

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

(Bacharelado)

**SOFTWARE DE APOIO À IDENTIFICAÇÃO DE  
COMPOSTOS ORGÂNICOS DESCONHECIDOS BASEADO  
EM TÉCNICAS LABORATORIAIS E ESPECTROMETRIA DE  
MASSA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE  
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA  
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA  
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

**MASSAO YASUDA**

BLUMENAU, JULHO/2002

2002/1-56

# **SOFTWARE DE APOIO À IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS DESCONHECIDOS BASEADO EM TÉCNICAS LABORATORIAIS E ESPECTROMETRIA DE MASSA**

**MASSAO YASUDA**

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO FOI JULGADO ADEQUADO  
PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

**BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

---

Prof. Carlos Eduardo Negrão Bizzotto — Orientador na  
FURB

---

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

**BANCA EXAMINADORA**

---

Professor Carlos Eduardo Negrão Bizzotto

---

Professor Maurício Capobianco Lopes

---

Professor Oscar Dalfovo

# DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha amada Flávia, por razões mais numerosas que qualquer variável numérica jamais possa armazenar, aos meus pais e irmãos e aos meus amigos pelas críticas e apoios que eu tenho recebido durante toda a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Meus sinceros agradecimentos ao professor e meu orientador Carlos Eduardo Negrão Bizzotto, pelo interesse com o qual orientou este trabalho.

Ao professor José Roque Voltolini da Silva, coordenador do Trabalho de Conclusão de Curso.

À professora Iêda Maria Begnini do Departamento de Química desta Universidade.

Ao meu grande amigo Gustavo Buarque Costa Cardoso pela contribuição na parte gráfica do software.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	III
AGRADECIMENTOS.....	IV
SUMÁRIO.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE QUADROS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	2
1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2 SOFTWARE EDUCACIONAL.....	4
2.1 HISTÓRICO DO SOFTWARE EDUCACIONAL NO BRASIL.....	4
2.2 TIPOS DE SOFTWARES EDUCACIONAIS.....	5
2.2.1 EXERCÍCIO E PRÁTICA.....	5
2.2.2 TUTORIAL.....	6
2.2.3 SIMULAÇÃO.....	7
2.2.4 JOGOS EDUCATIVOS.....	9
3 QUÍMICA ORGÂNICA .....	11
3.1 FUNÇÕES ORGÂNICAS.....	11
3.2 PROPRIEDADES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	13
3.3 ANÁLISE QUÍMICA.....	13
4 ROTEIRO DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA.....	15
4.1 DEFINIÇÃO DO ASSUNTO.....	15
4.2 MONTAGEM DA EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO.....	15

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO OPERADOR.....	16
4.4.1 DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL .....	16
4.4.2 STORYBOARD.....	17
4.5 IMPLEMENTAÇÃO.....	17
4.6 TESTES.....	17
4.7 DISTRIBUIÇÃO E ARTE FINAL.....	17
5 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	18
5.1 DEFINIÇÃO DO ASSUNTO.....	18
5.2 MONTAGEM DA EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO.....	19
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO OPERADOR.....	20
5.4 DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL.....	20
5.4.1 FLUXOGRAMA DO SOFTWARE .....	20
5.4.2 STORYBOARD.....	21
5.5 IMPLEMENTAÇÃO.....	24
5.5.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	24
5.5.1.1 VISUAL C++ .....	24
5.5.1.2 DIRECTOR .....	25
5.5.1.3 MANIPULAÇÃO DOS DADOS.....	25
5.5.1.4 PROCEDIMENTOS LABORATORIAS.....	27
5.5.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO.....	27
5.6 TESTES.....	36
5.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
6 CONCLUSÕES.....	38
6.1 EXTENSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tela do Jogo de Tabuada.....	6
Figura 2 – Tela do Tutorial para criação de sites.....	7
Figura 3 – Tela do Model ChemLab v2.0.....	8
Figura 4 – Tela do Jogo da Senha.....	10
Figura 5 – Divisão das Funções Orgânicas.....	11
Figura 6 – Fluxograma do software.....	21
Figura 7 – <i>Layout</i> da tela de simulação.....	22
Figura 8 – <i>Layout</i> da tela de simulação com alguns componentes.....	23
Figura 9 – <i>Layout</i> da tela com a caixa de adição de substâncias.....	24
Figura 10 – Tela Principal .....	28
Figura 11 – Tela com seção de insaturação.....	29
Figura 12 – Tela com seção de ignição.....	29
Figura 13 – Tela com seção dos Ácidos carboxílicos.....	30
Figura 14 – Tela com seção dos Álcoois.....	30
Figura 15 – Tela com seção dos Aldeídos e Cetonas.....	31
Figura 16 – Tela com seção das Aminas.....	31
Figura 17 – Tela com seção dos Ésteres.....	32
Figura 18 – Tela com seção dos Fenóis.....	32
Figura 19 – Tela com seção dos Haletos.....	33
Figura 20 – Tela com seção de Hidrocarbonetos.....	33
Figura 21 – Tela com seção de Nitrilas.....	34
Figura 22 – Tela com resultado da pesquisa.....	35
Figura 23 – Exemplo de uma tela de simulação.....	36

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Rotina de pesquisa dos dados digitados.....	27
--------------------------------------------------------	----



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Funções Orgânicas.....	12
Tabela 2 – Equipe de desenvolvimento.....	20
Tabela 3 – Variáveis armazenadas no arquivo.....	26

## RESUMO

Esse trabalho descreve a especificação e implementação de um software que auxilia os alunos da disciplina de Análise Orgânica na simulação dos procedimentos laboratoriais para a identificação de compostos orgânicos desconhecidos. O software proposto utiliza recursos multimídia e, por isso, sua especificação seguiu um roteiro de desenvolvimento específico para sistemas multimídia. Para o desenvolvimento do software foram utilizadas as ferramentas Microsoft Visual C++ 6 e Macromedia Director 8.5. Ao final do desenvolvimento, o software foi avaliado informalmente por alunos da disciplina de Análise Orgânica.

## **ABSTRACT**

This work explain about support software specification and implementation to Organic Analysis academic discipline in the simulation of laboratories identification of unknown organic compounds proceedings. The software use multimedia resources and, therefore, its specification was followed a specific multimedia systems development script. For the software's development is uses the tools Microsoft Visual C++ 6 and Macromedia Director. 8.5. At the end of development, the software is rated informally for Organic Analysis academic discipline.

# 1 INTRODUÇÃO

Para Guareschi (2000) a proliferação da informática faz parte do cenário pós-moderno, onde a criação, manipulação e difusão das informações constituem a maior fonte de riqueza de uma sociedade voltada para a aquisição e detenção do conhecimento e da informação.

Ao longo do tempo a informática passou a se tornar cada vez mais presente na sociedade, sendo notória a sua necessidade nos diversos campos de trabalho e pesquisa. No caso específico da área química, a informática tem facilitado a pesquisa de novos compostos e a identificação de amostras desconhecidas. Além disso, existe um grande número de softwares desenvolvidos que auxiliam no estudo ou mesmo em rotinas laboratoriais.

Segundo Vogel (1992), numa sociedade industrializada, a análise orgânica qualitativa tem importante papel a preencher. Assim, a maioria das indústrias de transformação confia na análise química qualitativa e quantitativa a fim de garantir que as matérias-primas utilizadas atendam às especificações. A análise qualitativa consiste no exame das matérias-primas, de forma que se tenha certeza de que não estão presentes substâncias que possam ser prejudiciais à saúde e ao processo de transformação ou que possam aparecer como impureza nociva no produto final.

Além disso, em virtude do valor da matéria-prima ser determinado pela quantidade de ingredientes indispensáveis, efetua-se uma análise quantitativa para estabelecer a proporção desses componentes. O produto final do processo sofre controle de qualidade a fim de assegurar que os seus componentes essenciais estão presentes dentro de um intervalo predeterminado de composição, enquanto as impurezas não excedem a certos limites especificados.

A identificação da amostra de uma substância de estrutura desconhecida pode realizar-se através da comparação da amostra de uma substância conhecida, pela confirmação dos pontos de fusão de seus derivados sólidos encontrados em tabelas da literatura.

Parte do programa de laboratório na disciplina de Química Orgânica é dedicada à Análise Orgânica Qualitativa. Nessa disciplina, o aluno recebe uma amostra de substância desconhecida, devendo elucidar sua estrutura. Apesar de haver várias estratégias para

identificar diferentes substâncias, existem meios comuns possíveis de serem adotados a todos os casos.

É importante ressaltar que os testes qualitativos para grupos funcionais devem ser avaliados com cautela. Contudo com o auxílio de um programa de laboratório que apresenta os resultados positivos, além de eliminar possíveis grupos funcionais que possam mascarar resultados, funcionam também como uma ferramenta adicional na avaliação sobre a identificação final.

É dentro deste contexto que se enquadra o presente trabalho, o qual visa o desenvolvimento de um software para auxiliar os alunos da disciplina de Análise Orgânica na análise de amostras desconhecidas.

## **1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO**

O objetivo desse trabalho é desenvolver um software que auxilie os alunos da disciplina de Análise Orgânica na identificação de uma substância desconhecida através da análise de seus dados, além de permitir a demonstração dos procedimentos químicos necessários à identificação da substância.

O trabalho tem como objetivos específicos:

- a) gerar, com base em compostos cadastrados, amostras a serem analisadas pelo aluno;
- b) demonstrar os procedimentos químicos laboratoriais em um ambiente multimídia, para comparar com as reações químicas ocorridas simultaneamente em laboratório;

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

O software será importante no auxílio que irá fornecer ao aluno para manter, aumentar e automatizar habilidades básicas, melhorando o seu desempenho. A partir do uso do software, o aluno poderá seguir seu próprio ritmo de estudos, permitindo uma maior individualização do ensino. Adicionalmente, o software servirá também como um reforço dos conteúdos já ensinados em sala, possibilitando ao aluno a revisão da matéria dada pelo professor.

O uso do software causará uma redução dos gastos com reagentes, bem como o tempo gasto em procedimentos de caracterização de amostras desconhecidas sem êxito.

### **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O primeiro capítulo fornece uma introdução ao trabalho desenvolvido, demonstrando quais os objetivos do trabalho e justificando-os.

O segundo capítulo apresenta uma definição de software educacional e seus tipos. Este capítulo também descreve um breve histórico do software educacional no Brasil e alguns exemplos de softwares educacionais.

O terceiro capítulo apresenta uma visão dos conceitos gerais abordados no software referentes à química orgânica, visando um melhor entendimento do trabalho.

O quarto capítulo define um roteiro de desenvolvimento de sistemas multimídia, descrevendo suas etapas.

No quinto capítulo são apresentadas as especificações do software, englobando o seu funcionamento e aspectos de implementação.

O sexto capítulo faz uma análise conclusiva sobre o trabalho, inclusive apontando limitações e sugestões de extensões para este trabalho.

## **2 SOFTWARE EDUCACIONAL**

Segundo Abreu (1998), software educacional é um produto cultural, fruto do avanço tecnológico e, portanto, conformado segundo a lógica da sociedade onde está inserido. Lucena (1999) descreve o software educacional como todo software que possa ser usado para algum objetivo educacional, pedagogicamente defensável, por professores e alunos, qualquer que seja a natureza ou finalidade para a qual tenha sido criado. Entretanto, para que um software seja utilizado com finalidade educacional ou em atividades curriculares, é necessário que sua qualidade, interface e pertinência pedagógica sejam previamente avaliadas de modo a atender às áreas de aplicação a que se destina e, principalmente, satisfazer às necessidades dos usuários.

### **2.1 HISTÓRICO DO SOFTWARE EDUCACIONAL NO BRASIL**

Segundo Guareschi (2000) no Brasil, a informática na educação representa um processo incipiente, já que a proposta concreta e efetiva do uso de computadores na educação em escolas públicas encontra-se em uma fase “embrionária”.

Moraes (1997) considera como um fato histórico do software educacional no Brasil a discussão do uso de computadores no ensino de Física (USP/São Carlos) em 1971. Em 1973, algumas experiências começaram a ser desenvolvidas em outras universidades, usando computadores de grande porte como recurso auxiliar do professor para o ensino e avaliação de Química (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ) e desenvolvimento de software educativo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Segundo Moraes (1997), na tentativa de discutir estratégias de planejamento que refletissem as preocupações e o interesse da comunidade nacional realizou-se, em 1981, o I Seminário Nacional de Informática na Educação na Universidade de Brasília.

Esse seminário foi o primeiro fórum a estabelecer posição, destacando a importância de se pesquisar o uso do computador como ferramenta auxiliar do processo de ensino-aprendizagem.

De um modo geral o software educacional no Brasil pode ser dividido em três fases distintas:

- a) fase inicial: discussão do uso de computadores no ensino e primeiros desenvolvimentos de softwares educacionais em computadores de grande porte;
- b) fase de definições: organização de seminários para discutir a importância e as formas de aplicação do computador no processo de ensino-aprendizagem;
- c) fase de consolidação: aumento de pesquisas na área de software educacional, surgimento de empresas de desenvolvimento, ferramentas e recursos cada vez mais avançados para o desenvolvimento e a aplicação em escolas.

Devido ao avanço tecnológico os softwares educacionais encontram-se em constante evolução. A internet traz incontáveis vantagens ao uso do computador no processo ensino-aprendizagem. Um outro exemplo seria o desenvolvimento da computação gráfica, permitindo simulações cada vez mais próximas à realidade.

## **2.2 TIPOS DE SOFTWARES EDUCACIONAIS**

Segundo Campos (1994), os softwares educacionais podem ser divididos em quatro tipos: exercício e prática, tutorial, simulação e jogos educativos.

A seguir, a definição para cada tipo de software educacional.

### **2.2.1 EXERCÍCIO E PRÁTICA**

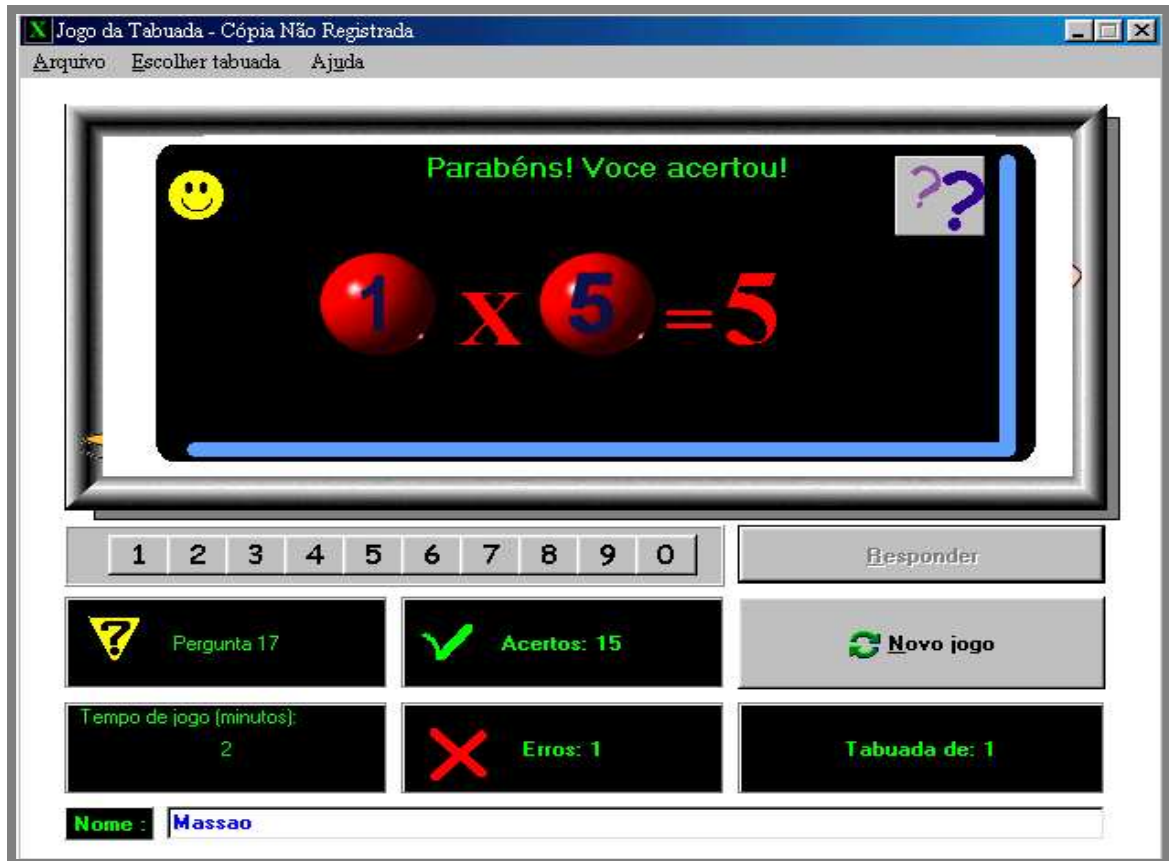
Tem a finalidade de fornecer uma habilidade ou aplicar um conteúdo já conhecido pelo aluno, mas não inteiramente dominado. Os alunos trabalham com uma seleção randômica de problemas, repetindo o exercício quantas vezes forem necessárias.

Segundo Chaves (1988), como exemplo pode-se citar programas que levam o aluno a praticar, repetitivamente, as operações aritméticas, as capitais do mundo, os nomes de chefes de Estado, os plurais irregulares, a ortografia, o vocabulário de línguas estrangeiras, os símbolos de substâncias químicas.



Na Figura 1 é apresentada a tela do programa Jogo da Tabuada disponibilizada por Rebelo (2002).

**FIGURA 1 – TELA DO JOGO DA TABUADA**



## 2.2.2 TUTORIAL

De acordo com Bizzotto (1999), os tutoriais são muito utilizados atualmente para auxiliar os alunos no aprendizado dos conteúdos das diversas disciplinas. Este tipo de software educacional está fundamentado na teoria behaviorista, segundo a qual o aprendizado ocorre através da transmissão de conteúdo de quem sabe (professor) para quem não sabe (aluno).

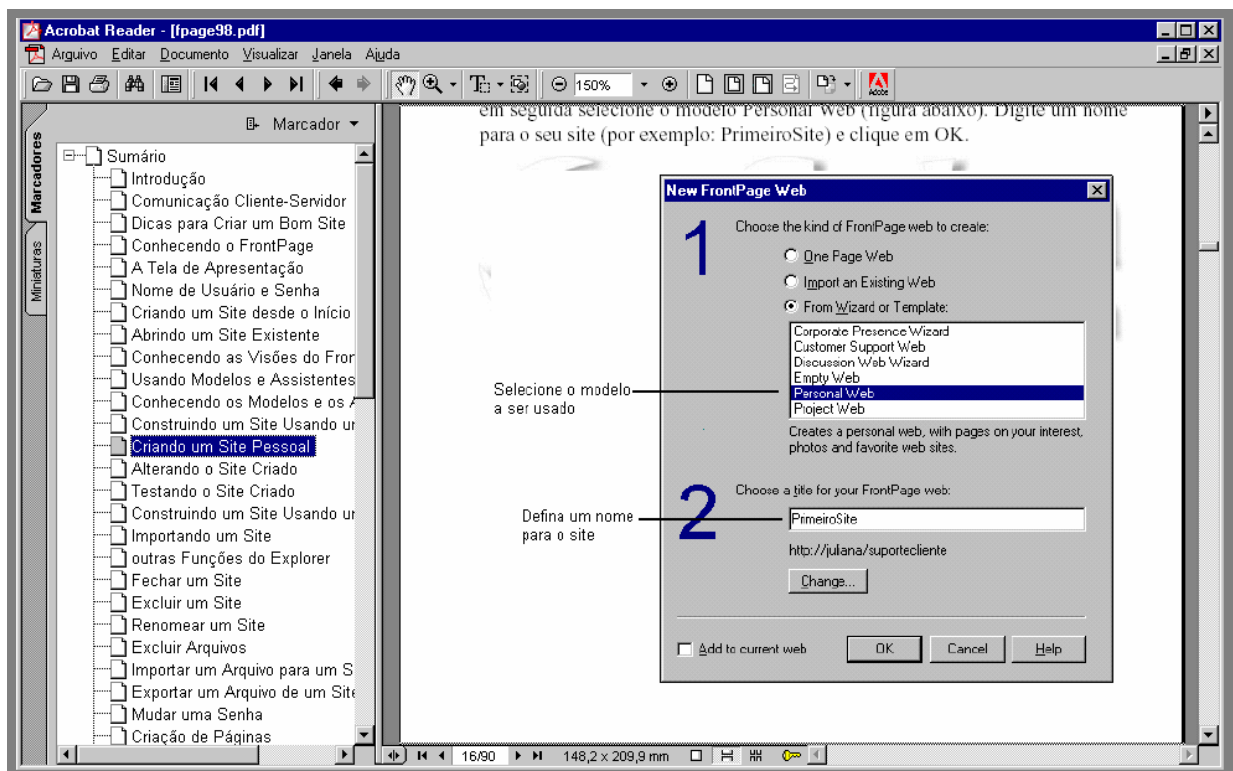
Eles permitem a introdução de novos conceitos e tópicos para os alunos, proporcionando uma instrução direta, além de servirem como apoio ou reforço para aulas, para preparação ou revisão de atividades, entre outros aspectos.

Os tutoriais possuem as seguintes características básicas:

- a) os objetivos do curso, em termos de comportamento esperado do aluno, são claramente explicitados;
- b) os conteúdos são divididos em unidades pequenas e bem definidas;
- c) as avaliações são constantes, fornecendo um feedback imediato ao aluno;
- d) o conteúdo é planejado de forma que o aprendizado ocorra “do simples para o complexo”.

A Figura 2 mostra a tela do tutorial para a elaboração de um site disponibilizado por Celta Informática (2002).

**FIGURA 2 – TELA DO TUTORIAL PARA CRIAÇÃO DE STES**



## 2.2.3 SIMULAÇÃO

É a representação ou modelagem de um objeto real, de um sistema ou evento, sendo utilizado após a aprendizagem de conceitos e princípios básicos do assunto em questão.

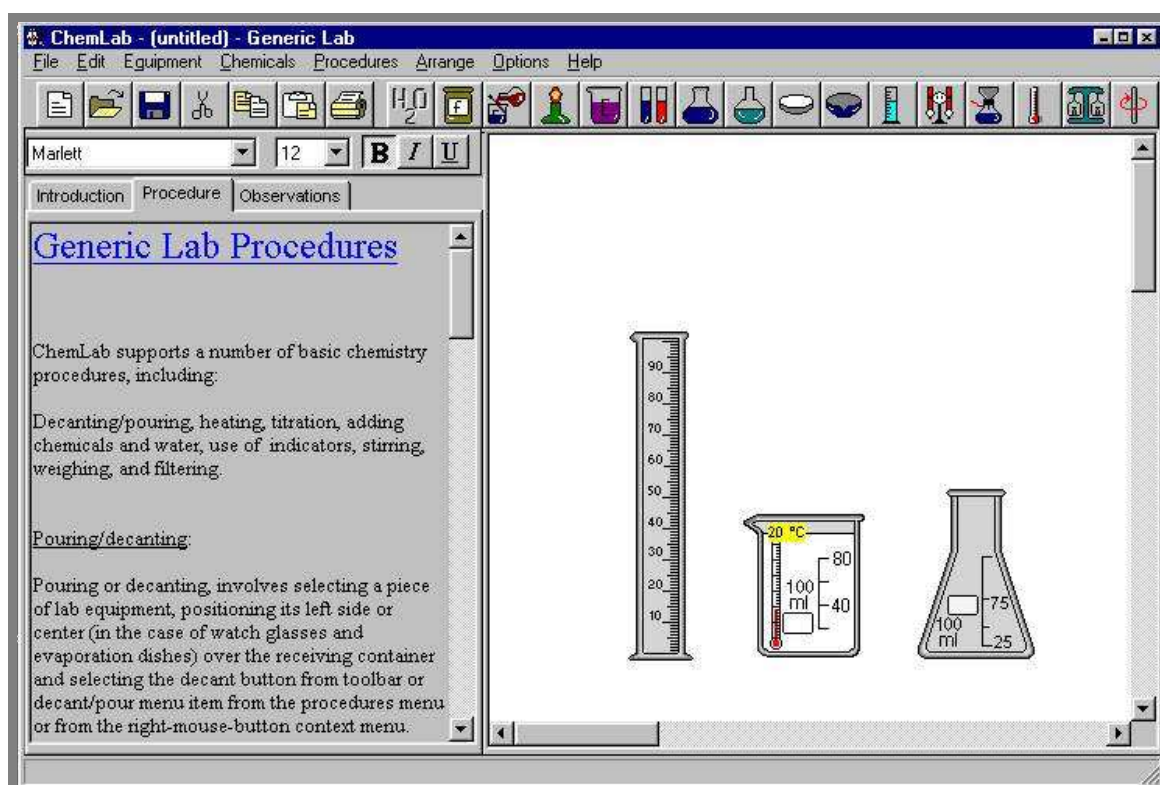
De acordo com Lucena (1999), um software educacional do tipo simulação permite ao aluno realizar atividades das quais normalmente não poderia participar, dando-lhe a

oportunidade de testar, tomar decisões, analisar, sintetizar e aplicar o conhecimento adquirido em situações reais. A simulação permite realizações de experiências que métodos convencionais de ensino, geralmente, não proporcionam, fazendo com que o aluno observe e tire conclusões sobre as conseqüências de suas ações e decisões.

Entretanto, conforme ressalta Chaves (1988) as simulações pelo microcomputador devem ser utilizadas como um complemento, e nunca como uma substituição total, do trabalho no laboratório.

Torres (2001) mostra como exemplo de simulação o software SkyGlobe, que funciona como um verdadeiro planetário colorido que pode simular o aspecto do céu em qualquer local do mundo e em qualquer época. Pode-se ter como exemplo também o software Model ChemLab v2.0 disponibilizado por Model Science Software (2002), mostrado na Figura 3. Esse software propicia ao aluno um verdadeiro laboratório virtual de física, química e biologia.

**FIGURA 3 – TELA DO MODEL CHEMLAB V2.0**



Segundo Torres (2001), assim como o software proposto, o software Model ChemLab 2.0 também permite a simulação de procedimentos laboratoriais. Ambos realizam experimentos virtuais utilizando-se de resultados previamente programados pelo desenvolvedor. Assim, não se pode pretender fazer com eles nenhuma descoberta científica.

A diferença entre o software proposto neste trabalho e o Model ChemLab está na área de abrangência. Enquanto o software desenvolvido se limitará aos procedimentos laboratoriais para o reconhecimento de um composto orgânico, o Model ChemLab permite a simulação de procedimentos químicos gerais.

Podem-se destacar como vantagens do software proposto no presente trabalho sobre o Model ChemLab:

- a) idioma: proporciona maior entendimento para o aluno, pois o Model ChemLab possui como idioma o inglês;
- b) direcionamento: possui procedimentos específicos e voltados para o aluno, enquanto que muitos procedimentos na Análise Orgânica não podem ser simulados no Model ChemLab devido à falta de reagentes;
- c) manuseabilidade: facilidade na inclusão e manipulação de instrumentos dentro da área de trabalho;
- d) pesquisa: obtenção da listagem dos prováveis compostos orgânicos com os dados informados pelo aluno.

## 2.2.4 JOGOS EDUCATIVOS

Os jogos educativos caracterizam-se por permitirem que a aquisição de um conhecimento seja feita através de desafios ou competições. Para Chaves (1988) os jogos educativos distinguem-se de outros tipos de jogos basicamente pelo seu objetivo: têm como alvo explícito promover a aprendizagem.

Chaves (1988) descreve como exemplo de jogos educativos, softwares que demonstram ao aluno a necessidade de encarar pensamento, linguagem e lógica com extrema

seriedade. O aluno aprende como processar informações, fazer inferências lógicas e testar conjecturas, tudo com o objetivo de solucionar um problema interessante.

Muitas vezes esse tipo de software pode ser confundido com softwares de simulação, uma vez que alguns jogos simulam uma dada realidade. Na Figura 4 é mostrada a tela do Jogo da Senha disponibilizado por Sousa (1996).

**FIGURA 4 – TELA DO JOGO DA SENHA**



### 3 QUÍMICA ORGÂNICA

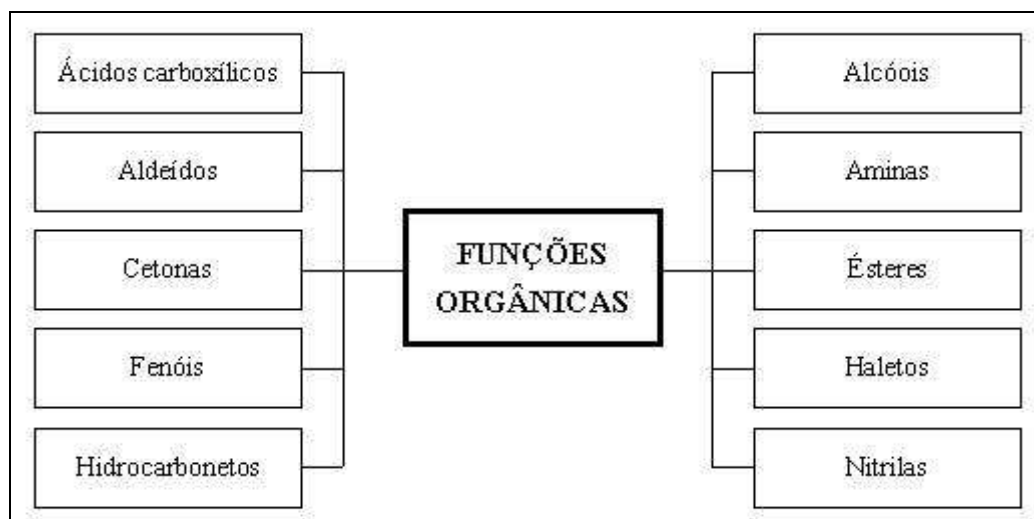
Segundo Feltre (1990), a química orgânica é a parte da Química que estuda os compostos do carbono. Os compostos orgânicos são muito comuns e importantes na vida do ser humano. São exemplos de compostos orgânicos: o álcool comum, o vinagre, o açúcar e a gasolina. Devido ao enorme número de compostos orgânicos, os mesmo são divididos em classes ou famílias de compostos semelhantes, denominadas funções orgânicas.

#### 3.1 FUNÇÕES ORGÂNICAS

Segundo Amaral (1973), função orgânica é uma forma de classificação de compostos orgânicos que apresentam propriedades químicas semelhantes, denominados grupos funcionais.

Segundo Bosquilha (1999), mais de 90% dos tipos de substâncias que formam o universo são orgânicas. A Figura 5 mostra como estão divididas as diversas funções orgânicas existentes.

**FIGURA 5 – DIVISÃO DAS FUNÇÕES ORGÂNICAS**



A Tabela 1 define cada função orgânica segundo Feltre (1900).

**TABELA 1 – FUNÇÕES ORGÂNICAS**

<b>Função orgânica</b>	<b>Definição</b>
Ácidos carboxílicos	São os compostos que contém o grupo hidroxila ligado ao grupo carbonila, formando o grupo carboxila.
Alcóois	São compostos derivados dos hidrocarbonetos pela troca de um ou mais hidrogênios pelo grupo funcional <b>-OH</b> .
Aldeídos	São compostos que contém o grupo carbonila ligado à pelo menos um átomo de hidrogênio.
Aminas	São compostos derivados teoricamente do $\text{NH}_3$ , pela substituição de um, dois ou três hidrogênios por radicais alquila ou arila.
Cetonas	São compostos que contém o grupo carbonila ligado à dois átomos de carbono.
Ésteres	São compostos resultantes da reação de um ácido carboxílico com um álcool.
Fenóis	São derivados de hidrocarbonetos aromáticos. Um ou mais hidrogênios ao serem substituídos por grupos <b>-OH</b> originam fenóis.
Haletos	São compostos derivados dos hidrocarbonetos pela troca de um ou mais hidrogênios por halogênios (F, Cl, Br, I).
Hidrocarbonetos	São compostos orgânicos formados exclusivamente por carbono e hidrogênio.
Nitrilas	São compostos onde o carbono está ligado ao grupo funcional <b>-CN</b> .

## 3.2 PROPRIEDADES DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Segundo Silverstein (2000), as propriedades químicas de uma substância, bem como suas propriedades físicas, são alternativas na caracterização e na determinação de sua estrutura molecular.

Os compostos orgânicos possuem propriedades capazes de diferenciar dos demais compostos. Dentre elas pode-se destacar o ponto de fusão, o ponto de ebulição e o íon molecular, definidas segundo Morrison (1983):

- a) ponto de fusão: é a temperatura necessária para a passagem do estado sólido para líquido;
- b) ponto de ebulição: é a temperatura necessária para a passagem do estado líquido para o gasoso.
- c) íon molecular: é o peso molecular do composto com a variação da adição ou retirada de 1 elétron.

## 3.3 ANÁLISE QUÍMICA

Segundo Vogel (1992), a análise química é a determinação dos elementos ou das substâncias estranhas que possa conter um composto químico.

Muitos processos industriais proporcionam poluentes que podem constituir problema sanitário. A análise química do ar, da água e em alguns casos do solo deve ser efetivada a fim de determinar-se o nível da poluição e também estabelecer os limites seguros dos poluentes. Um outro exemplo seria nos hospitais, onde a análise química é largamente utilizada para auxiliar o diagnóstico de doenças e monitorar a condição do paciente, bem como, em farmácias de manipulação para o controle de qualidade.

A análise química é dividida em análise qualitativa e análise quantitativa. A seguir a definição de Vogel (1992) para as análises:

- a) análise qualitativa: visa determinar quais as substâncias que estão presentes numa amostra desconhecida;



- b) análise quantitativa: uma vez identificada a natureza dos constituintes de uma dada amostra, o analista é então muitas vezes, solicitado a determinar a quantidade de cada componente, ou de certos componentes presentes na amostra

## **4 ROTEIRO DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA**

Barbon (1995) procurou criar um roteiro de desenvolvimento de sistemas multimídia utilizando as principais características das metodologias existentes. A metodologia proposta por Barbon (1995) é descrita a seguir.

### **4.1 DEFINIÇÃO DO ASSUNTO**

Nesta fase deve-se conhecer e trabalhar bem a idéia. Para tanto, pode-se utilizar ferramentas tradicionais de levantamento de dados como: entrevistas, questionários e pesquisas.

Alguns itens devem ser verificados nessa fase:

- a) quais são as aplicações e mensagens que o software deseja passar;
- b) quais os recursos que a aplicação irá utilizar;
- c) existe algum material previamente pronto, que possa ser utilizado;
- d) será criado algo totalmente novo ou o software irá aperfeiçoar algo já existente;
- e) existe hardware suficiente para o desenvolvimento;
- f) qual o tipo de armazenamento e quanto à aplicação utilizará;
- g) os usuários finais possuem hardware suficiente para executar a aplicação;
- h) o software será desenvolvido sozinho ou haverá uma equipe;
- i) qual o tempo e orçamento disponível.

### **4.2 MONTAGEM DA EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO**

Esta etapa consiste em buscar profissionais competentes para suprir as necessidades técnicas que a aplicação porventura venha a ter.

Pode-se chegar a seguinte equipe padrão de desenvolvimento:

- e) supervisor de equipe: catalisador do processo;
- f) especialista sobre o assunto: conhecedor profundo do assunto que a aplicação aborda;
- g) artista gráfico: encarregado em criar, editar e selecionar imagens;
- h) escritor: transforma as informações dadas pelo especialista em textos que transmitam formas lógicas e inteligíveis ao usuário;
- i) engenheiro de som: responsável pela gravação e edição da trilha sonora utilizada pela aplicação;
- j) narrador: narram os *scripts* que o escritor produziu;
- k) engenheiro de vídeo: responsável pela realização e edição de videoteipes que fazem parte da aplicação;
- l) atores e atrizes: pessoas que irão representar os *scripts* que o escritor escrever.

### **4.3 CARACTERIZAÇÃO DO OPERADOR**

Esta fase tem como meta primordial, caracterizar o operador e definir a estratégia de como a aplicação irá interagir com ele.

Nesta fase é analisada a interface que propiciará ao aluno um melhor entendimento do software. Deve-se preocupar para que o software não se torne cansativo, monótono ou de difícil entendimento.

### **4.4 DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL**

Nesta etapa são construídos diagramas estruturais da aplicação, tendo como objetivo mostrar como é definida a aplicação em um modelo conceitual e os recursos que serão utilizados.

#### **4.4.1 FLUXOGRAMA**

Segundo Souza (1999), o Fluxograma ou Diagrama de Fluxo é a representação gráfica das diversas ações que o computador deverá cumprir para executar uma tarefa proposta pelo programador. O Fluxograma facilita a construção e o entendimento do sistema a ser implementado.

## 4.4.2 STORYBOARD

Segundo Oliveira (2000) *storyboard* é um filme contado em quadros, um roteiro desenhado. Muito parecido com uma história em quadrinhos sem balões. Mas existe uma diferença fundamental: apesar da semelhança de linguagem e recursos gráficos, uma história em quadrinhos é a realização definitiva de um projeto, enquanto que o *storyboard* é apenas uma etapa na visualização de algo que será realizado em outro meio.

## 4.5 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta etapa desenvolve-se o esboço criado na fase anterior em uma aplicação, utilizando para isso uma ferramenta de autoria (software de desenvolvimento).

Existem diversas ferramentas de autoria no mercado. Os fatores que devem ser verificados na escolha de uma ferramenta de autoria são:

- a) qual a plataforma que a aplicação será desenvolvida e executada;
- b) qual o grau de interação do usuário final;
- c) quais os recursos que a ferramenta disponibiliza.

## 4.6 TESTES

Esta fase tem como principal objetivo a correção de erros e o cuidado com a parte visual (interface).

Nesta fase são feitos testes sobre a aplicação para verificar erros remanescentes da implementação. Os testes devem ser feitos preferencialmente por usuários finais.

## 4.7 DISTRIBUIÇÃO E ARTE FINAL

São os últimos cuidados com a aplicação como: *design* da embalagem, confecção do manual e capas. São elaboradas as formas de acondicionamento da aplicação desenvolvida e distribuição.

## 5 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O software foi construído seguindo o roteiro de desenvolvimento de sistemas multimídia definido por Barbon (1995), conforme citado no capítulo 4. A etapa de distribuição e arte final não foi realizada, uma vez que não está dentro do escopo do presente trabalho.

### 5.1 DEFINIÇÃO DO ASSUNTO

Este trabalho apresenta um software de apoio aos alunos na disciplina de Análise Orgânica, que necessitem descobrir a estrutura do composto desconhecido fornecido pelo professor.

Inicialmente o software receberá o ponto de fusão, ponto de ebulição e íon molecular fornecido pelo aluno. Após isso, serão verificadas as estruturas que possuem os mesmos dados fornecidos pelo aluno. Todos os compostos orgânicos estáveis estarão armazenados em um arquivo independente.

Caso haja mais de uma estrutura provável, o software permitirá a simulação dos procedimentos relacionados a cada estrutura. O aluno então fará o mesmo procedimento em laboratório. Se o resultado for igual ao demonstrado na simulação, o aluno terá encontrado a estrutura correspondente ao seu composto desconhecido.

Para o aluno realizar qualquer um dos procedimentos sem a necessidade de uma pesquisa, basta selecionar a opção “*Habilitar todos os procedimentos*”.

O software não substituirá os procedimentos laboratoriais. Ele apenas dará a oportunidade para que o aluno e o professor troquem a lousa e o caderno por um recurso mais atraente e mais rico do ponto de vista visual.

A simulação terá uma preocupação maior nas cores, pois é de fator determinante na maioria dos procedimentos. Será utilizada uma resolução de vídeo de 800 por 600 *pixels* com 256 cores.

Com base nos itens apresentados no capítulo 4.1, pode-se definir o seguinte:

- a) será um software educacional, do tipo simulação que irá auxiliar os alunos da disciplina de análise orgânica;
- b) o software utilizará desenhos de instrumentos utilizados em laboratórios;
- c) o software utilizará o material bibliográfico da disciplina de análise orgânica referenciados nesse trabalho;
- d) existem muitas aplicações na área de química, mas não foram encontrados softwares com a mesma função do software apresentado;
- e) o software será desenvolvido utilizando um computador PC *Pentium 4* 1,7 GHz e 256 MB de memória RAM;
- f) o software será armazenado em CD;
- g) o software requer no mínimo um computador PC *Pentium* 166 MHz e 32 MB de memória RAM;
- h) faz necessária a participação de um especialista na área de análise orgânica e um artista gráfico;
- i) dispõe-se de três meses para o desenvolvimento do software.

## 5.2 MONTAGEM DA EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO

A equipe foi composta de acordo com a necessidade da aplicação, sendo desnecessárias a presença de engenheiro de som, narrador, engenheiro de vídeo e ator. A equipe ficou definida conforme a Tabela 2.

Para ocupar a função de especialista no assunto, foi convidada uma aluna do curso de Farmácia que já fez a disciplina de Análise Orgânica.

**TABELA 2 – EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO**

Supervisor de equipe	Massao Yasuda
Especialista sobre o assunto	Flávia Marina da Costa
Artistas gráficos	Massao Yasuda e Gustavo B. C. Cardoso
Escritor	Massao Yasuda

### **5.3 CARACTERIZAÇÃO DO OPERADOR**

Esta aplicação está sendo elaborada para ser utilizada por alunos da disciplina de Análise Orgânica ou pessoas que tenham um conhecimento em técnicas laboratoriais. O software caracteriza-se pela fácil operacionalidade, mas faz-se necessário o conhecimento em técnicas laboratoriais.

Os procedimentos estarão distribuídos em seções (guias) no software. Cada seção representa uma função orgânica.

A maioria dos alunos da disciplina de Análise Orgânica apresenta um conhecimento básico de informática, por isso os procedimentos multimídias deverão ser o mais próximo possível dos procedimentos realizados em laboratório.

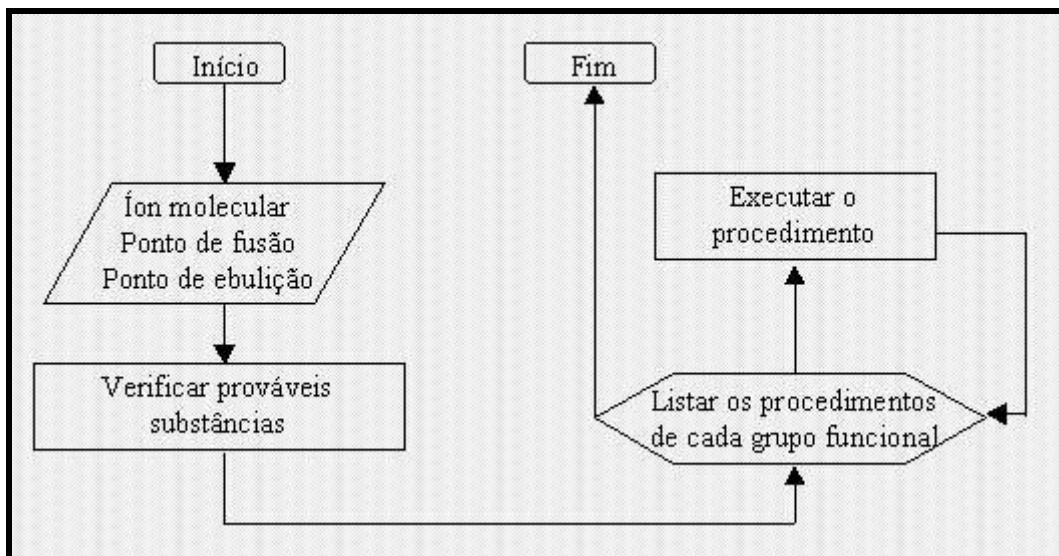
### **5.4 DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL**

Apresenta-se no desenvolvimento estrutural os diagramas que representam logicamente o funcionamento do sistema e os roteiros de desenvolvimento das telas do software.

#### **5.4.1 FLUXOGRAMA DO SOFTWARE**

O funcionamento lógico do software é apresentado na Figura 6.

**FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DO SOFTWARE**



Inicialmente o aluno irá digitar o íon molecular, ponto de fusão e ponto de ebulição. O software pesquisará os compostos armazenados no arquivo texto. Caso haja algum composto com as características digitadas, o software listará os compostos e suas respectivas funções orgânicas. Também serão habilitados os botões para os procedimentos das funções orgânicas listadas.

## 5.4.2 STORYBOARD

A seguir serão apresentadas algumas etapas da elaboração do *layout* da tela de simulação utilizando *storyboards*. Foi criado apenas o *layout* da tela de simulação.

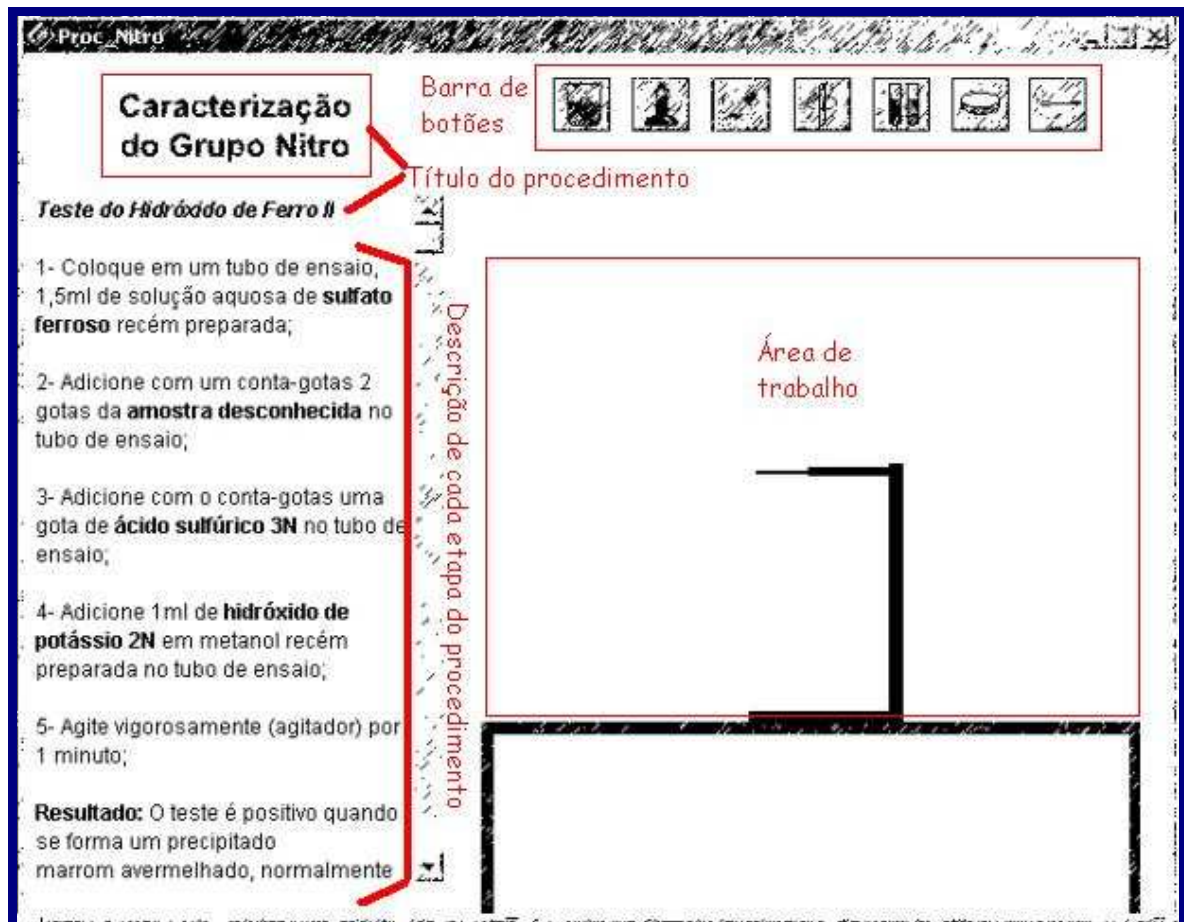
A Figura 7 mostra a forma de apresentação da tela de simulação. Esse layout torna-se padrão à todas as telas de simulação.

São definidos nesse layout:

- título do procedimento no canto superior esquerdo;
- barra de botões na parte superior da tela de simulação;
- descrição das etapas do procedimento realizado pela simulação e descrição do resultado na extremidade esquerda da tela de simulação;
- manipulação dos instrumentos necessários para a simulação no centro da tela de simulação.



FIGURA 7 – LAYOUT DA TELA DE SIMULAÇÃO



A barra de botões representa os aparelhos utilizados em laboratório. Serão criados os seguintes botões de inclusão:

- a) béquer;
- b) bico de Bunsen;
- c) tubo de ensaio;
- d) conta-gotas;
- e) vidro de relógio;
- f) bastão de vidro;
- g) alça de cobre.

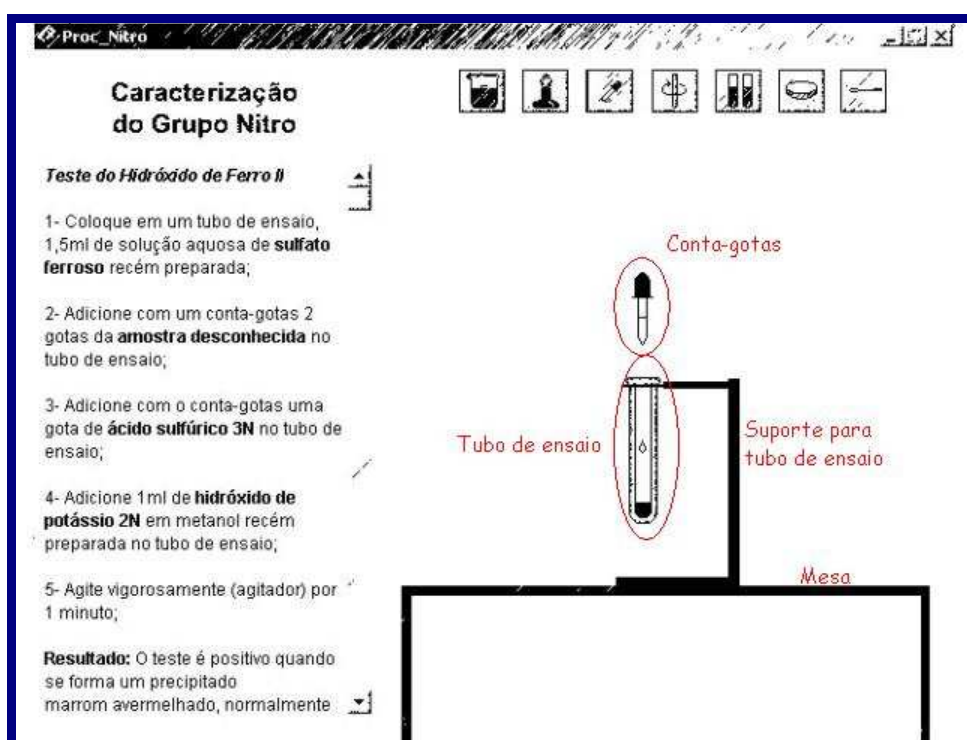
A Figura 8 mostra como ficará a tela de simulação com alguns componentes incluídos pelo aluno.

Para adicionar um instrumento na simulação, o aluno deverá pressionar o seu respectivo botão.

Visando uma melhor assimilação do procedimento por parte do aluno, o software não permitirá que o aluno inclua instrumentos que não fazem parte da simulação realizada.

Será criada uma mesa fixa na tela de simulação para não permitir que os instrumentos fiquem “flutuando” na tela, como ocorre em softwares similares.

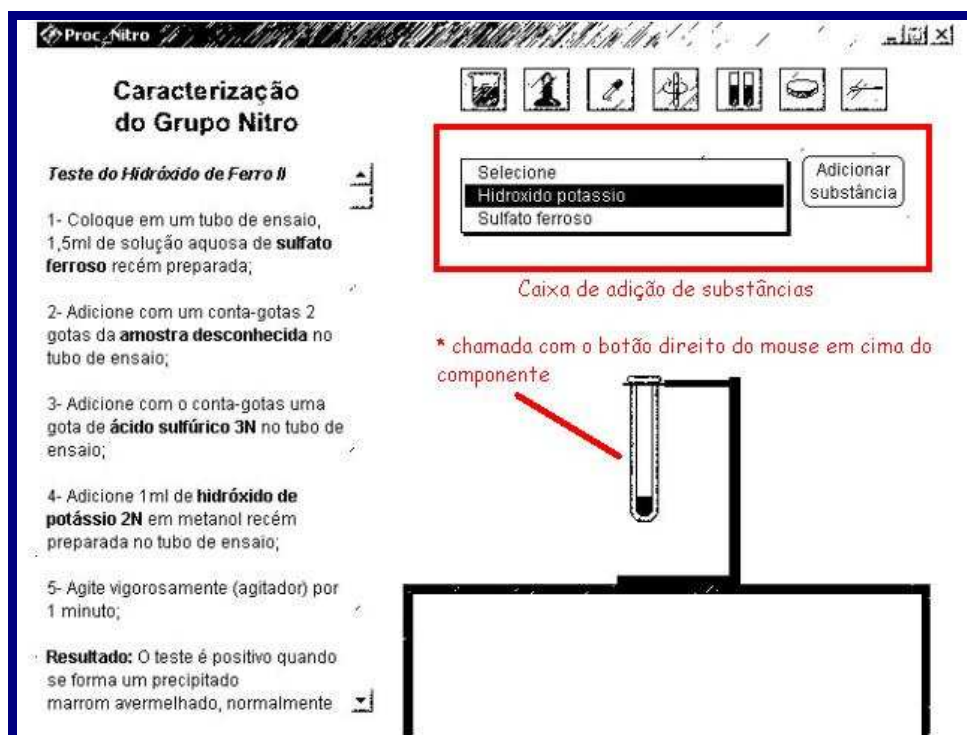
**FIGURA 8 – LAYOUT DA TELA DE SIMULAÇÃO COM COMPONENTES**



A Figura 9 mostra a caixa de adição de substâncias necessárias para o procedimento do aluno.

Para adicionar uma substância em um instrumento, o aluno deverá pressionar o botão direito do mouse em cima do referido instrumento. Após isso, abrirá uma caixa de adição de substâncias, onde o aluno deverá selecionar a substância necessária e pressionar o botão “Adicionar substância”.

FIGURA 9 –LAYOUT DA TELA COM CAIXA DE ADIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS



## 5.5 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir serão mostradas as técnicas e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do software e o seu funcionamento.

### 5.5.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

O trabalho de implementação pode ser dividido em duas etapas distintas:

- para a manipulação dos dados fornecidos pelo aluno e o acesso ao arquivo com os compostos orgânicos foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Microsoft Visual C++ 6.0;
- para a criação dos procedimentos laboratoriais foi utilizado o ambiente de desenvolvimento multimídia Macromedia Director 8.5.

#### 5.5.1.1 VISUAL C++

Holzner (1999) considera o Visual C++ como uma das ferramentas mais importantes e poderosas para a programação Windows atualmente.

Foram observados os seguintes fatores para a escolha do ambiente de desenvolvimento Microsoft Visual C++ 6.0:

- a) eficiência na manipulação de arquivos textos e dados fornecidos pelo usuário;
- b) interface padrão com o Microsoft Windows;
- c) experiência do desenvolvedor.

### **5.5.1.2 DIRECTOR**

Para Gonzalez (2001), o Director é o software de autoria em multimídia mais poderoso que existe no mercado. Disponibiliza uma gama de controles necessários à criação de aplicativos.

O Director tornou-se um padrão de software usado para criações multimídia profissionais.

As principais características do Macromedia Director 8.5 são:

- a) elementos comparados como uma peça teatral – elenco, palco e roteiro;
- b) capacidade de projetar filmes em até mil *frames* por segundo;
- c) linguagem de programação própria – Lingo.

### **5.5.1.3 MANIPULAÇÃO DOS DADOS**

Sempre que solicitada uma pesquisa o software irá consultar um arquivo de dados independente ao software. Esse arquivo possui a característica de um arquivo texto, em que cada linha há a descrição de um composto orgânico.

No arquivo encontra-se o íon molecular, o ponto de fusão e ebulição, o nome do composto e sua respectiva função orgânica de todos os compostos orgânicos estáveis, ou seja, compostos que podem ser trabalhados em laboratório em condições normais de pressão e temperatura ambiente.

O software não permite cadastrar novos compostos. A inclusão de novos compostos se dará diretamente no arquivo texto.

Na Tabela 3 é mostrada a descrição de cada campo armazenado no arquivo.

**TABELA 3 – VARIÁVEIS ARMAZENADAS NO ARQUIVO**

<b>Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Variação</b>	<b>Exemplo</b>
Íon molecular	Real	De 12 a 250	150
Ponto de fusão	Real	De -500 a 1.000	-150,63
Ponto de ebulição	Real	De -100 a 1.000	100,98
Nome do composto	Caracteres	45 caracteres	Etanol
Função orgânica	Caracteres	25 caracteres	Hidrocarboneto

Serão listados os compostos que possuírem o íon molecular igual ao íon molecular digitado e os pontos de ebulição e fusão aproximados aos pontos de ebulição e fusão digitados. Para isso, será dada uma margem de erro de 0,5° C para o ponto de fusão e ebulição.

Com isso, o software busca contornar um eventual erro de cálculo que o aluno venha a ter na obtenção dos pontos de fusão e ebulição em laboratório, antes de executar o software.

O Quadro 1 mostra a rotina de comparação entre os dados digitados pelo aluno e o arquivo pesquisado. Os dados digitados pelo aluno serão comparados com cada linha do arquivo, que corresponde a cada composto orgânico estável classificado.

## QUADRO 1 – ROTINA DE PESQUISA DOS DADOS DIGITADOS

```

void CMorganDlg::OnBtnPesquisa()
{
    ...
    //Verifica se o P.F. e P.E. é próximo ao P.E. e P.F. digitado
    //Considerado uma margem de erro de 0.50 C
    if ((dPontoFusao <= (dPontoFusaoDigitado + 0.5)) &&
        (dPontoFusao >= (dPontoFusaoDigitado - 0.5)) &&
        (dPontoEbulicao <= (dPontoEbulicaoDigitado + 0.5)) &&
        (dPontoEbulicao >= (dPontoEbulicaoDigitado - 0.5)))
    {
        bEncontrouComposto = true;
        strncpy (Aux,Base.cComposto,sizeof (Base.cComposto));
        Aux[sizeof (Base.cComposto)] = 0;

        //Coloca na lista de prováveis compostos
        m_Ctrl_Lista.AddString(Aux);
        strncpy (Aux,Base.cGrupoFuncional,sizeof (Base.cGrupoFuncional));
        Aux[sizeof (Base.cGrupoFuncional)] = 0;

        //Coloca na lista de prováveis grupos funcionais
        m_Ctrl_ListaGF.AddString(Aux);
        strncpy (Aux,Base.cCodigo,sizeof (Base.cCodigo));
        Aux[sizeof (Base.cCodigo)] = 0;
        int GrupoFuncional = atoi(Aux);

        //Verifica os G.F. selecionados e habilita os botões de proced.
        HabilitaBotoes(GrupoFuncional);
    }
    ...
}

```

### 5.5.1.4 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

Cada função orgânica possui um ou mais procedimentos laboratoriais que podem ser realizados com o objetivo de confirmar se uma amostra desconhecida faz parte dessa função.

Com a seleção dos prováveis compostos e suas respectivas funções orgânicas o software permitirá que o aluno execute as simulações para cada função orgânica.

Cabe ao aluno escolher a ordem de realização dos procedimentos, pois a execução de cada procedimento é independente dos demais.

Foram desenvolvidas rotinas nos procedimentos utilizando a linguagem de programação Lingo do Director.

### 5.5.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

Após receber a amostra desconhecida do professor, o aluno irá analisar a cor, o odor, e o estado físico (sólido ou líquido). Depois dessa análise inicial, o aluno irá determinar o ponto de fusão e ebulição da amostra com o auxílio de aparelhos ou técnicas laboratoriais. O aluno

também deverá obter o íon molecular da amostra através da espectrometria de massa. Com os dados em mãos o aluno irá digitar na tela principal do software, mostrada na Figura 10.

**FIGURA 10 – TELA PRINCIPAL**

Protótipo Morgan - Trabalho de Conclusão de Curso - Massao Yasuda

Propriedades da amostra desconhecida

Íon molecular:

Ponto de fusão:

Ponto de ebulição:

Limpar campos    Pesquisar

Prováveis compostos

Grupos funcionais

Habilitar todos os procedimentos

Caracterização

Insaturação | Ignição | Ácidos carboxílicos | Álcoois | Aldeídos e Cetonas | Aminas | Ésteres | Fenóis | Haletos | Hidrocarbonetos | Nitrilas

Bromo/tetracloro de Carbono

Teste de Bayer

Teste de Formol/Ácido Sulfúrico

Sair

O software irá pesquisar em sua base de dados os compostos com características semelhantes à amostra e listá-los na tela. Habilitando os botões para executar os procedimentos de cada função orgânica listada.

Os procedimentos para os testes de ignição e insaturação, são independentes da função orgânica e obrigatórios à todas as análises de uma amostra desconhecida. Devido a isso, os testes de ignição e insaturação são habilitados em todas as pesquisas. Para realizar apenas os procedimentos sem uma pesquisa prévia, o aluno deve selecionar a opção “*Habilitar todos os procedimentos*” na tela principal do software.

O software é composto por 34 procedimentos divididos em seções (funções orgânicas).

A Figura 11 mostra a seção de Insaturação composta pelos testes de Bromo/tetracloro de carbono, Bayer e Formol/ácido sulfúrico.

**FIGURA 11 – TELA COM A SEÇÃO DE INSATURAÇÃO**

The screenshot shows a software window titled "Protótipo Morgan - Trabalho de Conclusão de Curso - Massao Yasuda". The interface is divided into several sections:

- Propriedades da amostra desconhecida:** Contains input fields for "Íon molecular:", "Ponto de fusão:", and "Ponto de ebulição:", along with "Limpar campos" and "Pesquisar" buttons.
- Prováveis compostos:** An empty rectangular area.
- Grupos funcionais:** An empty rectangular area.
- Habilitar todos os procedimentos:** A checked checkbox.
- Caracterização:** A section with a horizontal menu of tabs: "Insaturação", "Ignição", "Ácidos carboxílicos", "Álcoois", "Aldeídos e Cetonas", "Aminas", "Ésteres", "Fenóis", "Haletos", "Hidrocarbonetos", and "Nitrilas". The "Insaturação" tab is selected, and it contains three buttons: "Bromo/Tetracloro de Carbono", "Teste de Bayer", and "Teste de Fomol/Ácido Sulfúrico".
- Sair:** A button in the bottom right corner.

A Figura 12 mostra a seção de Ignição composta por dois testes de ignição.

**FIGURA 12 – TELA COM A SEÇÃO DE IGNIÇÃO**

The screenshot shows the same software window as Figure 11, but with the "Ignição" tab selected in the "Caracterização" section. The "Insaturação" tab is now greyed out, and the "Ignição" tab is active, containing two buttons: "Teste de ignição I" and "Teste de ignição II". All other elements of the interface remain the same.

A Figura 13 mostra a seção dos Ácidos carboxílicos composta pelos testes de pH e Bicarbonato de sódio.



**FIGURA 13 – TELA COM A SEÇÃO DOS ÁCIDOS CARBOXÍLICOS**

The screenshot shows a software window titled "Protótipo Morgan - Trabalho de Conclusão de Curso - Massao Yasuda". The interface is divided into several sections:

- Propriedades da amostra desconhecida:** Contains input fields for "Íon molecular:", "Ponto de fusão:", and "Ponto de ebulição:", along with "Limpar campos" and "Pesquisar" buttons.
- Prováveis compostos:** A large empty rectangular area.
- Grupos funcionais:** A large empty rectangular area.
- Habilitar todos os procedimentos:** A checked checkbox.
- Caracterização:** A section with a horizontal menu of tabs: "Insaturação", "Ignição", "Ácidos carboxílicos" (selected), "Álcoois", "Aldeídos e Cetonas", "Aminas", "Ésteres", "Fenóis", "Haletos", "Hidrocarbonetos", and "Nitrilas". Below the tabs are three buttons: "pH de solução aquosa", "Bicarbonato de sódio", and "Sair".

A Figura 14 mostra a seção dos Álcoois composta pelos testes de Cloreto de acetila, Lucas e Ácido crômico.

**FIGURA 14 – TELA COM A SEÇÃO DOS ÁLCOOIS**

The screenshot shows the same software window as Figure 13, but with the "Álcoois" tab selected in the "Caracterização" section. The buttons in the "Caracterização" area are now "Cloreto de Acetila", "Teste de Lucas", and "Teste com Ácido Crômico". The "Sair" button remains at the bottom right.

A Figura 15 mostra a seção dos Aldeídos e Cetonas composta pelos testes do Ácido crômico, Reação de com 2,4 – dinitrofenilidrazina, Tollens, Iodofórmio e Cloreto férrico.

**FIGURA 15 – TELA COM A SEÇÃO DOS ALDEÍDOS E CETONAS**

The screenshot shows a software window titled "Protótipo Morgan - Trabalho de Conclusão de Curso - Massao Yasuda". It features a sidebar on the left with input fields for "Íon molecular:", "Ponto de fusão:", and "Ponto de ebulição:", along with "Limpar campos" and "Pesquisar" buttons. The main area is divided into "Prováveis compostos" and "Grupos funcionais" sections. Below these is a "Caracterização" section with a checked checkbox "Habilitar todos os procedimentos" and a tabbed interface. The "Aldeídos e Cetonas" tab is selected, displaying buttons for "Teste do Ácido Crômico", "Teste do Iodofórmio", "Reação com a 2,4 - dinitrofenilhidrazina", "Teste do Cloreto Férrico", and "Teste de Tollens". A "Sair" button is located at the bottom right.

A Figura 16 mostra a seção das Aminas composta pelos testes de Feigl-Okuma, Reação de Hinsberg, Reação de diazotação e acoplamento, Reação de carbilamina e Formação de Picratos.

**FIGURA 16 – TELA COM A SEÇÃO DAS AMINAS**

The screenshot shows the same software window as Figure 15, but with the "Aminas" tab selected in the "Caracterização" section. The buttons displayed are "Reação de Hinsberg", "Teste de Feigl-Okuma", "Reação de Diazotação e Acoplamento", "Formação de Picratos", and "Reação de Carbilamina". The "Sair" button remains at the bottom right.

A Figura 17 mostra a seção dos Ésteres com o teste do Hidroxamato férrico.

**FIGURA 17 – TELA COM A SEÇÃO DOS ÉSTERES**

Protótipo Morgan - Trabalho de Conclusão de Curso - Massao Yasuda

Propriedades da amostra desconhecida

Íon molecular:

Ponto de fusão:

Ponto de ebulição:

Limpar campos Pesquisar

Prováveis compostos

Grupos funcionais

Habilitar todos os procedimentos

Caracterização

Insaturação | Ignição | Ácidos carboxílicos | Alcoois | Aldeidos e Cetonas | Aminas | Ésteres | Fenóis | Haletos | Hidrocarbonetos | Nitrilas

Teste do Hidroxamato Férrico

Sair

A Figura 18 mostra a seção dos Fenóis com os testes de Bromo/água, Cloreto férrico (solúvel e não-solúvel) e Solução de Hidróxido de sódio.

**FIGURA 18 – TELA COM A SEÇÃO DOS FENÓIS**

Protótipo Morgan - Trabalho de Conclusão de Curso - Massao Yasuda

Propriedades da amostra desconhecida

Íon molecular:

Ponto de fusão:

Ponto de ebulição:

Limpar campos Pesquisar

Prováveis compostos

Grupos funcionais

Habilitar todos os procedimentos

Caracterização

Insaturação | Ignição | Ácidos carboxílicos | Alcoois | Aldeidos e Cetonas | Aminas | Ésteres | Fenóis | Haletos | Hidrocarbonetos | Nitrilas

Solução de Hidróxido de Sódio

Cloreto Férrico (solúvel em água)

Cloreto Férrico (não solúvel)

Bromo/Água

Sair

A Figura 19 mostra a seção dos Haletos com os testes de Beilstein e Nitrato de prata.

**FIGURA 19 – TELA COM A SEÇÃO DOS HALETOS**

A Figura 20 mostra a seção dos Hidrocarbonetos com os testes de solubilidade e Ensaio com Sódio metálico.

**FIGURA 20 – TELA COM A SEÇÃO DOS HIDROCARBONETOS**

A Figura 21 mostra a seção das Nitrilas com o teste de Hidróxido de Ferro II.

**FIGURA 21- TELA COM A SEÇÃO DAS NITRILAS**

Protótipo Morgan - Trabalho de Conclusão de Curso - Massao Yasuda

Propriedades da amostra desconhecida:

Íon molecular:

Ponto de fusão:

Ponto de ebulição:

Limpar campos    Pesquisar

Prováveis compostos:

Grupos funcionais:

Habilitar todos os procedimentos

Caracterização

Insaturação   Ignição   Ácidos carboxílicos   Álcoois   Aldeídos e Cetonas   Aminas   Ésteres   Fenóis   Haletos   Hidrocarbonetos   Nitrilas

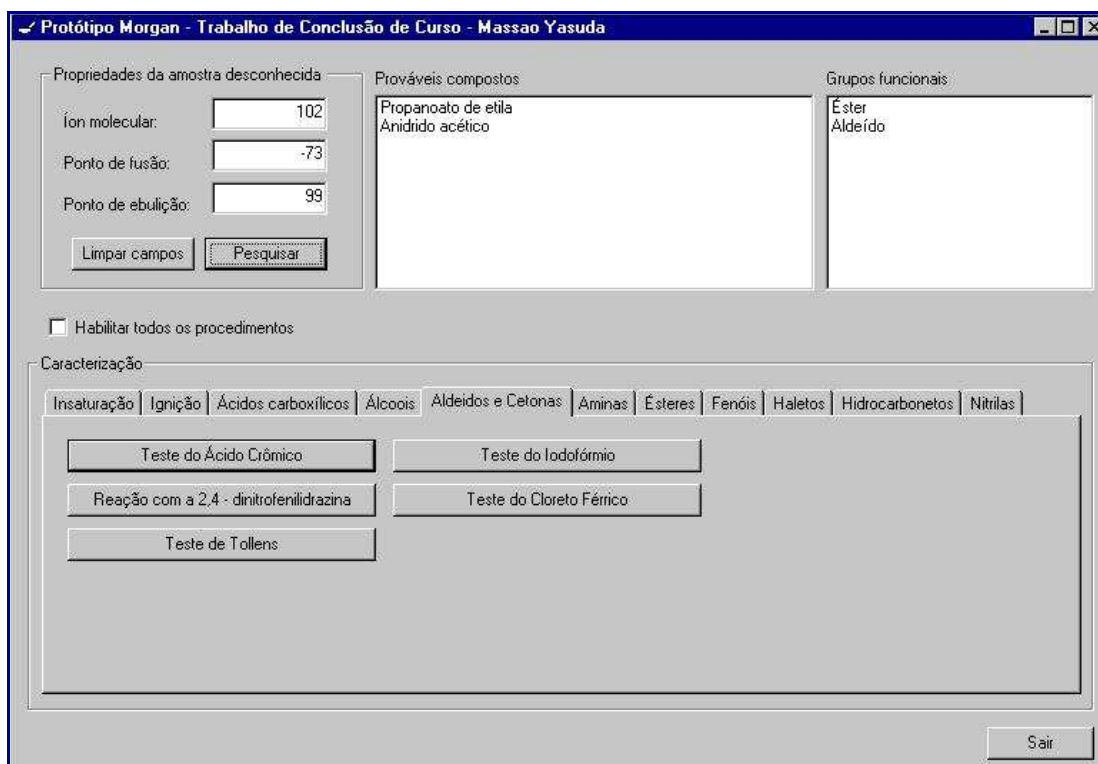
Teste do Hidróxido de Ferro II

Sair

A Figura 22 representa um resultado de uma pesquisa feita pelo software. Neste exemplo o aluno digitou o íon molecular (102), o ponto de fusão (-73) e o ponto de ebulição (99) da sua amostra desconhecida.

Nesse caso o software listará dois compostos com as características digitadas: propanoato de etila (éster) e anidrido acético (aldeído). Habilitando, além dos botões para os testes de insaturação e ignição, os botões para os procedimentos com ésteres e aldeídos.

**FIGURA 22 – TELA COM RESULTADO DA PESQUISA**



O aluno tem total controle na ordem dos procedimentos que queira simular. Neste exemplo o aluno possui apenas duas possibilidades de compostos, eliminando a necessidade da realização de todos os procedimentos laboratoriais.

Para a execução de cada procedimento pela tela principal do software foi utilizado o comando *WinExec*, passando como parâmetro o caminho (path) do arquivo de simulação e o estilo da janela que deverá ser executada (*SW\_SHOW*).

A Figura 23 mostra a tela de uma das 34 simulações laboratoriais que o software oferece. Todas as simulações são compostas por:

- a) descrição das etapas dos procedimentos: localizada na lateral esquerda da tela de simulação;
- b) barra de botões: para a inclusão dos instrumentos necessários para a simulação, localizada na parte superior da tela de simulação;
- c) área de trabalho: onde o aluno executará os procedimentos, localizada no centro da tela de procedimentos.

FIGURA 23 – EXEMPLO DE UMA TELA DE SIMULAÇÃO



Após o término da simulação de um procedimento laboratorial o aluno irá repetir o mesmo procedimento em laboratório, desta vez utilizando a amostra em questão.

Se o resultado do procedimento laboratorial for o mesmo da simulação, o aluno terá encontrado o nome da amostra desconhecida. Caso contrário, deverá executar os demais procedimentos.

## 5.6 TESTES

Inicialmente os testes foram realizados pelo especialista, que verificou a necessidade de alterações nas cores de alguns reagentes. Posteriormente o software foi demonstrado à trinta alunos da disciplina de Análise Orgânica do curso de Farmácia que puderam tirar suas dúvidas com relação a procedimentos que não tinham sido entendidos em aulas anteriores. Essa demonstração foi realizada em um computador *Pentium* 233 Mhz com 64 MB de memória RAM, ou seja, acima da configuração mínima descrita no capítulo 5.1.

## 5.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os alunos não apresentaram nenhuma dificuldade na realização dos procedimentos.

Com base na demonstração, o professor e os alunos apontaram as seguintes correções a serem feitas:

- a) criar uma seção de aromaticidade na tela principal do software;
- b) retirar o teste de formol/ácido sulfúrico da seção de insaturação e incluir no grupo de aromaticidade;
- c) inclusão de uma advertência antes de o aluno executar o procedimento, esclarecendo que o software não isenta os procedimentos laboratoriais e o acompanhamento de um professor especializado.



## 6 CONCLUSÕES

Este trabalho cumpriu com os objetivos propostos. Especificou e implementou um software de apoio à identificação de compostos orgânicos para a disciplina de Análise Orgânica.

Não foi possível quantificar o grau de aprendizado do aluno através da utilização do software, uma vez que isso exige uma equipe interdisciplinar e um tempo maior do que o disponível para a entrega da versão final do relatório. A maioria dos alunos não possuía o conhecimento de nenhuma ferramenta de simulação na área da Química. Suas únicas experiências na utilização do computador estavam relacionadas ao uso de editores de texto e internet. Apesar disso, os alunos compreenderam facilmente a estrutura lógica do software, o que resultou numa facilidade de saber os procedimentos a serem realizados para utilizá-lo.

Um dos fatores que dificultaram o desenvolvimento do trabalho foi a dificuldade de diálogo entre o especialista na área de domínio (Análise Orgânica) e o desenvolvedor do software. Muitas vezes, um termo utilizado com um significado em um domínio (computação, por exemplo) possuía significado completamente diferente no outro domínio (análise orgânica).

Apesar da dificuldade de comunicação, observou-se que a participação do especialista foi fundamental para a conclusão do software, o que comprova a recomendação geral de equipes interdisciplinares para o desenvolvimento de softwares educacionais.

A utilização do software desenvolvido permitirá que o aluno tenha a oportunidade de trocar a lousa por um recurso mais atraente, mais rico do ponto de vista visual, sem, no entanto abandonar a prática dos verdadeiros experimentos laboratoriais.

Os professores mostraram-se motivados com a possibilidade de utilização dessa nova metodologia de ensino. Com o uso de um projetor multimídia, os professores poderão realizar as simulações para todos os alunos, ao invés de em pequenos grupos como é realizado atualmente.

A metodologia de desenvolvimento adotada mostrou-se adequada para a construção do software. A elaboração de um layout da tela serviu para padronizar todas as simulações existentes no software.

O Macromedia Director mostrou-se uma ferramenta simples e eficiente no desenvolvimento de sistemas multimídia, apresentando um grande número de recursos e um resultado satisfatório.

O ambiente Visual C++ 6 da *Microsoft* comprovou a sua qualidade em auxiliar o desenvolvimento de aplicativos confiáveis para o *Windows*.

## 6.1 EXTENSÕES

São apresentadas a seguir algumas sugestões para trabalhos futuros:

- a) descrição das reações (equações químicas) ocorridas durante os procedimentos;
- b) cuidados com a destinação de rejeitos.
- c) inclusão de mídias de áudio e vídeo;
- d) permitir que o aluno selecione a quantidade de cada reagente;
- e) avaliação de um profissional pedagogo para constatar a característica didático-pedagógica do software.
- f) utilização de agentes para auxiliar a simulação, alertando os erros cometidos pelo aluno;
- g) possibilidade do cadastro de novos compostos pelo software em um banco de dados;
- h) criação de um ambiente para a elaboração dos próprios procedimentos;
- i) disponibilizar o software no ambiente de aprendizagem Learn Loop.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Rosane de A. dos Santos. **Software educacional ou o caráter educacional de do software?** Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, v. 26, n.142, p. 23-26, jul/ago/set. 1998.

AMARAL, Luciano; ALTSCHULLER, Benjamin. **Química orgânica**. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1973.

BARBON, Bernardo Klems. **Uma proposta de roteiro de desenvolvimento de sistemas multimídia**. 1995. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

BIZZOTTO, Carlos Eduardo Negrão. **Ambiente extensível para o aprendizado distribuído**. 1999. 110 f. Tese de Doutorado (Ciências em Engenharia de Produção) – Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BIZZOTTO, Carlos Eduardo Negrão. **Director 8 rápido e fácil**. São Paulo: Makron Books, 2000.

BOSQUILHA, Gláucia Elaine. **Minimanual compacto de química: teoria e prática**. São Paulo: Rideel, 1999.

CAMPOS, Gilda Helena Bernadino de. **Metodologia para avaliação da qualidade de software educacional. Diretrizes para desenvolvedores e usuários**. 1994. 232 f. Tese de Doutorado (Ciências em Engenharia de Produção) – Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia da, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CELTA INFORMÁTICA, **Apostilas**. São Bernardo do Campo, [2002?]. Disponível em: <<http://www.celtainformatica.com.br/>> Acesso em: 21 mai. 2002.

CHAVES, Eduardo O. C.; SETZER, Valdemar W. **O uso de computadores em escolas**. São Paulo: Scipione, 1988.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da química**: volume único. São Paulo: Moderna, 1990.

GONZALEZ, Julio Francisco Planella. **Director 8.5**: criando aplicativos multimídia. São Paulo: Berkeley, 2001.

GUARESCHI, Ana Paula Detoni. **Informática na Educação**: Concepções teóricas e epistemológicas. Revista Pedagógica - Unoesc. Chapecó, n.4, p. 83-94, jan/jun. 2000.

HOLZNER, Steven. **Programando Visual C++** - em tempo recorde. São Paulo: Makron Books, 1999.

KAMMER, Renate. **Desenvolvimento de um tutorial de Pascal utilizando o *Learning Space***. 1999. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

KRUGLINSKI, David J. **Inside Visual C+**. Redmond: Microsoft Press, 1997.

LUCENA, Marisa. **Diretrizes para a capacitação do professor na área de tecnologia educacional**: critérios para a avaliação de software educacional, Porto Alegre, [1999?]. Disponível em:  
<[http://www.inf.pucrs.br/~marciabc/multimeios/inf\\_inst\\_1/texto/software\\_educacional.htm](http://www.inf.pucrs.br/~marciabc/multimeios/inf_inst_1/texto/software_educacional.htm)>  
Acesso em: 05 mai. 2002.

MODEL SCIENCE SOFTWARE. **Products**, Waterloo, mai. 2002. Disponível em:  
<<http://modelsience.com/>>. Acesso em: 20 mai. 2002.

MORAES, Maria Candido. **Informática Educativa no Brasil**: uma história vivida, algumas lições aprendidas, Campinas, [1997?]. Disponível em:  
<<http://www.edutecnet.com.br/Textos/Alia/MISC/edmcand1.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2002.

MORRISON, Robert T; BOYD Robert N. **Química orgânica**. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

OLIVEIRA, João Spacca de. **Spacca Tutto**. São Paulo, [2000?]. Disponível em:  
<<http://www.spaccatutto.com.br/educacao/storyboard.htm>>. Acesso em: 05 mai. 2002.

PERSIDSKY, André. **Guia rápido visual Director 7 para Macintosh e Windows**. São Paulo: Berkeley, 2000.

REBELO, José. **J Rebelo Homepage**. Rio de Janeiro, abr. [2002]. Disponível em: <<http://geocities.yahoo.com.br/jrebeloprg/index.htm>>. Acesso em 20 mai. 2002.

SILVERSTEIN, Robert M. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SOUSA, Maurício de. **Portal da Turma da Mônica**. São Paulo, mai. [2002]. Disponível em: <[www.monica.com.br](http://www.monica.com.br)>. Acesso em: 20 mai. 2002.

KAMMER, Renate. **Desenvolvimento de um tutorial de Pascal utilizando o *Learning Space***. 1999. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

SOUZA, Luís Carlos Seifert de. **Protótipo de editor gráfico de fluxogramas para representação de comandos da linguagem português**. 1999. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

TORRES, Vladimir S. **O laboratório, a sala e as simulações informáticas no ensino de Ciências: Considerações gerais**. Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, v.30, n. 152/153, p. 127-135, jan/jun. 2001.

VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 1992.

ZARATIAN, Beck. **Microsoft Visual C++ owner's manual**. Redmond: Microsoft Press, 1997.