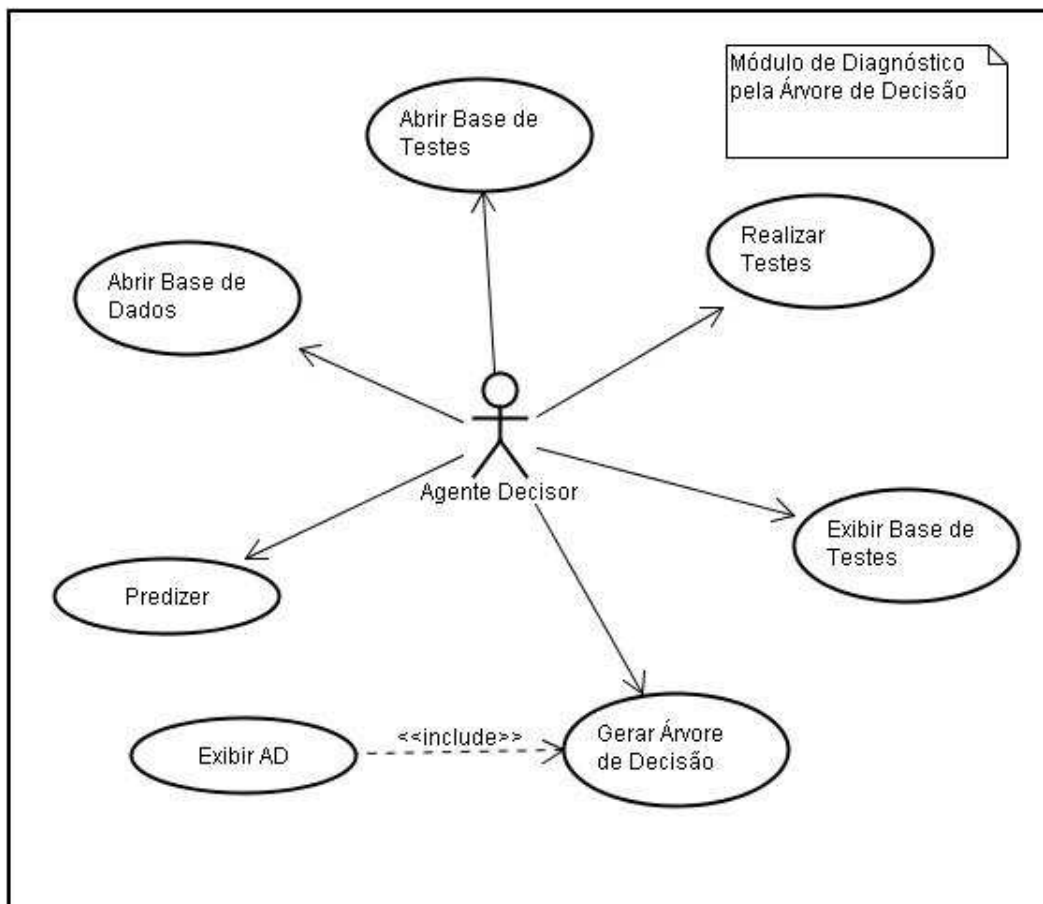
### 4.1.1 Funcionalidades do SADM-DST *Desktop*

As funcionalidades do sistema foram obtidas por meio de entrevistas com Médicos Especialistas em DST e com estudantes de medicina vinculados ao Hospital Universitário Oswaldo Cruz e à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Pernambuco. Com isso, procurou-se fazer com que o SADM-DST *Desktop* pudesse atender às necessidades dos mais diferentes perfis de profissionais, tanto o profissional experiente, como também médicos recém formados ou até mesmo auxiliar no processo de aprendizado.

Podemos visualizar todas as funcionalidades presentes no SADM-DST *Desktop* no diagrama de casos de uso ilustrado na Figura 9. O Agente Decisor é o único ator do sistema. Ele representa o usuário, por exemplo, um médico ou um estudante e é responsável por:

- Abrir a Base de Dados que será utilizada no treinamento da árvore de decisão;
- Abrir a base de testes que é utilizada para testar as decisões da árvore gerada;
- Gerar Árvore de Decisão. Tendo o conhecimento da base de dados o sistema utiliza o algoritmo de Árvore de Decisão para gerar a Árvore.

- Realizar Testes: com a árvore de decisão gerada o sistema compara o resultado de novos casos com as respostas da AD e informa quais instâncias foram corretamente avaliadas as que tiveram uma predição incorreta. O sistema também exibe o gráfico representando o índice de acerto e algumas estatísticas, número total de instâncias, percentual de acerto e de erro.
- Exibir base de testes: a base de testes, após aberta, pode ser exibida.
- Predizer: com a base de dados selecionada e a árvore de decisão o sistema fornece ao usuário a opção de criar uma nova instância e submete-la à predição da árvore.

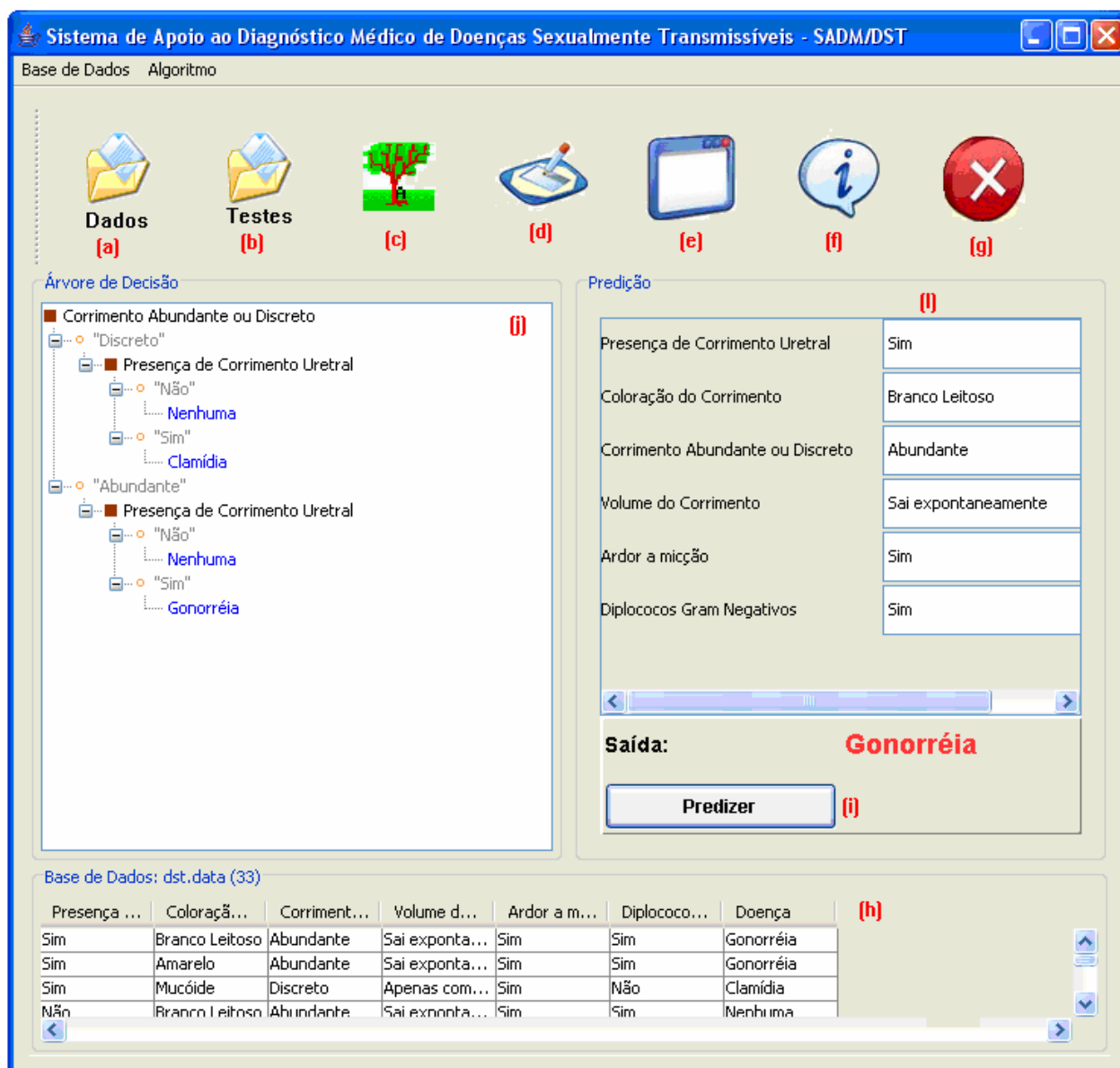


**Figura 9.** Casos de Uso do SADM-DST Desktop.

A tela principal do sistema disponibiliza todas as funcionalidades citadas, podemos acessá-las por meio dos Menus ou dos Botões. Na Figura 10 mostramos a tela principal do sistema, as letras entre parênteses indicam os elementos da interface. O passo inicial para utilização do SADM-DST Desktop é abrir a base de dados de treinamento. Isto é feito clicando no Botão (a), “Dados,” da barra de ferramentas ou através do menu “Base de Dados” → “Abrir Base de Dados”. Ao selecionar esta opção, o usuário irá escolher a base de dados que será utilizada no treinamento da árvore de decisão. Após aberta a base de dados o sistema automaticamente irá exibir todas as instâncias na tabela localizada na parte inferior da tela, a tabela (h), intitulada “Base de Dados”.

Com a base de dados selecionada o usuário está apto a gerar a árvore de decisão. Clicando no Botão (c) ou através do menu “Algoritmo” → “Gerar Árvore” o sistema iniciará o treinamento da árvore de decisão e exibirá a Árvore treinada no campo (h), realizado este procedimento o

usuário habilitará a função Predizer. Na função de Predizer o sistema assume os atributos e seus possíveis valores e disponibiliza ao usuário a criação de um novo exemplo, como visto no campo (l). Após escolher as opções disponíveis o usuário clica no Botão (i), “Predizer” e o sistema percorre a árvore e fornece a resposta de acordo com as regras formuladas e os valores preenchidos.

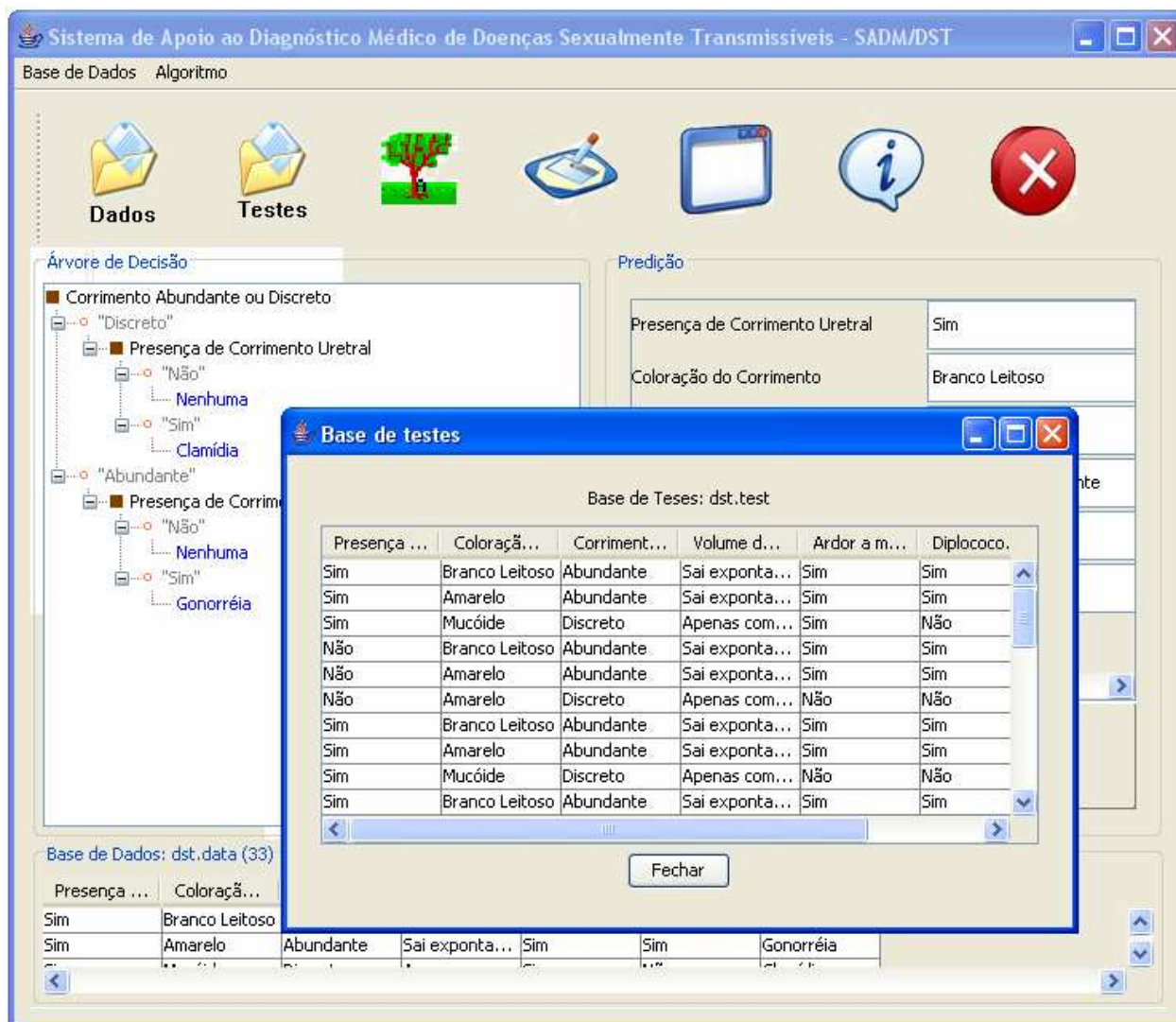


**Figura 10.** Tela principal do SADM-Desktop.

A base de testes é um conjunto de casos que possui as mesmas características (atributos e possíveis valores) da base de dados, porém desempenha uma função diferente. Enquanto a base de dados é utilizada no treinamento da árvore de decisão, a base de testes fornece uma noção do poder de predição da árvore de decisão que foi construída. A base de testes deve ser formada por exemplos que não foram utilizados no treinamento da árvore.

Para selecionar o arquivo da base de testes, o usuário pode clicar no Botão (b), “Testes” ou selecionar a opção de menu “Base de Dados” → “Abrir Base de Testes”. Para visualizar as

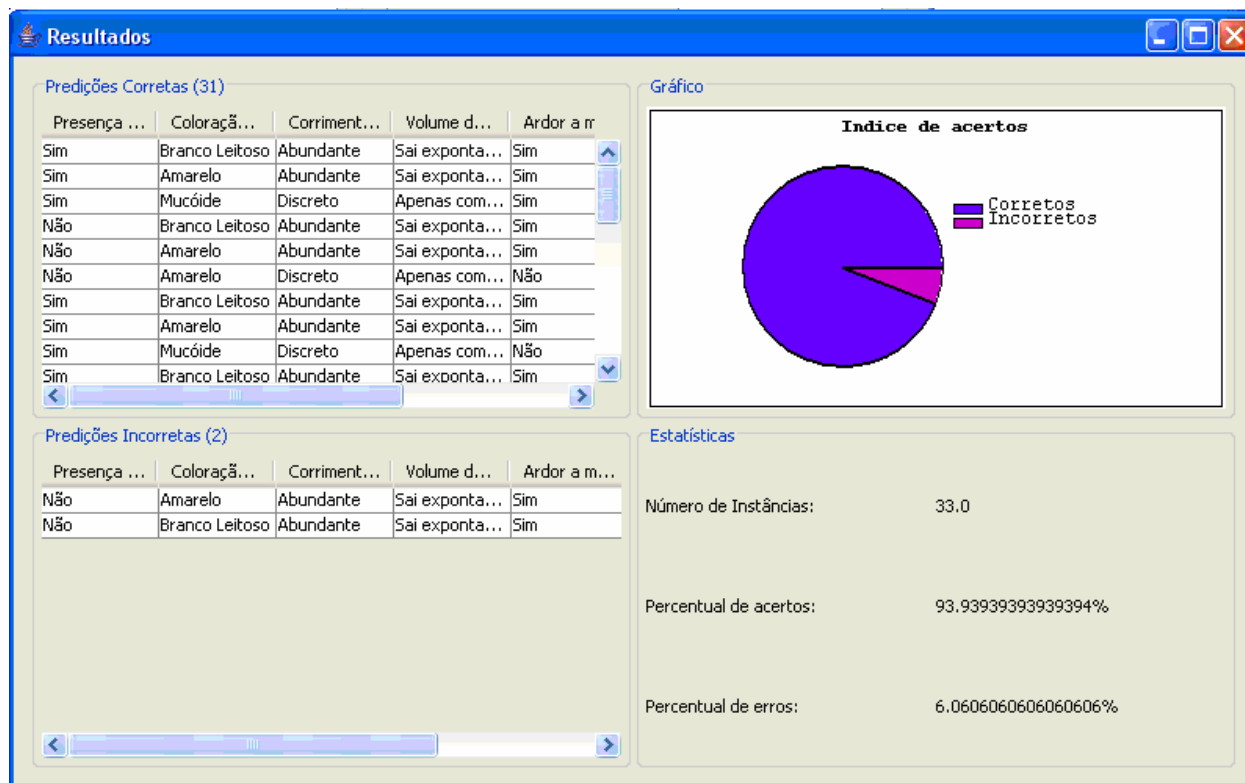
instâncias da base de testes o usuário deve clicar no Botão (e) ou selecionar o menu “Base de Dados” → “Exibir Base de Testes”. Uma nova janela então se abrirá contendo a base de testes selecionada. Ver Figura 11.



**Figura 11.** Janela de exibição das instâncias da base de testes.

Ao selecionar a opção de menu “Algoritmo” → “Realizar Testes”, ou simplesmente clicar no Botão (d) o sistema realiza os testes e uma nova janela então será exibida ao usuário contendo os resultados do teste da árvore. Uma nova janela então será exibida (Figura 12) mostrando uma tabela com as instâncias que obtiveram predições corretas, outra tabela com as predições incorretas, o gráfico “índice de acertos”, que mostra ao usuário que informa mostra a porcentagem de predições corretas e incorretas e dados estatísticos como o percentual de acertos, de erros e número total de instâncias.





**Figura 12.** Janela de resultados dos testes executados.

#### 4.1.2 Arquitetura do SADM-DST Desktop

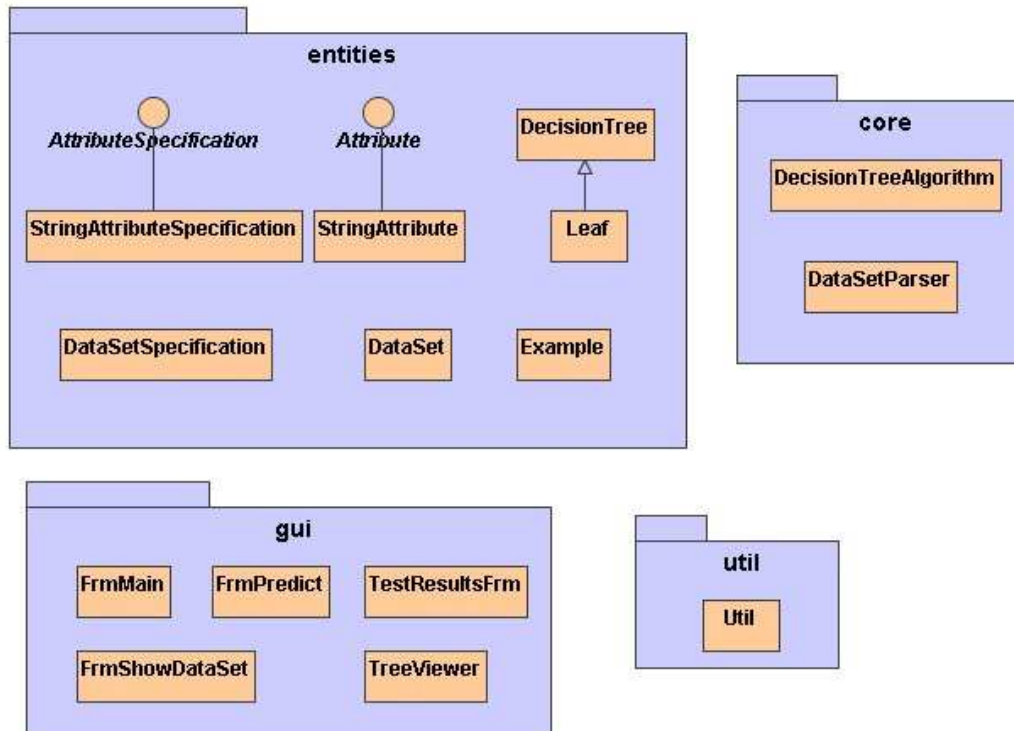
A arquitetura adotada foi o padrão em camadas, como indicado na Figura 13. A camada inferior é responsável pela manipulação de arquivos, seguida da camada de processamento, a qual agrupa toda a lógica do sistema. A fachada tem o papel de atender as solicitações da interface gráfica, funcionando como um repositório de todas as funcionalidades disponíveis no sistema. A GUI é responsável por toda a interface com o usuário, a parte visível do sistema.



**Figura 13.** Camadas do SADM-DST Desktop.

As classes do sistema encontram-se distribuídas em pacotes, que as agrupam de acordo com suas respectivas funcionalidades. O diagrama de classes e pacotes encontra-se indicado na Figura 14. São eles:

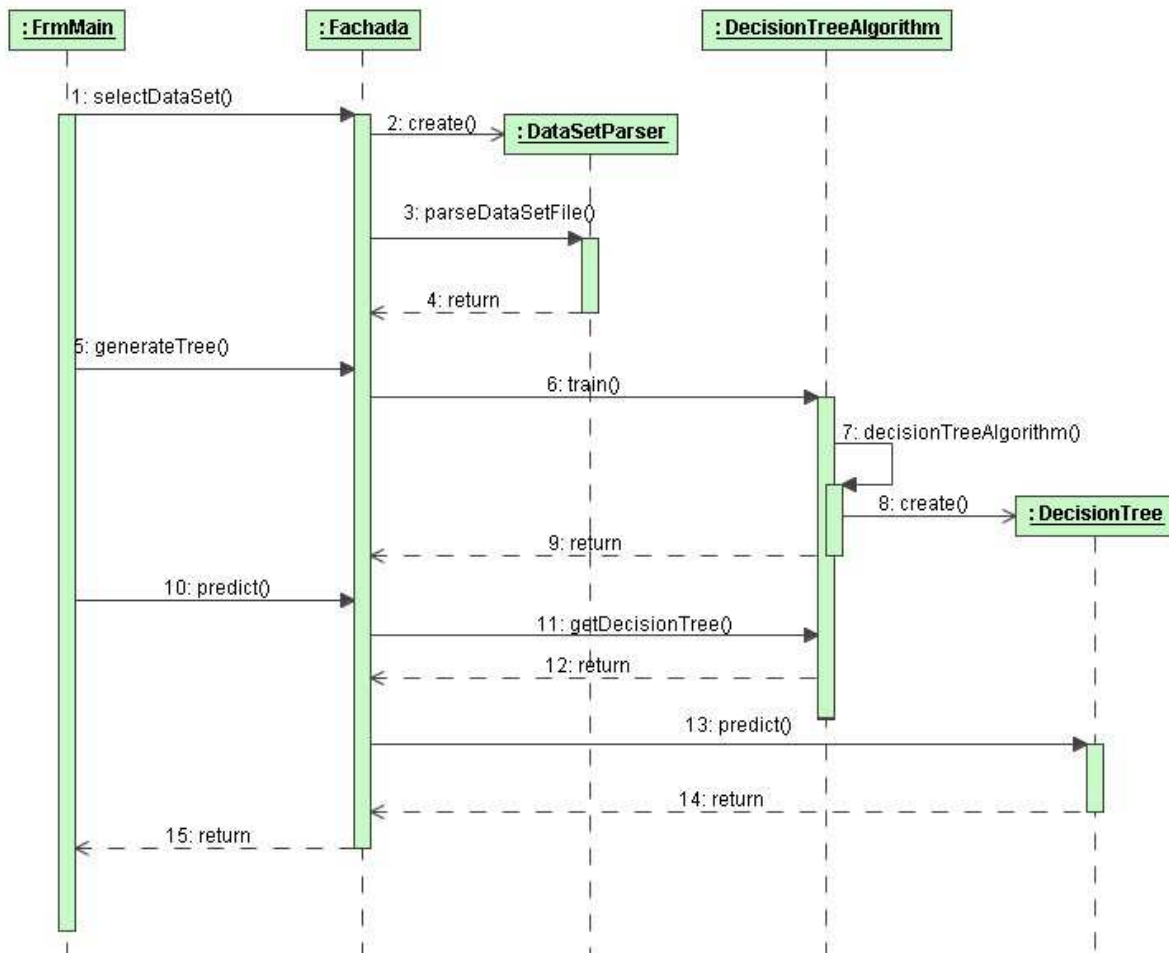
- *entities*: classes que representam as entidades primárias do sistema;
- *core*: classes que compõem o núcleo da aplicação, de criação de bases de dados e implementação do algoritmo de árvore de decisão;
- *gui*: classes da interface gráfica com o usuário;
- *util*: classes com funções auxiliares utilizadas no sistema. Por exemplo, as funções estatísticas de moda e normalização e a do cálculo do logaritmo na base dois.



**Figura 14.** Diagrama de classes simplificado do SADM-DST *Desktop*.

Cada nó da árvore é codificado como um objeto `DecisionTree`, que é composto de uma `String` do nome do atributo que forma o nó, e uma tabela `hash` que mapeia os valores do atributo em questão nas suas respectivas sub-árvores. Uma folha (classe `Leaf`) é uma subclasse de `DecisionTree`, com a limitação de que não permite que novas sub-árvores ou folhas seja adicionadas a ela.

O Diagrama da Figura 15 representa o funcionamento do sistema para determinadas rotinas utilizadas na seleção da base de dados de treinamento, da construção da árvore, e predição de um novo exemplo criado na interface gráfica. A janela principal da aplicação é implementada na classe `FrmMain`, cujas requisições são repassadas à fachada do sistema. Uma seqüência de passos foi definida para cada ação do usuário. O primeiro passo para utilização do sistema é a seleção da base de dados de treinamento. Ao clicar no botão correspondente na barra de ferramentas, o método `selectDataSet` da fachada é chamado, que por sua vez cria uma nova instância da classe `DataSetParser`. A partir da instância criada, é chamado o método `parseDataSetFile`, o qual retorna um objeto `DataSet` que encapsula todas as instâncias e especificações de atributo descritas no arquivo de entrada.



**Figura 15.** Diagrama de seqüência para as rotinas de na seleção da base de dados de treinamento, da construção da árvore e predição.

Definiu-se um formato para os arquivos contendo as bases de dados e fornecidos como entrada do sistema. O mesmo formato é utilizado tanto para as bases de treinamento quanto para as bases de teste. Neste formato, são definidas inicialmente as especificações para cada um dos atributos existentes na base de dados em questão. Uma especificação de atributo é composta por um nome de atributo, associado a sua lista de possíveis valores. Esta lista deve apresentar a estrutura a seguir,

*Nome\_do\_atributo; valor<sub>1</sub>, valor<sub>2</sub>,... valor<sub>n</sub>*

A separação entre as especificações de atributos e as instâncias de treinamento no arquivo de entrada é delimitada pelas Strings @specification e @data. Um exemplo de trecho de um arquivo de base de dados é dado a seguir:

```

@specification
Presença de Corrimento Uretral;Sim,Não
Coloração do Corrimento;Branco Leitoso,Amarelo,Mucóide
Abundância; Abundante,Discreto
Volume; Sai espontaneamente,Necessidade de expressão
Sintomas Associados; Sim, Não
Bacterioscopia; Sim,Não
Doença; Gonorréia,Clamídia
  
```

```
@data  
Sim,Branco Leitoso,Abundante,Sai espontaneamente,Sim,Sim,Gonorréia  
Sim,Amarelo,Abundante,Sai espontaneamente,Sim,Sim,Gonorréia  
...
```

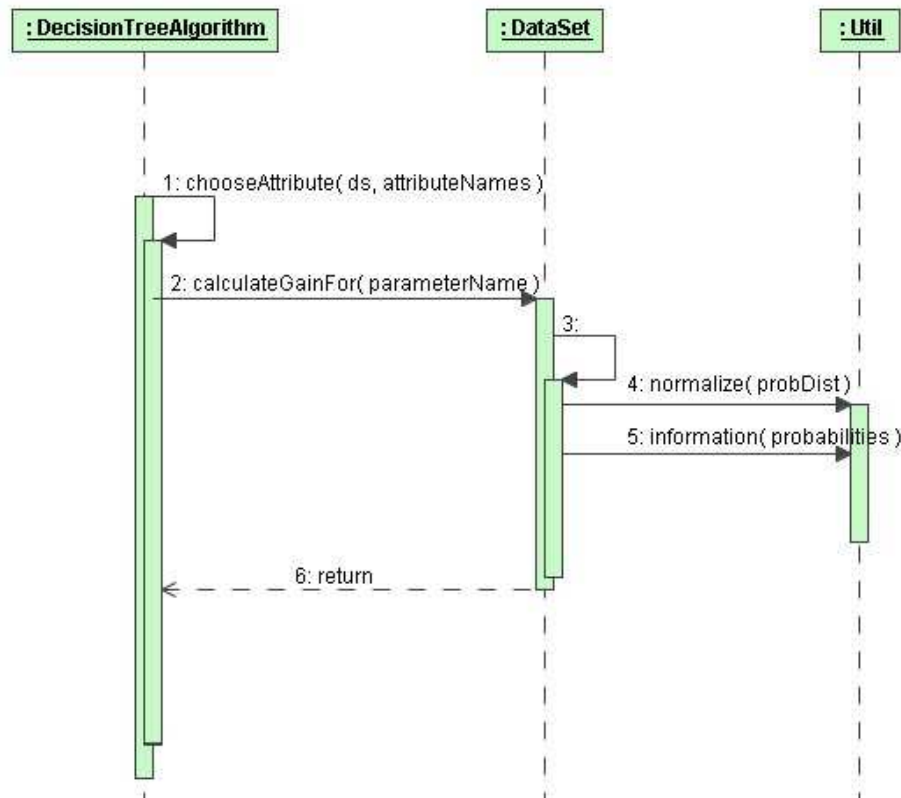
Uma vez que esteja disponível um objeto `DataSet` com as informações para o treinamento, pode-se iniciar o processo de indução da árvore. Isto é realizado através da chamada ao método da fachada `generateTree`, que repassa a requisição para o método `train`, da classe `DecisionTreeAlgorithm`. Este método consiste em uma implementação do algoritmo ID3 [21] apresentado nas seções anteriores, e retorna uma instância da classe `DecisionTree`. O objeto retornado contém a estrutura da árvore criada, com seus nós e folhas, e é mantido em memória para que a partir dela possam ser realizados testes e previsões.

A implementação do algoritmo, cuja seqüência é apresentada no diagrama da Figura 16, usa o critério do cálculo de ganho de informações para escolha do melhor atributo, chamando-se o método `chooseAttribute` da classe `DecisionTreeAlgorithm`. A partir dele é chamado o método `calculateGainFor`, cuja função é determinar o ganho de informação para um dado atributo. Os principais trechos desta implementação são listados a seguir:

```
public double calculateGainFor(String parameterName) {  
    ...  
    double totalSize = examples.size();  
    double remainder = 0.0;  
    ...  
    for (Iterator iter = keySet.iterator(); iter.hasNext();) {  
        String parameterValue = (String) iter.next();  
  
        double reducedDataSetSize = ((DataSet)hash.get(parameterValue))  
            .examples.size();  
  
        remainder += (reducedDataSetSize / totalSize)  
            * ((DataSet)hash.get(parameterValue)).getInformationFor();  
    }  
    return (getInformationFor() - remainder);  
}
```

O método `getInformationFor` determina uma estimativa das informações contidas em uma resposta correta, e consiste em uma implementação direta das fórmulas apresentadas na seção 3.4.3.

O algoritmo é executado recursivamente, até que todos os atributos tenham sido analisados, e o conjunto de treinamento possa ser devidamente classificado.



**Figura 16.** Diagrama de seqüência do algoritmo de cálculo de ganho para um dado atributo.

Durante o desenvolvimento da aplicação foi utilizada a Integrated Development Environment (IDE) Eclipse [24]. O eclipse é uma plataforma de desenvolvimento gratuita e com código aberto, permitindo que novas atualizações e funcionalidades sejam adicionadas constantemente.

Optou-se pelo uso da API Java em sua versão 5.0, devido às facilidades providas por esta, principalmente a possibilidade de parametrização de coleções [25].

A modelagem do sistema, seu diagrama de classes e pacotes e os diagramas de seqüência foram realizados no *Magic Draw UML 9.0* [26].

## 4.2 SADM-DST *Mobile*

O grande volume de informação necessária ao clínico no processo de tomadas de decisão, o avanço da medicina e a necessidade de atualização constante do conhecimento médico têm induzido ao emprego de tecnologias que possam acompanhar os avanços da medicina atual. Uma das soluções para auxiliar o médico em suas tarefas é a utilização dos computadores portáteis denominados de *palmtops*. A extrema portabilidade, alta capacidade de armazenamento, grande disponibilidade de softwares são vantagens significativas para o aumento da utilização no meio médico.

O SADM-DST *Mobile* é um sistema que fornece ao profissional de saúde um suporte na elaboração do diagnóstico de DST. Suas funcionalidades foram levantadas junto com médicos especialistas e estudantes visando dar o apoio necessário às tomadas de decisão.

De acordo com as exigências realizadas pelos médicos e estudantes no período de concepção do sistema, o *SADM-DST Mobile* foi desenvolvido para ser executado em plataforma PDA, sua modelagem foi desenvolvida utilizando a tecnologia J2ME (*Java 2 Micro Edition*) apropriada para dispositivos portáteis [23]. A implementação do software levou em consideração questões relativas à capacidade de armazenamento e processamento dos PDAs, neste tipo de projeto, foi necessário a otimização do código gerado a fim de se obter um melhor desempenho da aplicação e evitar problemas relacionados a quantidade de memória utilizada. Foi utilizado na implementação do software as seguintes interfaces de programação de aplicativo (APIs): o MIDP (*Mobile Information Device Profile*) versão 2.0 e a CLDC (*Connected Limited Device Configuration*) versão 1.1. O *SADM-DST Mobile* foi implementado, testado e validado no PDA Life Drive, da PALM, com sistema operacional Palm OS 5.4 [27].

O *SADM DST Mobile* se constitui dos módulos: (i) Abordagem sindrômica, (ii) o Módulo Informativo e a (iii) Árvore de Decisão gerada pelo sistema *SADM-DST Desktop*. Iremos discutir sobre as funcionalidades oferecidas pelo *SADM-DST Mobile*, como também os detalhes importantes no seu desenvolvimento, o *feedback* dos usuários e as ferramentas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste sistema.

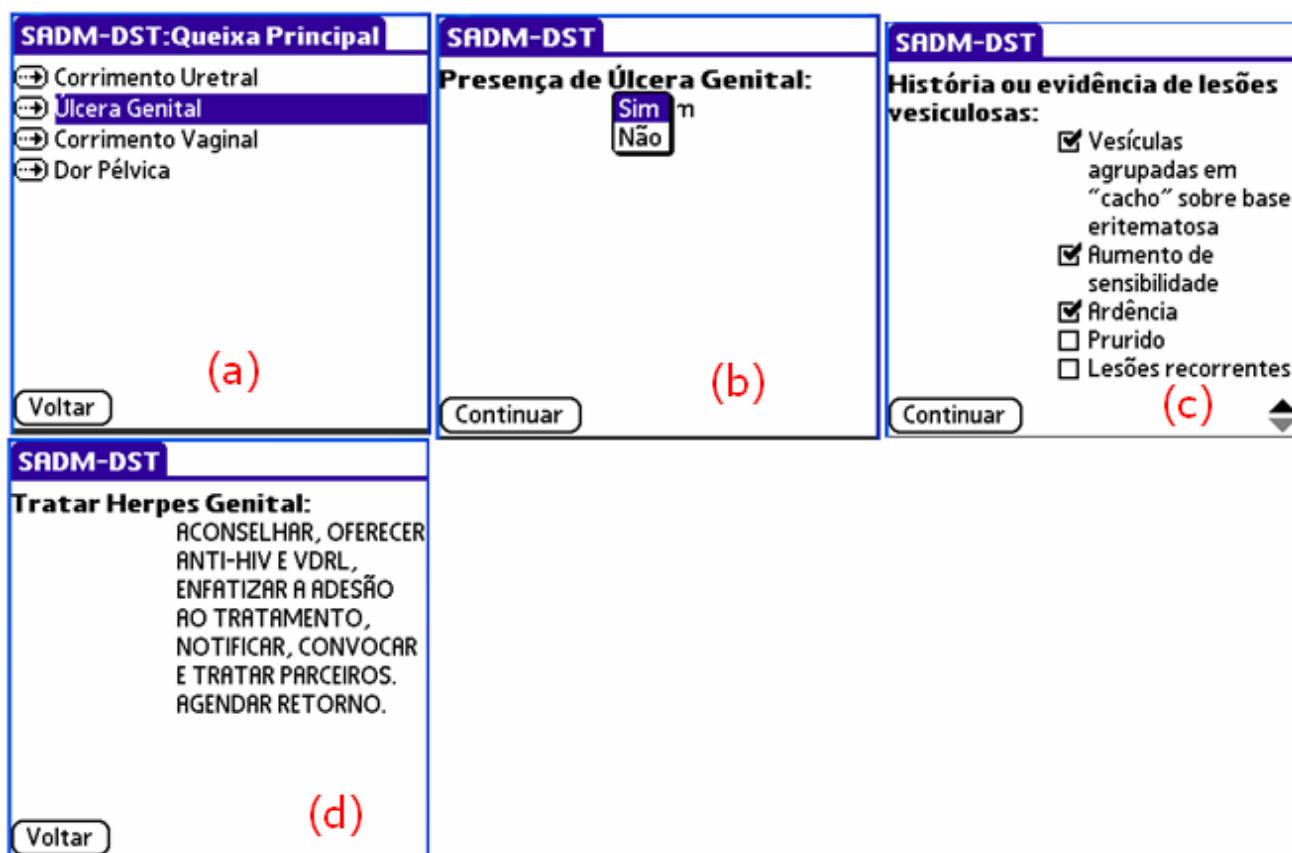
## 4.2.1 Funcionalidades

Podemos dividir as funcionalidades do *SADM-DST Mobile* de acordo com os módulos que o integram. A Figura 17 mostra a tela principal do sistema, nela podemos acessar suas três principais funções: (i) a realização do diagnóstico através da abordagem sindrômica de DST, (ii) o diagnóstico de DST por meio da derivação das regras da Árvore de Decisão gerada pelo sistema *SADM-DST Desktop* e (iii) o módulo informativo onde se podem acessar informações sobre DST, como fotos de manifestações da DST específica e principais sintomas associados.



**Figura 17.** Tela principal do *SADM-DST Mobile*.

Ao selecionar o botão referente ao módulo da Abordagem Sindrômica de DST o sistema disponibiliza ao usuário a implementação dos fluxogramas para a abordagem das principais DST. Como visto capítulo 2.4.2 o principal objetivo da abordagem sindrômica é facilitar a identificação de uma ou mais síndromes para então manejá-las de forma adequada. Este módulo do sistema funciona de forma interativa, o sistema solicita entradas ao médico que dizem respeito a dados clínicos do paciente. A Figura 18 representa uma seqüência de telas do SADM-DST *Mobile* simulando a utilização do sistema na elaboração do diagnóstico de um paciente com Herpes Genital. Uma seqüência de entradas é fornecida pelo médico de acordo com os achados clínicos do paciente, o sistema analisa as entradas e seguindo as regras dos fluxogramas fornece ao usuário o diagnóstico e as ações a serem tomadas.



**Figura 18.** Sequência das telas do SADM-DST *Mobile* para um caso de herpes genital.

Dentro do módulo da abordagem sindrômica existe uma subdivisão de acordo com a natureza da síndrome. Cada síndrome clínica é composta por um grupo de doenças, como mostra a Tabela 2. O módulo de abordagem sindrômica do SADM-DST *Mobile* abrange todas as doenças contidas na tabela.

**Tabela 2.** Síndromes e doenças abordadas pelo SADM-DST *Mobile*.

Síndrome	Doenças
Corrimento Uretral	Candidíase
	Gonorréia
Úlcera Genital	Herpes Genital
	Sífilis
	Cancro Mole
	Donovanose
Corrimento Vaginal	Tricomoníase
	Vaginose

O módulo de abordagem sindrômica do SADM-DST *Mobile* abrange todas as doenças citadas acima.

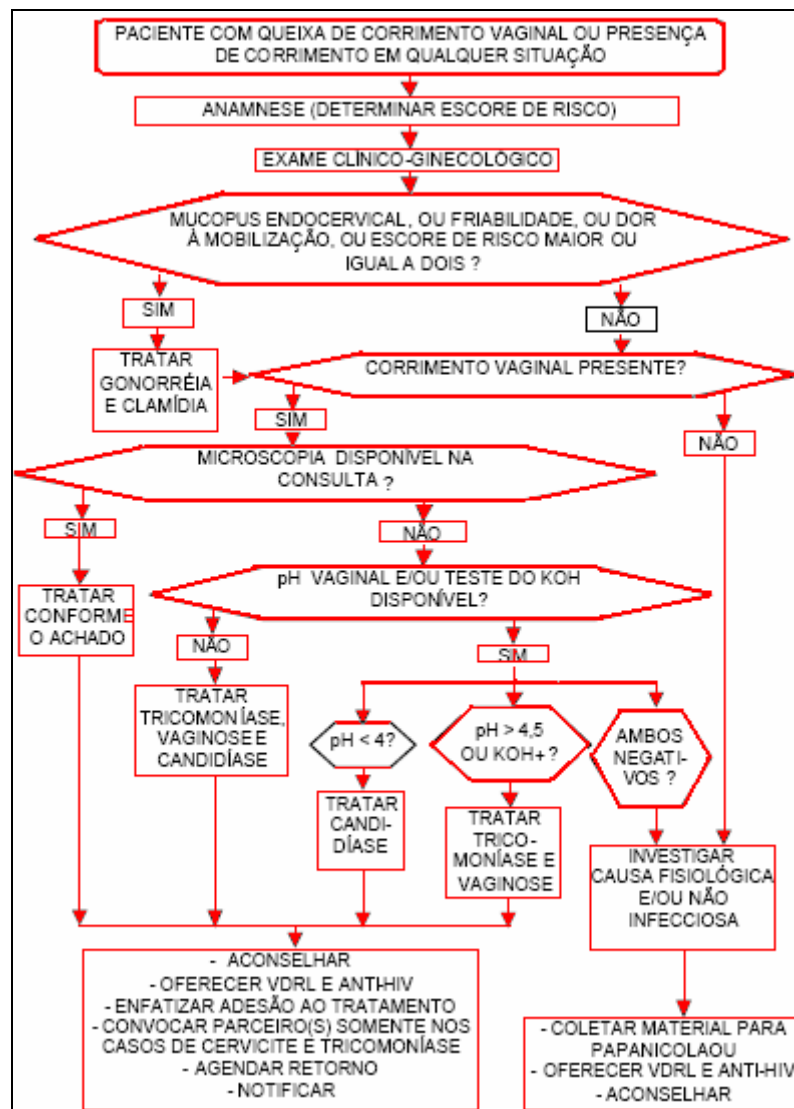
Toda a implementação da abordagem sindrômica no SADM-DST *Mobile* foi baseada nos fluxogramas do Manual de Controle das Doenças Sexualmente Transmissíveis – DST, criado pelo Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde e Programa Nacional de DST e Aids. Além do fluxograma para corrimento uretral (Figura 1) foi implementado os fluxogramas para úlcera genital (Figura 19), corrimento vaginal (Figura 20) e dor pélvica (Figura 21).

Estudos realizados comprovam a eficácia da abordagem sindrômica na clínica de DST. Foram obtidos excelentes resultados nos casos de corrimento uretral e úlcera genital, para corrimentos vaginais os resultados foram bem satisfatórios em comparação com os resultados dos diagnósticos clínicos. O SADM-DST uniu o poder da abordagem sindrômica e a mobilidade do computador de mão para atender às necessidades do profissional de saúde.

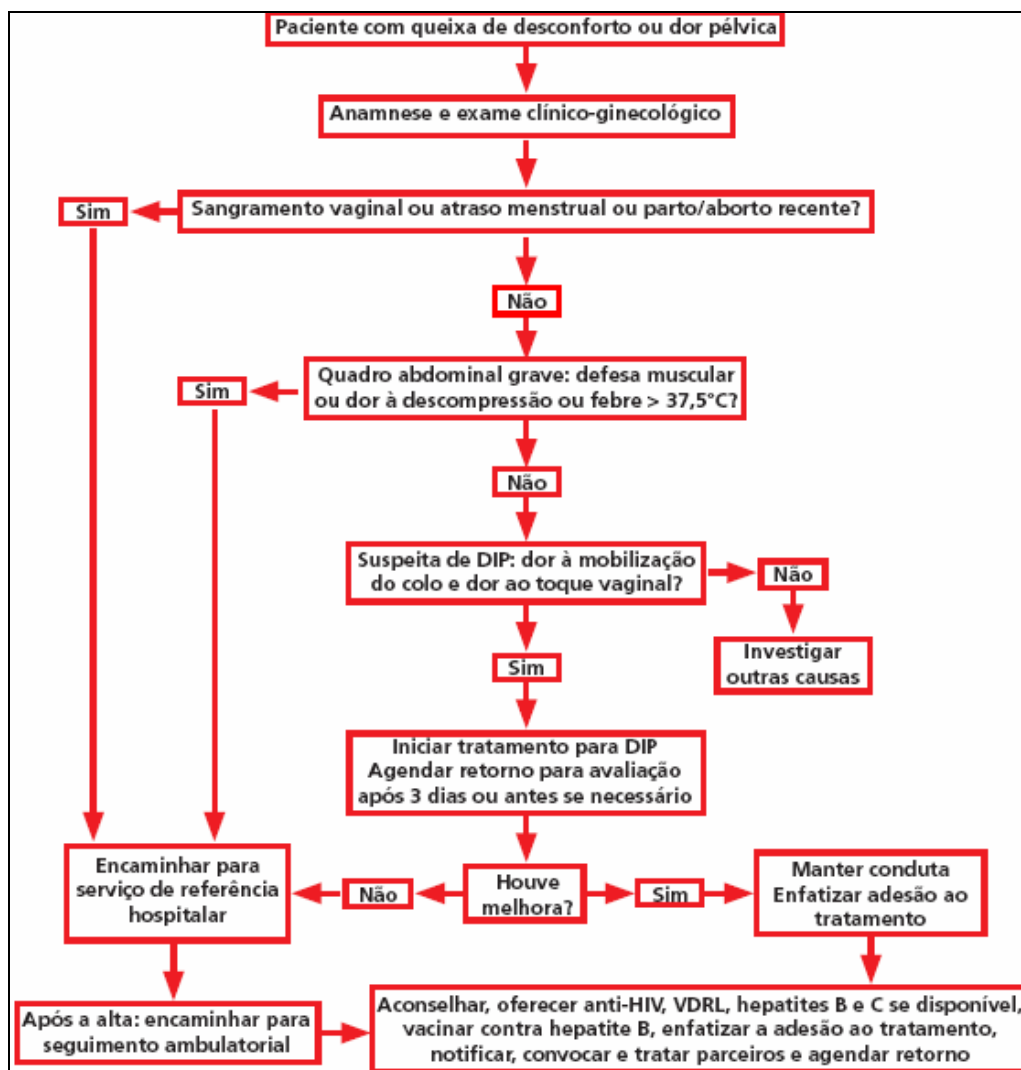


**Figura 19.** Fluxograma de úlcera genital. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição.





**Figura 20.** Fluxograma de corrimento vaginal. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição.



**Figura 21.** Fluxograma de dor pélvica. Retirado do Manual de Controle das DST, 4ª edição.

Além do módulo de abordagem sindrômica de DST, existem os módulos de diagnóstico de DST baseado na AD resultante do *SAMD Desktop* e o módulo informativo.

O módulo de diagnóstico de DST funciona da mesma forma do que o módulo de abordagem sindrômica, possui interface similar, recebe entradas do usuário, porém toma suas decisões baseadas nas regras da árvore gerada pelo *SADM-DST Desktop* para o diagnóstico das DST.

O módulo informativo foi concebido principalmente para atender às necessidades do estudante de medicina e do profissional sem experiência no diagnóstico de DST. Este módulo tem a função de mostrar ao usuário as características mais relevantes de cada DST abordada pelo sistema e disponibilizamos ao usuário essa informação de uma forma fácil de acessar. Buscamos com isso agregar conhecimento médico e estudante de forma rápida e simples. Verificamos na Figura 22, as telas do *SADM-DST Mobile* onde o usuário obtém as informações sobre a DST desejada.

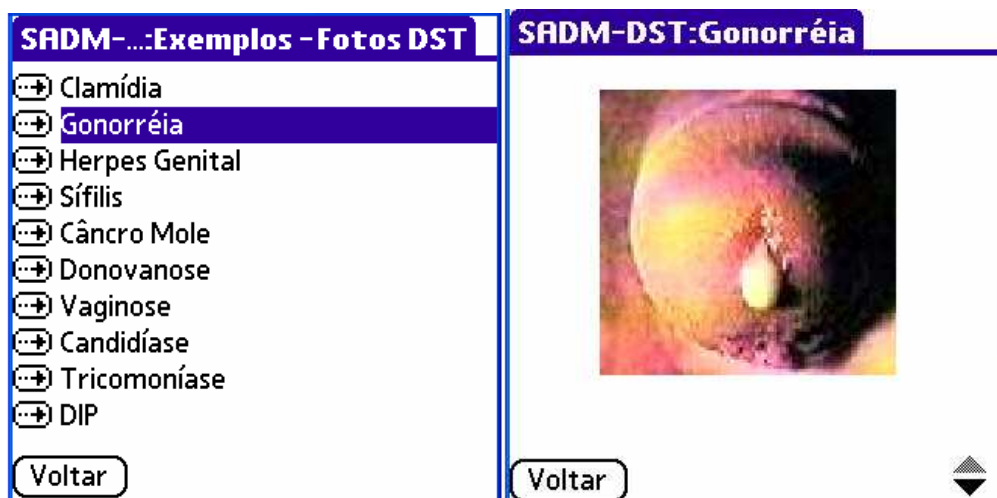


Figura 22. Sequência de telas para acesso de informações sobre gonorréia.

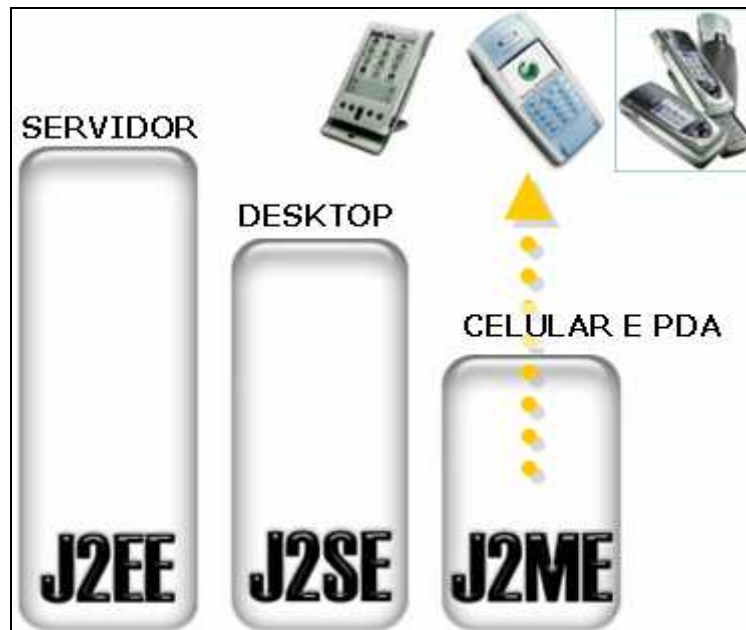
## 4.2.2 Arquitetura

O desenvolvimento de aplicações para dispositivos computacionais móveis exige uma atenção especial em certos pontos críticos. No ponto de vista dos dispositivos, existem limitações que deverão ser levadas em conta no desenvolvimento de sistemas, como a limitação do consumo de energia, a maioria dos dispositivos móveis utiliza a bateria como fonte de energia, um recurso de tempo finito. O tamanho reduzido de memória e a baixa capacidade de processamento exigem uma otimização de código, tanto no tamanho que o código ocupará na memória como em relação à melhoria de desempenho do sistema. A pequena área de GUI (*display* e entrada de dados) deverá ser levada em conta na elaboração do projeto do sistema, como também o tratamento de dispositivos com telas sensíveis ao toque e de reconhecimento de escrita à mão livre.

Do ponto de vista do usuário é esperado que o sistema possua uma interface simples e intuitiva, a curva de aprendizado deve ser rápida, o usuário não deve necessitar de manuais ou treinamento para utilizar o sistema.

Uma das linguagens de programação largamente utilizadas no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis é o J2ME. O J2ME é uma versão reduzida do J2SE, otimizada para dispositivos móveis com limitações de processamento e memória. Como vimos na Figura 23, as plataformas Java atualmente disponíveis são:

- Standard Edition (J2SE) – projetada para execução em computadores pessoais, estações de trabalho e laptops.
- Enterprise Edition (J2EE) – projetada para execução em servidores. Possui suporte interno para JSP, Servlets e XML.
- Micro Edition (J2ME) – projetada para dispositivos móveis, com limitação de memória, processamento e GUI.



**Figura 23.** Plataformas JAVA e dispositivos destino.

Para atender a grande quantidade de dispositivos o J2ME oferece um conjunto de especificações e tecnologias:

- Configurações – Detalham a máquina virtual e o conjunto básico de APIs que podem ser usadas por uma classe de dispositivos.
- Perfis – Definem APIs mais específicas (ciclo de vida, interface com usuário, e persistência).

Configuração é uma especificação que define o ambiente de software para uma família de dispositivos, ou seja, dispositivos que compartilham requisitos, como:

- Tipos e quantidades de memória
- Tipos e velocidade dos processadores
- Tipos de conexão de rede
- Tipos e tamanho de interface de vídeo

A configuração está intimamente vinculada à máquina virtual java, mais especificamente a *K Virtual Machine (KVM)*, máquina virtual Java para o CLDC. A configuração específica quais recursos e bibliotecas (APIs) estará disponível para o J2ME.

Podemos trabalhar com dois tipos de configuração, a Configuração de Dispositivo Conectado (CDC) e a Configuração de Dispositivo Conectado Limitado (CLDC). Tanto o CLDC quanto o CDC atendem à dispositivos como telefones celulares, *paggers* e PDAs. No *SADM-DST Mobile* foi utilizado o CLDC versão 1.1. Na CLDC trabalhamos com as classes que são um subconjunto de J2SE, são elas:

- *java.lang.\**
- *java.util.\**
- *java.io.\**

Cada classe herdada de J2SE é idêntica ou oferece um subconjunto da interface da classe, possuem mesmo nome e pacote, como em J2SE. A semântica da classe é preservada, ou seja, a

forma como os objetos herdados são chamados não é modificada. O J2ME possui classes específicas como a *javax.microedition.io\**, responsável pelas operações de leitura, escrita e armazenamento de dados.

Um perfil é uma coleção de APIs em Java que complementa uma configuração a fim de prover habilidades para uma família de dispositivos. O principal objetivo é garantir a interoperabilidade entre uma família de dispositivos. A Figura 24 mostra a arquitetura de um dispositivo de informação móvel. Na camada inferior temos o hardware do dispositivo, sobre o hardware temos o Sistema Operacional (SO), que fornece uma segurança quanto a realização de operações com a máquina, acima temos a camada de configuração (CLDC 1.1 ou 1.1). O perfil está implementado sobre a configuração. No topo das camadas temos os aplicativos que utilizam as APIs MIDP e CLDC para realizar suas operações.



**Figura 24.** Camadas de serviços e APIs em J2ME.

O perfil MIDP é responsável por definir:

- Interface com o Usuário
- Persistência (usando um modelo simples orientado a registros)
- Comunicação (extensão do CLDC)
- Ciclo de vida da Aplicação
- Tratamento de eventos

No desenvolvimento do *SADM-DST Mobile* utilizou-se a configuração CLDC versão 1.1 e o perfil MIDP versão 2.0. A escolha destas versões de configurações e perfil se deu devido às limitações do CLDC 1.0 como, por exemplo, a ausência de suporte às operações matemáticas com ponto flutuante e as novidades do MIDP 2.0, principalmente as relacionadas com a interface como usuário, podemos citar, novas opções com a classe *ChoiceGroup*, comandos mais flexíveis, associados a itens individuais. O *SADM-DST Mobile* foi executado e testado no dispositivo Life Drive da PALM [27], com sistema operacional da Palm OS, o PALM OS Garnet v. 5.4.

O *SADM-DST Mobile* é composto por uma única classe, a *DSTMIDLet*, que concentra todas as funcionalidades do sistema e gerencia todas as requisições do usuário. Cada interação do usuário dispara eventos específicos, tratados pela aplicação por meio de estruturas de seleção. O método *commandAction* é o responsável tratamento dos eventos da aplicação. Nele está o gerenciamento das telas exibidas e alguns cálculos necessários para execução do sistema.

Vamos verificar trechos de código que desempenham esta função de controle, os trechos analisados serão referente à seqüência descrita na Figura 22.

O usuário inicialmente se encontra na tela principal do sistema (Figura 17) quando selecionada a opção *Exemplos – Fotos DST* o método `commandAction` é chamado, nele encontra-se o trecho de código:

```
int i = lsAbordagem.getSelectedIndex();
    switch (i) {
    case 0:
        display.setCurrent(lsAbordagemSindromica);
        break;
    case 1:
        display.setCurrent(fmDiagnostico);
        break;
    case 2:
        display.setCurrent(lsExemplos);
        break;
    default:
        break;
    }
```

O objeto `Command` que iniciou o evento é um componente `List` implícito. O objeto `List` é utilizado para apresentar uma lista de opções na tela. A instrução `switch` utiliza o método `lsAbordagem.getSelectedIndex()` para determinar qual elemento foi selecionado. Caso o usuário escolha a opção referente ao módulo informativo, *Exemplos – Fotos DST*, a tela dos exemplos de DST será exibida, `lsExemplos` (primeira tela da Figura 22).

De maneira similar todo o fluxo do programa é coordenado, o sistema identifica qual frame está sendo exibido e os elementos selecionados pelo usuário e então é tomada a ação definida.

Devido a simplicidade da arquitetura adotada, o *SADM-DST Mobile* é um sistema que não exige muitos recursos computacionais, concentrando todas as funcionalidades em uma única classe. Dessa forma, o sistema obteve sucesso em relação ao seu desempenho, o tempo de resposta do sistema às requisições realizadas é quase instantâneo.

Algumas ferramentas auxiliaram no desenvolvimento do *SADM DST Mobile*:

- **EclipseME:** é um eclipse *plugin* que auxilia o desenvolvimento de J2ME MIDlets. EclipseME conecta o *Wireless Toolkits* ao ambiente do desenvolvimento do eclipse, permitindo que o desenvolvedor abstraia um pouco das necessidades especiais do desenvolvimento com J2ME e foque no desenvolvimento da aplicação [28].
- **Wireless Toolkits:** foi utilizado o Sun Java Wireless Toolkit versão 2.3. Esta ferramenta é utilizada no desenvolvimento de aplicações móveis baseadas em MIDP e CLDC. Foi projetada para funcionar em celulares, PDA, dentre outros dispositivos. O *toolkit* inclui os simulação de ambientes móveis e otimização do desempenho da aplicação [29].
- **JarToPcr:** esse software foi usado para a conversão do arquivo `.jar`, gerado pelo *Wireless Toolkit*, para o arquivo `.pcr`, formato executado pelo sistema operacional do PALM. O *JarToPcr* faz parte do *IBM WebSphere Micro Environment Palm OS Developer Toolkit* [30].

## 4.3 Testes e Validação dos Sistemas

Durante as etapas de desenvolvimento dos sistemas houve um acompanhamento por parte dos usuários, para fins de controle dos protótipos em desenvolvimento, bem como a aquisição de novos requisitos e identificação de pontos de melhorias. Testes foram realizados para ambos os sistemas ao longo de sua implementação para assegurar o funcionamento correto de todos os requisitos determinados. Ao final do desenvolvimento dos sistemas, foi realizada uma pesquisa de opinião visando à obtenção destas sobre vários aspectos ligados ao trabalho desenvolvido. Um questionário foi preparado (ver Apêndice A) e aplicado junto ao público alvo.

### 4.3.1 Testes

O teste é uma das fases do processo de engenharia de software que visa garantir a qualidade da informação fornecida pelo sistema. Testar um software significa verificar através de execuções controladas se o software desenvolvido se comporta de acordo com o especificado [31].

Testes foram realizados durante a fase de desenvolvimento do *SADM-DST Desktop*, buscando encontrar possíveis erros e os corrigir imediatamente. Tanto os cenários principais, como também cenários que fugiam ao fluxo esperado do sistema, por exemplo, gerar a árvore de decisão sem antes escolher a base de treinamento, foram devidamente analisados e então realizados os tratamentos necessários.

Para testar dos resultados obtidos pelo *SADM-DST Desktop* a partir da árvore de decisão treinada, foi utilizada a ferramenta WEKA [21] como base para comparações. A opção por escolher a ferramenta WEKA deu-se devido ao fato desta ferramenta ser largamente aceita e usada na comunidade científica, bem como por ser de utilização livre. Foi utilizada a mesma base de treinamento e teste, com casos clínicos de diagnóstico de úlceras genitais (Seção 4.1.2), tanto para o *SADM-DST Desktop* quanto para o WEKA. Pudemos observar que a árvore obtida em ambas as ferramentas apresentou a mesma estrutura, assim como apresentaram taxas de erro similares. Obteve-se um índice de 5% de erro e 95% de acerto nos no diagnóstico dos casos apresentados na base de testes. Sendo assim, pudemos comprovar que a implementação do algoritmo ID3 foi realizada de forma correta.

Todos os módulos do *SADM-DST Mobile* também foram devidamente testados. No teste do módulo síndromico foi realizada a comparação entre as respostas fornecidas pelo sistema e as respostas indicadas nos fluxogramas (Figura 1, Figura 19, Figura 20, Figura 21). Todos os possíveis fluxos foram testados. Da mesma forma, o módulo de diagnóstico de DST foi testado, só que baseado nas regras geradas pela árvore do *SADM-DST Desktop*. Todas as opções fornecidas no módulo informativo foram testadas para garantir a funcionalidade correta do sistema.

### 4.3.2 Validação

Os sistemas foram validados via questionário após uso prático controlado das ferramentas junto a um grupo de 30 usuários com diferentes perfis: estudantes, doutorandos, residentes e médicos especialistas vinculados ao Hospital Universitário Oswaldo Cruz e à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Pernambuco. Essa etapa do trabalho procurou abordar a opinião dos diversos tipos de possíveis usuários, levando em consideração o grau de conhecimento e vivência clínica de cada grupo. No grupo de estudantes estão inclusos os graduandos do 5º ao 8º períodos do curso de medicina. No grupo de doutorandos, foram incluídos os alunos do 9º ao 12º períodos, que têm suas atividades restritas aos territórios de prática. Residentes são médicos já formados que estão fazendo suas especializações em determinada área, e, por fim, o médico especialista. Portanto uma amostra bastante diversificada e representativa de potenciais usuários deste trabalho. O mesmo grupo de usuários avaliou tanto o SADM-DST *Desktop* e do SADM-DST *Mobile*.

Além do perfil do usuário, outras características foram abordadas pelo questionário, no intuito de mensurar os pontos positivos e pontos a melhorar dos sistemas SADM-DST *Desktop* e do SADM-DST *Mobile*. O mesmo questionário foi aplicado aos dois sistemas e para todos os usuários ouvidos. As características inquiridas foram:

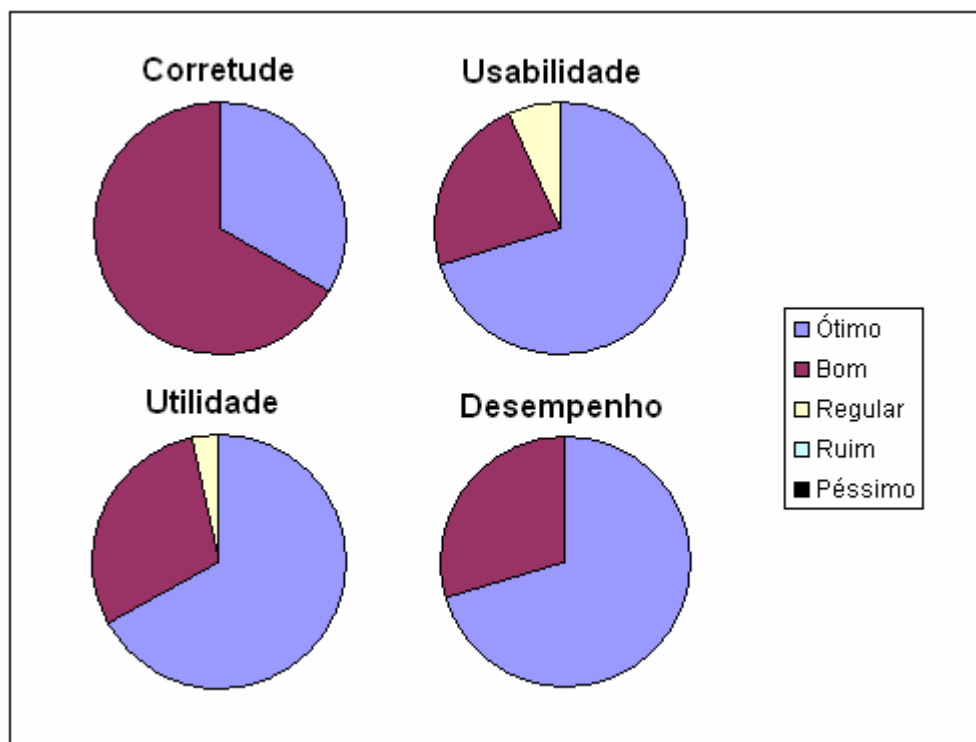
- Corretude: Avaliação sobre a qualidade da informação fornecida pelo sistema, se as informações fornecidas pelos sistemas estão corretas e coerentes;
- Usabilidade: Avaliação sobre a facilidade de uso do sistema;
- Utilidade: Avaliação sobre a relevância e importância da informação fornecida pelos sistemas no diagnóstico de DST;
- Desempenho: Avaliação sobre o tempo de resposta do sistema.

Essas características poderiam ser classificadas como: péssimo, ruim, regular, bom e ótimo, de acordo com a opinião do usuário.

De acordo com as respostas obtidas no questionário, aplicado ao SADM-DST *Mobile*, constatamos a boa aceitação do sistema diante o seu público alvo. A grande maioria dos usuários avaliou o SADM-DST *Mobile* como ótimo e bom, para todos os requisitos ponderados. Na Figura 25 são apresentados os gráficos dos resultados para cada uma das características consideradas. Em todas as características abordadas o SADM-DST *Mobile* apresentou elevados índices de satisfação:

- 67% dos usuários indicaram a corretude do sistema como boa e 33% como ótima. Esses números comprovam que o sistema forneceu informações corretas às requisições realizadas pelos usuários;
- No que se refere à usabilidade do sistema, 70% dos usuários indicaram o sistema como ótimo, 23 % avaliaram como bom e 7% como regular;
- No fator de avaliação utilidade, 67% dos usuários indicaram a opção ótimo, 30% bom, e 3% considerou a usabilidade do sistema regular;
- O desempenho do sistema foi considerado como ótimo por 70% dos usuários e bom por 30%.



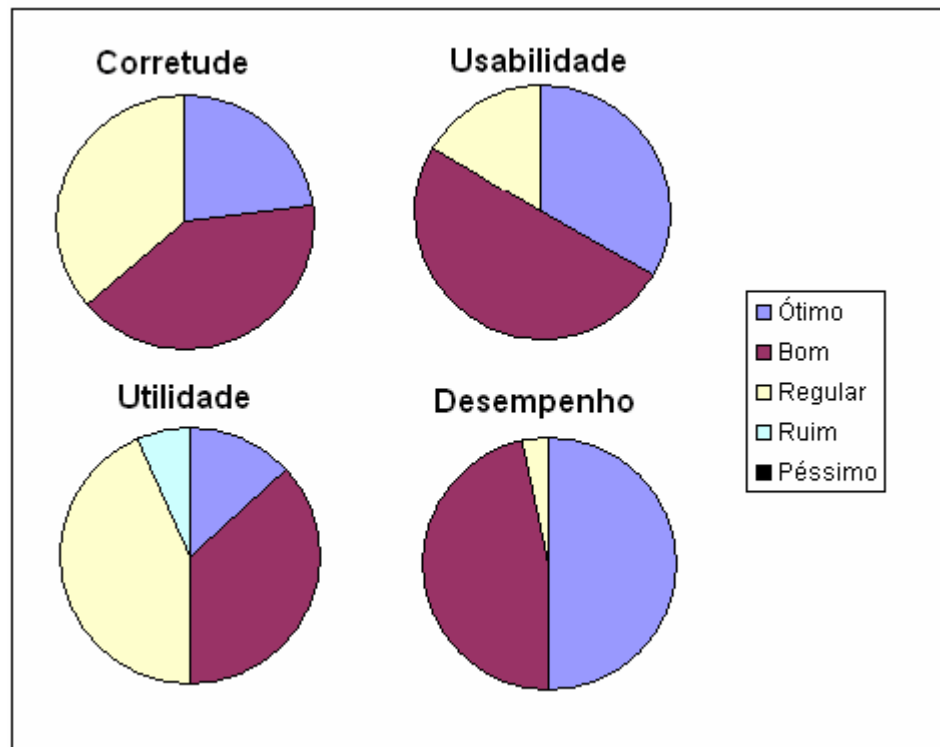


**Figura 25.** Gráficos da avaliação do SADM-DST *Mobile*.

A Figura 26 ilustra os gráficos que representam a avaliação do SADM-DST *Desktop*. A avaliação do SADM-DST *Desktop* apresentou um o nível de utilidade mais baixo em relação aos obtidos pelo SADM-DST *Mobile*. 13% acharam o sistema ótimo, 37% bom, 43% regular e 7% ruim quando perguntados sobre sua utilidade. Apenas Imaginamos que isto tenha ocorrido, principalmente, devido ao fato de sua execução estar limitada a computadores pessoas (e não computadores portáteis), cuja comodidade de uso é muito inferior se comparado à dispositivos móveis, por exemplo, PDAs.

Apesar da reduzida quantidade de casos clínicos utilizados no treinamento do sistema, a corretude alcançou níveis razoáveis: Os 23% dos usuários marcaram ótimo dentre as opções disponíveis, 40% bom e 37% regular. Isto pode ser contornado através de um levantamento mais sistemático para elaboração de nova base de dados com maior número de exemplos.

Usabilidade e desempenho apresentaram resultados bastante satisfatórios de acordo com as informações providas pelos usuários entrevistados. 33% dos entrevistados marcaram ótimo, 50% bom, 17% razoável em relação a usabilidade e 50% ótimo 47% bom e 3% razoável quando perguntados sobre o desempenho do sistema.



**Figura 26.** Gráficos da avaliação do SADM-DST *Desktop*.

## Capítulo 5

# Conclusões e Trabalhos Futuros

Devido a enorme quantidade de elementos informativos que um médico necessita para prática da medicina, sistemas de informação baseados em computador se apresentam como uma poderosa ferramenta no manuseio dessa miríade de informações e de processamento das incertezas médicas associadas. Dentre as atividades realizadas pelos médicos, o diagnóstico caracteriza-se como uma das mais importantes etapas, desempenhando uma função essencial para realização das etapas subsequentes. Na realização deste trabalho, por razões de exigüidade de tempo, limitamo-nos ao escopo de uma área médica apenas. Escolhemos o diagnóstico das doenças sexualmente transmissíveis (DST) porque elas são hoje um dos problemas mais comuns da saúde pública em todo mundo, sendo ainda mais grave nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

A proposta principal deste trabalho foi, portanto, o desenvolvimento de ferramentas que auxiliassem o médico na prática do diagnóstico de DST. Para tal, foram desenvolvidos dois sistemas. O *SADM-DST Desktop* e o *SADM-DST Mobile*. O primeiro é um sistema inteligente, que utiliza o algoritmo de árvores de decisão e é capaz de extrair hipóteses diagnósticas da base de casos clínicos fornecida como entrada.

O *SADM-DST Mobile* é um sistema implementado para execução em dispositivos móveis, a fim de incorporar as vantagens inerentes a esta plataforma. O sistema engloba as funcionalidades do diagnóstico de DST por meio da abordagem sindrômica, um módulo informativo, e um módulo de diagnóstico baseado nas regras extraídas da árvore de decisão criada no *SADM-DST Desktop*. No módulo informativo, são disponibilizadas ilustrações das manifestações das DST juntamente com a descrição das principais características de cada doença, bem como a exibição dos fluxogramas retirado do Manual de Controle das DST.

Ambos os sistemas foram desenvolvidos com a linguagem de programação Java, a fim de se obter o máximo de portabilidade entre diferentes plataformas e dispositivos. Os sistemas desenvolvidos apresentam uma operação rápida, prática e fácil. Isto foi comprovado através da realização de pesquisas com potenciais usuários dos sistemas (estudantes de medicina, residentes, doutorandos e médicos especialistas). Como principal resultado obtido, destacamos a eventual grande utilidade deste trabalho para a prática médica e, mesmo para o SUS (Sistema Único de Saúde brasileiro). Defendemos isto, pois, pensamos que a ferramenta ajuda a melhoria no processo de diagnóstico, bem como, pode auxiliar no aprendizado acadêmico.

Como trabalhos futuros, que servirão como continuidades dos projetos desenvolvidos nesta monografia, estão:

- Adoção no *SADM-DST Mobile* do modelo inteligente de Árvore de Decisão, utilizado no *SADM-DST Desktop*. Com essa inclusão unimos as funcionalidades

dos dois sistemas, tendo o poder da análise inteligente fornecida pelo SADM-DST *Desktop* e a mobilidade e praticidade do SADM-DST *Mobile*;

- Ainda na área relacionada às DST ficam indicados, como trabalhos futuros, toda parte da terapêutica e interação medicamentosa das DST. Esse módulo pode vir a ser acoplado ao SADM-DST *Mobile*, recebendo como entrada a hipótese diagnóstica gerada pelo sistema e fornecendo o tratamento adequado, levando em consideração as particularidades de cada paciente, como: ser gestante, portador de HIV, dentre outras;
- A partir da construção de uma base de casos mais populosa, novas modelagens podem ser testadas sobre o problema do diagnóstico médico de DST;
- Utilização de outras técnicas de IA como Redes Neurais ou Redes Bayesianas podem produzir resultados ainda mais satisfatórios;
- A abordagem utilizada, certamente, poderá ser estendida para outras atividades dentro do diagnóstico de DST, como por exemplo, sugerir os exames etiológicos mais indicados para a elucidação do diagnóstico médico;

Por fim, outras áreas da medicina, como a cardiologia, clínica geral e psiquiatria também podem ser contempladas com futuros sistemas de suporte à decisão baseados nos sistemas apresentados neste trabalho.

## Bibliografia

- [1] LOPEZ, M., MEDEIROS, J.L., *Semiologia médica: as bases do diagnóstico clínico*, 5a. Ed. Revinter, 2004.
- [2] MARK, D. B., *Tomadas de decisões em medicina clínica. Harrison: Medicina Interna*. 13. ed. McGraw-Hill, 2002. 3: 9-15.
- [3] CDC. 2002 *Guidelines for treatment of sexually transmitted diseases*. MMWR 2002; 51(No. RR-6).
- [4] *Manual de Controle das Doenças Sexualmente Transmissíveis*. Disponível em [www.aids.gov.br](http://www.aids.gov.br). Acessado em 21/11/2006.
- [5] REDWOOD, C.L., PLUMB, J. *The syndromic approach to treatment of sexually transmitted diseases in low-income countries: issues, challenges, and future directions*. J Obstet Gynaecol Can 2002; 417-424.
- [6] MILLER R.A., POPLE J.R., MYERS J.D. *Internist I, an experimental computer based diagnostic consultant in general internal medicine*. N Eng J Med 1982; 307: 468-75.
- [7] MILLER R.A., MCNEIL M.A., CHALINOR S.M., MASARIE F.E., MYERS J.D.P. *The internist1/quick medical reference project- Status report*. West J Med 1986; 145: 816-22.
- [8] BATNETT G.O., CIMINO J.J., HUPP J.A., HOFFER E.P., *Dxplain: an evolving diagnostic decision system*. JAMA 1987; 87: 67-74.
- [9] WARNER H.R., *Iliad: moving medical decision-making into new frontiers*. Method InfMed 1989; 28: 370-2.
- [10] RUSSELL, S.; NORVIG, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Upper Saddle River. Prentice, 1995.
- [11] *Portal de Medicina Baseada em Evidências*. [www.evidencias.com](http://www.evidencias.com). Acessado em 21 /11/ 2006.
- [12] EDDY, D.M., *Anatomy of a decision*. JAMA 263: 441, 1990.
- [13] KASSIRER, J.P., KOPELMAN, R.I, *Learning Clinical Reasoning*. Baltimore, 1991.
- [14] HOLMES, K. K., *Doenças Sexualmente Transmissíveis: Introdução Geral e Abordagem Clínica*. In: eugene braunwald, e., et al. *Harrison: Medicina Interna*, 13ª Ed. McGraw-Hill, 2002. 132: 890-900.
- [15] STAIR, R.M. *Princípios de Sistemas de Informação. Uma abordagem gerencial*. 4ª. Ed. 2000.
- [16] SIGULEM, D. *Atualização Terapêutica - Manual Prático de Diagnóstico e Tratamento*, 2ª. Ed. 1998.
- [17] SHORTLIFE, *Medical Informatics*, 1990.
- [18] TUTHIL, *Knowledge Engineering*. 1990.
- [19] ROCHA, C.L. *Análise de fronteiras de reservatório de petróleo através de geoquímica de superfície e mineração de dados*. Disponível em: [http://www.coc.ufrj.br/teses/mestrado/inter/2005/Teses/ROCHA\\_CL\\_05\\_t\\_M\\_int.pdf](http://www.coc.ufrj.br/teses/mestrado/inter/2005/Teses/ROCHA_CL_05_t_M_int.pdf). Acessado em 20/11/2006.

- [20] GRUBER, T. R., *Toward Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing*, International Journal of Human-Computer Studies. Nº 43, pp. 907-928.
- [21] WITTEN, I.H., FRANK, E., *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. Morgan Kaufmann Publishers, 2000.
- [22] SUN Corporation. Java. Disponível em: <http://java.sun.com/>. Acessado em 20/11/2006.
- [23] MUCHOW, J. *Core J2ME – Technology & MIDP*, Pearson Makron Books, 2004.
- [24] *ECLIPSE*. Disponível em: <http://www.eclipse.org/>. Acessado em maio de 21/11/2006.
- [25] *J2SE Software Development Kit, (SDK)* <http://java.sun.com/j2se/1.5.0/>. Acessado em 15/05/2006.
- [26] *MAGIC DRAW*. Disponível em: [www.magicdraw.com](http://www.magicdraw.com). Acessado em 21/11/2006.
- [27] [www.palmos.com/dev/tech/tools/emulator](http://www.palmos.com/dev/tech/tools/emulator). Acessado em 12/05/2006.
- [28] *ECLIPSEME*. Disponível em: <http://eclipseme.org/>. Acessado em maio de 2006.
- [29] *Sun Java Wireless Toolkit*. Disponível em: <http://java.sun.com/products/sjwtoolkit/index.html>. Acessado em 15/11/2006.
- [30] *IBM WebSphere Micro Environment Palm OS Developer Toolkit*. Disponível em: [http://www-306.ibm.com/software/info/ecatalog/pt\\_BR/products/B648703W57271H36.html](http://www-306.ibm.com/software/info/ecatalog/pt_BR/products/B648703W57271H36.html). Acessado em: 15/11/2006.
- [31] KANER, C., FALK, J., Nguyen, H.Q., *Testing Computer Software*, 2a. Edição, Wiley, 2005.
- [32] Elsevier.com. *Artificial Intelligence in Medicine*. Disponível em: <http://intl.elsevierhealth.com/journals/aiim/Default.cfm>. Acesso em: 21 dez 2006

# Apêndice A

## Questionário de Avaliação dos Sistemas *SADM Desktop* e *SADM-DST Mobile*

### Seção 1 – Identificação e Perfil

Os dados a seguir não são obrigatórios.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nível:

- Estudante
- Doutorando
- Residente
- Médico especialista
- Outros \_\_\_\_\_

### Seção 2 – Perguntas sobre o Sistema *SADM Desktop*

#### *Corretude*

Avaliação sobre a qualidade da informação fornecida pelo *SADM Desktop*.

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

---

*Usabilidade*

Avaliação sobre a facilidade de uso do sistema.

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Utilidade*

Avaliação sobre a relevância e importância da informação fornecida pelo *SADM Desktop* no diagnóstico de DST.

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Desempenho*

Avaliação sobre o tempo de resposta do *SADM Desktop*

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



### Seção 3 – Perguntas sobre o Sistema SADM-DST *Mobile*

#### *Corretude*

Avaliação sobre a qualidade da informação fornecida pelo SADM-DST *Mobile*

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### *Usabilidade*

Avaliação sobre a facilidade de uso do sistema

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### *Utilidade*

Avaliação sobre a relevância e importância da informação fornecida pelo SADM-DST *Mobile* no diagnóstico de DST.

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### *Desempenho*

Avaliação sobre o tempo de resposta do SADM-DST *Mobile*

- Péssimo
- Ruim
- Regular
- Bom
- Ótimo

Observações \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_