

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JOÃO PAULO SANTOS RODRIGUES

**UMA PROPOSTA DE SOFTWARE FREEWARE E MULTIPLATAFORMA PARA
CONSTRUÇÃO DE HEREDOGRAMAS**

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

MARÇO - 2014

JOÃO PAULO SANTOS RODRIGUES

**UMA PROPOSTA DE SOFTWARE FREWARE E MULTIPLATAFORMA PARA
CONSTRUÇÃO DE HEREDOGRAMAS**

Orientadora: Crijina Chagas Flores

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

MARÇO - 2014

JOÃO PAULO SANTOS RODRIGUES

**UMA PROPOSTA DE SOFTWARE FREEWARE E MULTIPLATAFORMA PARA
CONSTRUÇÃO DE HEREDOGRAMAS**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *campus* de Vitória da Conquista - BA, sob a orientação da professora Crijina Chagas Flores, para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado por:

Prof. Dr. _____

UESB

Orientadora

Prof. Dr. _____

UESB

Avaliador 1

Prof. Dr _____

UESB

Avaliador 2

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

MARÇO, 2014

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4. METODOLOGIA	21
5. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE	22
6. ANÁLISE DA FERRAMENTA IMPLEMENTADA	45
7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	49
REFERÊNCIAS	51
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	7

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Simbologia utilizada na construção de heredogramas (BEIGUELMAN, 2008, p.71).

Figura 2.2 – Exemplo de um heredograma de parte de uma genealogia com recorrência da síndrome onicopatelar (Jameson et al., 1956) (BEIGUELMAN, 2008, p.71).

Figura 3.1 – Obtenção dos dados para a construção do heredograma no PedWiz (SONG; ELSTON, 2013).

Figura 3.2 – Desenho do heredograma no PedWiz (SONG; ELSTON, 2013).

Figura 3.3 - Heredograma gerado pelo PediDraw (MIN; LI, 2007).

Figura 3.4 – Interação gráfica do Pelican.

Figura 5.1 – Diagrama de casos de uso da aplicação

Figura 5.2 - Diagrama de Classes da aplicação.

Figura 5.3 – Tipos de ligação existentes (BENNETT et al, 1995, p. 748).

Figura 5.4 – Diagrama de banco de dados da aplicação.

Figura 5.5 - Estruturas de dados utilizadas na aplicação.

Figura 5.6 - Classe Conexao.

Figura 5.7 - Classe Heredograma.

Figura 5.8 – Variáveis para gerar os ids dos componentes do heredograma.

Figura 5.9 – Método de adição de indivíduos.

Figura 5.10 – Variáveis para armazenar os componentes selecionados.

Figura 5.11 – Algoritmo de localização de componentes do tipo Legenda.

Figura 5.12 - individuo selecionado, texto selecionado e linha selecionada.

Figura 5.13 – Bloco de código responsável por movimentar os componentes.

Figura 5.14 – Método de exclusão de componentes.

Figura 5.15 – Parte do código que desenha todos os componentes.

Figura 5.16 – Heredograma exemplo.

Figura 5.17 – Demonstração do preenchimento dos indivíduos.

Figura 5.18 – Tipos de linha.

Figura 5.19 - Tipos de zigosidade dos gêmeos.

Figura 5.20 - Classe FramePrincipal.

Figura 5.21 – Tela inicial da aplicação

Figura 5.22 – Menus da aplicação.

Figura 5.23 – Exemplo de interação utilizando a barra lateral.

Figura 5.24 – Exemplo de interação através dos menus pop-up.

Figura 5.25 – Adicionando o primeiro indivíduo.

Figura 5.26 – Casando o indivíduo.

Figura 5.27 – Adicionando filhos ao casal.

Figura 5.28 – Modificando os atributos de um indivíduo.

Figura 5.29 – Colocando uma linha para ficar pontilhada.

Figura 5.30 – Modificando os textos central e inferior do indivíduo.

Figura 5.31 – Heredograma utilizado no teste da aplicação (BENNETT et al, 1995, p. 752).

Figura 5.32 – Heredograma da figura 5.31 desenhado na aplicação.

Figura 6.1 – Representação de casais que não tiveram filhos por motivo desconhecido (a) ou por infertilidade (b) (BENNETT et al, 1995, p. 748).

Figura 6.2 –Gêmeos e trigêmeos (BENNETT et al, 2008, p. 424).

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Abrangência de recursos do PSTF.

Tabela 3.2 – Comparativo das ferramentas analisadas.

Tabela 6.1 – Abrangência do PSTF da ferramenta desenvolvida em comparação com as demais.

Tabela 6.2 – Comparativo da ferramenta desenvolvida com as demais ferramentas.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os softwares fazem parte da vida de praticamente todas as pessoas, até mesmo aquelas que não usam computadores. Eles estão presentes em praticamente todos os lugares: estabelecimentos comerciais, bancos, ônibus com bilhete eletrônico, celulares, televisores, etc. É difícil imaginar o mundo sem eles.

Na área da genética isso não é diferente. A bioinformática é uma subárea da informática, que pesquisa e disponibiliza softwares para armazenamento e análise de dados biológicos. Com ela é possível, por exemplo, utilizar métodos estatísticos capazes de analisar uma quantidade imensa de dados biológicos. Em resumo, a bioinformática tem sido muito importante para os profissionais que trabalham com genética.

A área da genética é muito abrangente e complexa e a bioinformática desponta como um grande benefício nesse contexto, pois permite que ferramentas sejam construídas com o intuito de otimizar o trabalho dos profissionais da área. Dentre as especificidades da genética o heredograma, será o motivador desse trabalho.

Um heredograma é um diagrama que representa as relações familiares. Com o avanço da genética, os heredogramas estão se tornando cada vez mais importantes pois permitem o estudo de todas as características genéticas de uma família, além de estudar a ocorrência de doenças genéticas em uma genealogia, etc.

As simbologias para a construção de heredogramas mostradas nos livros de biologia possuem diversas diferenças de uma fonte para outra. A padronização dessas simbologias também é importante, pois ela pode melhorar a comunicação entre os diversos profissionais da área de genética. Pensando nisso, em 1995, a *Pedigree Task Force Standardization* (PSTF), que é um grupo organizado pelo Comitê de Assuntos Profissionais da Sociedade Nacional de Conselheiros Genéticos (NSGC), propôs um padrão de desenho para a construção de heredogramas, tendo como base o estudo das atividades desempenhadas por diversos profissionais da área de genética médica. Por essa razão, esse padrão será utilizado para a realização deste trabalho.

No campo da informática, atualmente existem diversos softwares para a

construção de heredogramas. Considerando-se apenas os softwares que são multiplataforma (por ser possível sua execução em qualquer sistema operacional) e freeware (por não ter limitação nem de recursos e nem de tempo de uso, além de ser gratuito), alguns deles processam os dados de um arquivo de entrada ou de um banco de dados para poder construir o heredograma. Entretanto, essa forma de interagir com o heredograma não é adequada, pois o ideal é que o usuário tenha uma interação gráfica direta com o heredograma e seus componentes. Devido a essa necessidade, foi desenvolvido o *Pelican* que apesar de ser uma ferramenta que tem uma interação gráfica direta, não tem abrangência total dos recursos descritos no PSTF.

Diante desse contexto, tem-se a seguinte questão: é possível a construção de um software freeware, multiplataforma, com uma interação gráfica direta com o usuário na construção do heredograma e com a abrangência de um maior número de recursos do padrão da PSTF? Este trabalho irá partir do pressuposto de que é possível.

Assim, o objetivo deste estudo é a apresentação de uma proposta de uma ferramenta de software freeware, multiplataforma, que tenha uma interação gráfica direta com o usuário e que atenda um número maior dos requisitos básicos (de acordo ao padrão PSTF) para a construção de um heredograma. Para isso, este trabalho foi dividido da seguinte maneira: o primeiro capítulo irá abordar a pesquisa e a análise de ferramentas existentes sobre o tema em questão; o segundo capítulo irá abordar a definição dos requisitos básicos para a construção da ferramenta e a sua implementação; o terceiro capítulo irá abordar a análise da ferramenta; no último capítulo, serão apresentados a conclusão e os trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Heredograma

Um heredograma é um diagrama para representar as relações familiares e é frequentemente utilizado para determinar o modo de herança de determinadas características (YANG; CHENG; ÖZSOYOGLU, 2012, p. 1). O termo heredograma resulta da palavra latina *hers*, quer dizer herança, e da palavra grega *gramma*, quer dizer letra ou símbolo. O nome correspondente em inglês é pedigree (BEIGUELMAN, 2008, p.71).

Segundo Bernardo Beiguelman (2008, p.71), a história genealógica registrada graficamente num heredograma permite a compreensão rápida das diversas relações de parentesco entre diversos membros de uma genealogia, revendo as informações em tempo muito curto e permitindo, inclusive, avaliar a sua correção e melhor explorar a investigação em algumas delas. Também permite verificar se uma doença se manifesta em um único indivíduo (caso esporádico) ou se ela se repete na genealogia, qual a distribuição dos casos afetados segundo o sexo, qual a ordem de nascimento dos doentes nas irmandades e qual a fertilidade dos casais.

Além disso, o heredograma permite averiguar a ocorrência de casamentos consanguíneos e sua relação com a manifestação de uma doença, etc. Essas são apenas algumas das razões pelas quais o heredograma é uma ferramenta importante para os profissionais que trabalham com genética humana (BEIGUELMAN, 2008, p.71).

2.1.1 Elementos do heredograma

Num heredograma, existem elementos para representar os seres humanos de cada sexo. As mulheres são representadas por círculos, os homens são representados por quadrados e os indivíduos de sexo ignorado ou não especificado são representados por losangos (GUIMARÃES; OTTO; FROTA-PESSOA, 1998). Esses elementos são mostrados na Figura 2.1 – (a), (b) e (e).

Os cônjuges são ligados por uma linha horizontal, da qual parte uma linha vertical, que se liga a outra linha horizontal, na qual ficam “pendurados” os símbolos dos filhos, dispostos por ordem de nascimento da esquerda para a direita (GUIMARÃES; OTTO; FROTA-PESSOA, 1998), como é mostrado na Figura 2.1 – (j).

As gerações incluídas na genealogia são numeradas no heredograma por algarismos romanos, em ordem crescente, da mais antiga para a mais nova, ao passo que os indivíduos de cada geração devem ser designados por algarismos arábicos. A numeração dos indivíduos é feita de modo consecutivo, da esquerda para a direita, recomeçando-se a numeração em cada geração (BEIGUELMAN, 2008, p.71). Essas numerações são mostradas na Figura 2.2.

Os símbolos escurecidos representam as pessoas que possuem a característica em estudo e os símbolos claros representam as pessoas que não possuem a característica em estudo (GUIMARÃES; OTTO; FROTA-PESSOA, 1998) (ver Figura 2.1 – (c) e (d)).

O primeiro membro da família identificado pelo pesquisador como portador do traço em estudo deve ser assinalado por uma seta (GUIMARÃES; OTTO; FROTA-PESSOA, 1998).

A figura abaixo mostra alguns dos símbolos utilizados na construção de heredogramas. As simbologias mostradas nos livros de biologia possuem algumas diferenças. Para a implementação da ferramenta, será utilizada a simbologia do padrão universal criado pelo PSTF.

Figura 2.1 – Simbologia utilizada na construção de heredogramas (BEIGUELMAN, 2008, p.71).

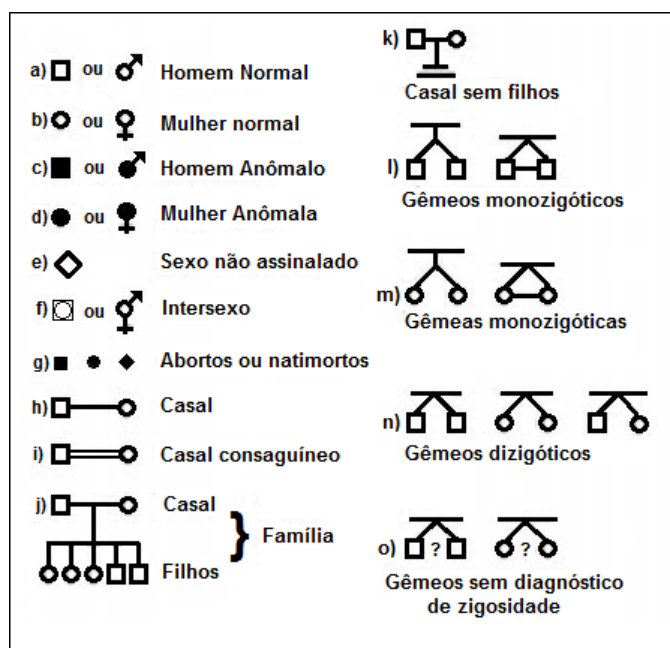
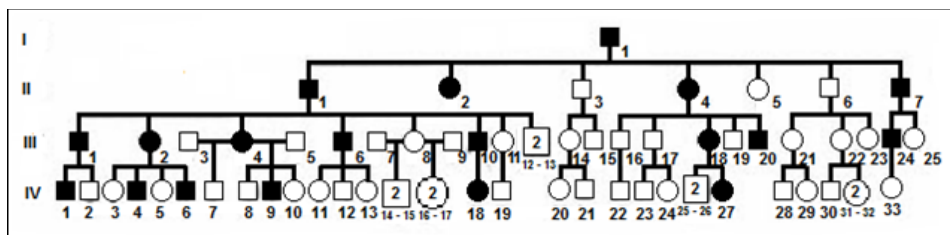


Figura 2.2 – Exemplo de um heredograma de parte de uma genealogia com recorrência da síndrome onicopatelar (Jameson et al., 1956) (BEIGUELMAN, 2008, p.71).



2.2 Softwares freeware e multiplataforma

Segundo o dicionário Michaelis Online, um software é qualquer programa ou grupo de programas que instrui o hardware sobre a maneira como ele deve executar uma tarefa, inclusive sistemas operacionais, processadores de texto e programas de aplicação.

Para a realização deste trabalho foi escolhida a modalidade dos softwares freeware. Software freeware é um software proprietário que é disponibilizado gratuitamente, mas não pode ser modificado. O software proprietário é aquele cuja cópia, redistribuição ou modificação são proibidas pelo autor em determinado grau. É necessário solicitar permissão ou pagar para utilizar (Lilian Ferreira, 2007). Diferente dos softwares freeware, que não possuem nenhuma limitação quanto ao uso, os softwares shareware possuem dois tipos de limitação: a de tempo na qual o usuário pode experimentar o software por um período de tempo determinado e depois ele deve comprar uma licença para poder continuar usando e a limitação de recursos na qual o usuário pode usufruir apenas de alguns recursos da ferramenta sendo assim, somente comprando a licença para poder utilizar todos os seus recursos. Assim, essa ferramenta será freeware para que o usuário possa utilizá-la pelo tempo que desejar e usufruir de todos os seus recursos.

Além de ser freeware, a ferramenta que será implementada também será multiplataforma. Uma plataforma computacional é uma combinação de um processador e um sistema operacional. Software multiplataforma é um programa que pode funcionar em várias plataformas (equipamentos) diferentes (Dicionário Michaelis Online), diferentemente dos softwares monoplatforma. Por isso, essa ferramenta será multiplataforma para que seja possível sua utilização pelos usuários das mais diversas plataformas computacionais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Softwares na construção de heredogramas

Para a construção da ferramenta, foram analisadas algumas existentes no mercado com o objetivo de verificar quais funcionalidades as mesmas não atendem e que pudessem ser implementadas. A Universidade do Alabama (UAB) publicou em seu site uma página onde contém várias ferramentas para a construção de heredogramas (Pedigree Drawing Programs). Dessas ferramentas foram analisadas apenas as que obedecem aos seguintes critérios: ser freeware, ser multiplataforma e ter um artigo com qualis A1 que descreva a ferramenta com no máximo 10 anos de publicação.

Das ferramentas que estão na listagem, as que obedecem aos critérios acima são o *PedHunter* e o *PediDraw*. As ferramentas *PedWiz* e *Pelican*, apesar de não aparecerem na listagem feita pela UAB, também serão analisadas pois elas obedecem os critérios descritos acima.

3.1.1 PedHunter

De acordo com (LEE et al, 2010), o PedHunter é um conjunto de softwares de consulta que facilitam a criação e a verificação de heredogramas com uma larga genealogia. Este software foi desenvolvido para auxiliar os estudos genéticos de uma população fechada que fica na Pensilvânia.

Na sua atual versão, o PedHunter possui um total de 50 consultas que estão divididas em 4 categorias que são: testar um relacionamento (é pai , é mãe), encontrar todos indivíduos que satisfaçam uma certa relação (é esposa), impressão de informação e consultas complexas.

O *PedHunter* consulta um banco de dados relacional SYBASE de genealogia ou um arquivo de texto simples e estruturado.

Apesar de essa ferramenta ser freeware e multiplataforma, ela não disponibiliza nenhum recurso gráfico para o desenho do heredograma.

3.1.2 PedWiz

De acordo com (SONG; ELSTON, 2013), o *PedWiz* é uma ferramenta web projetada para ajudar os pesquisadores na análise dos dados de heredogramas. Essa ferramenta foi desenvolvida porque até o momento não existia nenhum programa que fornecia todas as diferentes medidas de similaridade genética e outras medidas importantes.

Ele possui os seguintes recursos: estatística descritiva, pares relativos, coeficientes de similaridade genética, além de outros coeficientes importantes.

O *PedWiz* obtém os dados do heredograma através de um arquivo texto de entrada, como é mostrado na Figura 3.1. Na Figura 3.2 é mostrado como o usuário obtém o desenho do heredograma.

Figura 3.1 – Obtenção dos dados para a construção do heredograma no PedWiz (SONG; ELSTON, 2013).

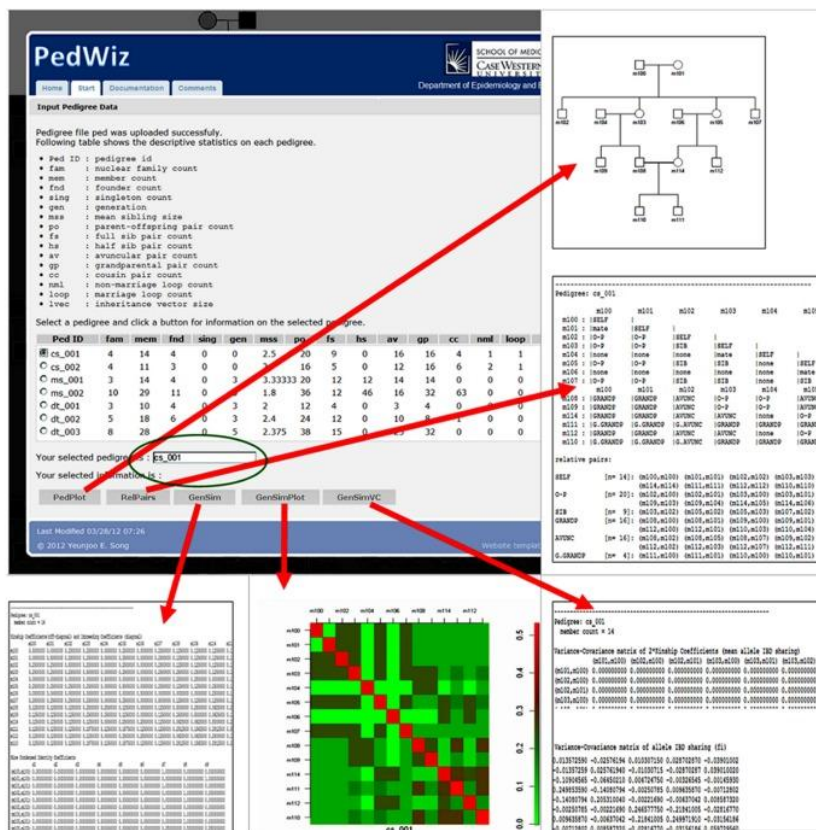
The image displays two screenshots of the PedWiz web application. The top screenshot shows the homepage with a navigation menu (Home, Start, Documentation, Comments) and a 'Click here to start PedWiz' button. A red arrow points from this button to the 'Input Pedigree Data' form in the bottom screenshot. To the right of the homepage is a table of pedigree information.

Iid	Fid	Gender	Mother	Father
m100	cs_001	m	.	.
m101	cs_001	f	.	.
m102	cs_001	m	m101	m100
m103	cs_001	f	m101	m100
m104	cs_001	m	.	.
m105	cs_001	f	m101	m100
m106	cs_001	m	.	.
m107	cs_001	m	m101	m100
m109	cs_001	m	m103	m104
m108	cs_001	m	m103	m104
m110	cs_001	m	m114	m109
m111	cs_001	m	m114	m109
m114	cs_001	f	m105	m106
m112	cs_001	m	m105	m106
1	cs_002	m	.	.
2	cs_002	f	.	.
3	cs_002	f	2	1
4	cs_002	m	.	.
5	cs_002	m	2	1
6	cs_002	m	.	.
7	cs_002	m	.	.
8	cs_002	m	.	.
9	cs_002	m	.	.
10	cs_002	m	.	.
11	cs_002	m	.	.

The bottom screenshot shows the 'Input Pedigree Data' form. A red oval highlights the input fields for Pedigree ID column (2), Individual ID column (1), Father ID column (5), Mother ID column (4), Sex column (3), Male (m), Female (f), and Unknown (.), and the Delimiter (tab). A red arrow points from the 'Click here to start PedWiz' button in the top screenshot to this form.

Apesar de o *PedWiz* ser uma ferramenta freeware e multiplataforma, ela não possui uma interação gráfica direta com o usuário e não abrange boa parte dos recursos do padrão PSTF.

Figura 3.2 – Desenho do heredograma no PedWiz (SONG; ELSTON, 2013).



3.1.3 PediDraw

De acordo com (MIN; LI, 2007), o *PediDraw* é uma ferramenta online para o desenho de heredogramas. Surgiu da necessidade de se ter uma ferramenta online, de fácil utilização e acessível.

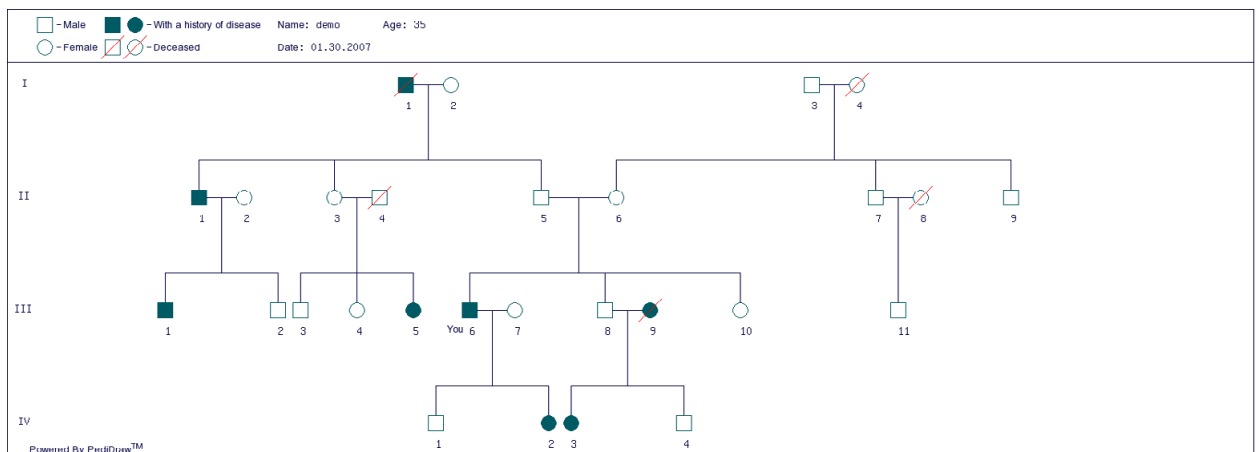
Antes de começar a utilizar a ferramenta, é necessário que o usuário faça um cadastro no site para adquirir um login e uma senha. Após o usuário logar, para desenhar o heredograma o usuário precisa passar por algumas etapas. Na primeira etapa o usuário insere em um formulário suas informações básicas como idade, sexo, estado civil, podendo também inserir informações referentes a sua esposa e filhos. Na segunda etapa, através de outro formulário, o usuário insere informações

dos seus ancestrais. Na terceira etapa, o usuário insere em outro formulário as informações de seus irmãos e seus pais. Na quarta etapa, é exibida uma tabela com todas as informações inseridas pelo usuário nas etapas anteriores e logo abaixo o usuário pode inserir observações sobre os indivíduos tais como: quais indivíduos possuem casamento consanguíneo, quais são gêmeos, quem é o indivíduo principal, etc. A tabela com as informações inseridas pelo usuário pode ser salva como documento do word (.doc) e o desenho do heredograma pode ser salvo como imagem nos formatos .bmp e .gif. Também é possível imprimir o heredograma. Para proteger as informações inseridas pelo usuário, ele ainda pode excluir as informações inseridas logo após o heredograma ser gerado.

Depois de inseridas as informações relevantes, basta que o usuário clique no botão de enviar e desenhar para que essas informações sejam processadas resultando no desenho do heredograma. A Figura 3.3 exibe o desenho de um heredograma feito no pedidraw.

Assim como o *PedWiz*, o *PediDraw* também é uma ferramenta que apesar de ser freeware e multiplataforma, não possui uma interação gráfica direta com o usuário e também não abrange grande parte dos recursos do padrão PSTF.

Figura 3.3 - Heredograma gerado pelo PediDraw (MIN; LI, 2007).



3.1.4 Pelican

De acordo com (DUDBRIDGE; CARVER; WILLIAMS, 2004), o *Pelican* é um editor gráfico e leve para a construção rápida de heredogramas. Surgiu da necessidade de se ter uma ferramenta na qual o usuário pudesse construir os

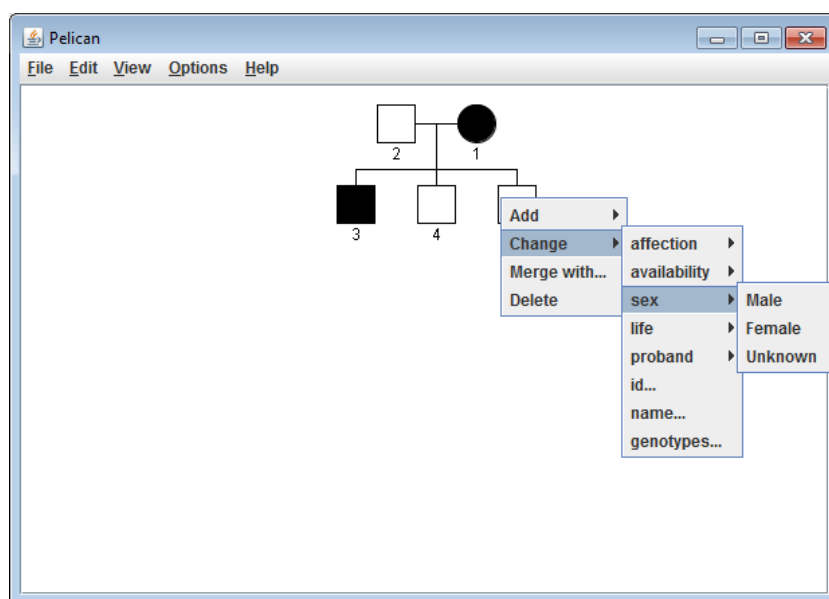
heredogramas sem ter que escrever os dados em um arquivo de texto (ou banco de dados), pois construir heredogramas dessa forma não é muito adequado porque além de ser tedioso, está propenso a erros.

O software funciona da seguinte forma: ao clicar em um componente com o botão direito do mouse, será exibido um menu *popup* com as opções do que pode ser feito com aquele componente. Se for um indivíduo, por exemplo, aparecerão opções como: mudar o sexo, determinar se o indivíduo está vivo ou não, determinar se o indivíduo possui a característica em questão, etc. Nesse software também é possível salvar o heredograma em um arquivo de ligação (arquivo que contém os indivíduos, suas características e suas relações com os demais indivíduos), em um arquivo *post-script* (que pode ser diretamente enviado para uma impressora qualquer) e como imagem PNG ou JPEG.

Diferentemente das outras ferramentas analisadas, nessa ferramenta não é necessário que o usuário preencha um arquivo de texto estruturado para a construção do heredograma já que o usuário pode construí-lo interagindo diretamente com os seus componentes, o que determina a sua interação gráfica direta com a ferramenta, conforme a Figura 3.4.

É uma ferramenta *freeware*, multiplataforma, que possui uma interação gráfica direta com o usuário mas que não abrange grande parte dos recursos do PSTF.

Figura 3.4 – Interação gráfica do Pelican.



3.2 Análise das ferramentas

Para a análise das ferramentas, foram escolhidas algumas métricas importantes que são: ser *freeware* e multiplataforma, possuir interação gráfica direta com o usuário e número de recursos do padrão PSTF abrangidos.

Para medir a abrangência dos recursos do padrão PSTF, cada ferramenta foi analisada com base na lista de recursos da tabela 3.1 e para cada recurso abrangido foi atribuída uma pontuação. O recurso “número máximo de características estudadas” tem pontuação máxima indefinida pois quanto maior o número de características quem podem ser estudadas, melhor é a ferramenta. O recurso “número de cenários de reprodução” tem o valor 5 como pontuação máxima pois no PSTF existem no total 5 cenários. Os demais tem pontuação de 0 (recurso não abrangido) ou 1 (recurso abrangido). A classificação será da seguinte forma:

- De 1 a 10 pontos: abrange poucos recursos.
- De 11 a 20 pontos: abrange boa parte dos recursos.
- De 21 a 30 pontos: abrange grande parte dos recursos.

A ferramenta *PedHunter* não aparece na tabela 3.1 pois ela não possui nenhum recurso do PSTF para a construção de heredogramas.

Tabela 3.1 – Abrangência de recursos do PSTF.

Recursos do PSTF	PedWiz	Pedidraw	Pelican
Representar indivíduos de todos os sexos	1	1	1
Representar abortos	0	0	0
Número máximo de características para estudo	0	1	1
Representar indivíduos falecidos	0	1	1
Inserir textos no centro e na parte inferior do indivíduo	0	0	0
Definir o indivíduo Principal do heredograma	0	1	1
Representar Casamento Normal	1	1	1
Representar Casamento Consanguíneo	0	1	0
Representar Divórcio	0	0	0
Representar Gêmeos	0	1	0
Representar Relações de Parentesco	1	1	1
Representar tipos de zigosidade dos gêmeos	0	0	0
Representar indivíduos com histórico familiar desconhecido	0	0	0
Representar indivíduos com infertilidade	0	0	0
Representar indivíduos que não podem ter filhos	0	0	0

Recursos do PSTF	PedWiz	Pedidraw	Pelican
Representar indivíduos adotados	0	0	0
Número de cenários de reprodução (de 0 a 5)	0	0	0
Representar indivíduos que tem avaliação documentada	0	0	0
Representar indivíduos que são portadores obrigatórios	0	0	1
Representar indivíduos assintomáticos	0	0	0
Mostrar numeração dos indivíduos	1	1	1
Mostrar numeração das gerações	0	1	0
Total De Requisitos Abrangidos (Maximo: 30)	4	10	8

A tabela a seguir apresenta um comparativo entre as ferramentas de acordo com as respectivas métricas definidas.

Tabela 3.2 – Comparativo das ferramentas analisadas.

	Freeware e multiplataforma	Interação Gráfica Direta	Abrangência do PSTF
PedHunter	Sim	Não	-
PedWiz	Sim	Não	Pouca
PediDraw	Sim	Não	Pouca
Pelican	Sim	Sim	Pouca

Através da análise da tabela acima, percebe-se que todas as ferramentas analisadas são freeware e multiplataforma mas apenas uma delas possui interação gráfica direta com o usuário (*Pelican*) permitindo assim que o usuário interaja graficamente com os elementos do heredograma, facilitando a construção do mesmo. Outra métrica significativa é que nenhuma delas abrange grande parte dos recursos do padrão PSTF. Diante disso, a ferramenta proposta, além de ser freeware, multiplataforma e possuir uma interação gráfica direta com o usuário, terá como diferencial a abrangência de um número maior de recursos do padrão PSTF.

4 METODOLOGIA

O presente artigo é de caráter tecnológico, uma vez que o objetivo é o desenvolvimento de um software.

Inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas acerca do tema proposto no intuito de identificar os requisitos do software e verificar as funcionalidades das ferramentas existentes a fim de aproveitar ideias e propor inovações. Essas pesquisas também são de caráter exploratório pois através delas foi feita a caracterização inicial do problema de pesquisa.

Para mensurar a abrangência do padrão PSTF nas ferramentas já existentes, foi feita uma análise quantitativa, na qual procurou-se identificar a quantidade de recursos abrangidos por cada ferramenta.

Após a análise das ferramentas, foi dado início a identificação dos requisitos para o início do desenvolvimento do software. Para a modelagem do projeto foi utilizada a ferramenta *Jude Community* na construção dos diagramas de caso de uso e o software *Dia* na construção do diagrama de classes, ambos componentes da UML (*Unified Modeling Language*). Para a construção do diagrama de banco de dados foi utilizado o software *DBDesigner 4*. Essas três ferramentas foram escolhidas pela sua facilidade de uso. Para a codificação foi utilizada a linguagem de programação Java, por ser uma linguagem multiplataforma. O SGBD utilizado foi o *SQLite* por ser simples e por ser compatível com a linguagem de programação escolhida. Também foi utilizada a ferramenta *SQLite Manager* para a construção do esquema de banco de dados.

Os testes foram realizados de forma manual, utilizando e averiguando cada funcionalidade do software até que o mesmo retornasse resultados satisfatórios diante das métricas que foram definidas. Para a realização dos testes, foi utilizado o heredograma da figura 5.31 que se encontra no artigo que descreve o padrão PSTF (BENNETT et al, 1995). Foi feita uma análise quantitativa para medir, através de porcentagem, quantos componentes do heredograma, a ferramenta conseguiu desenhar.

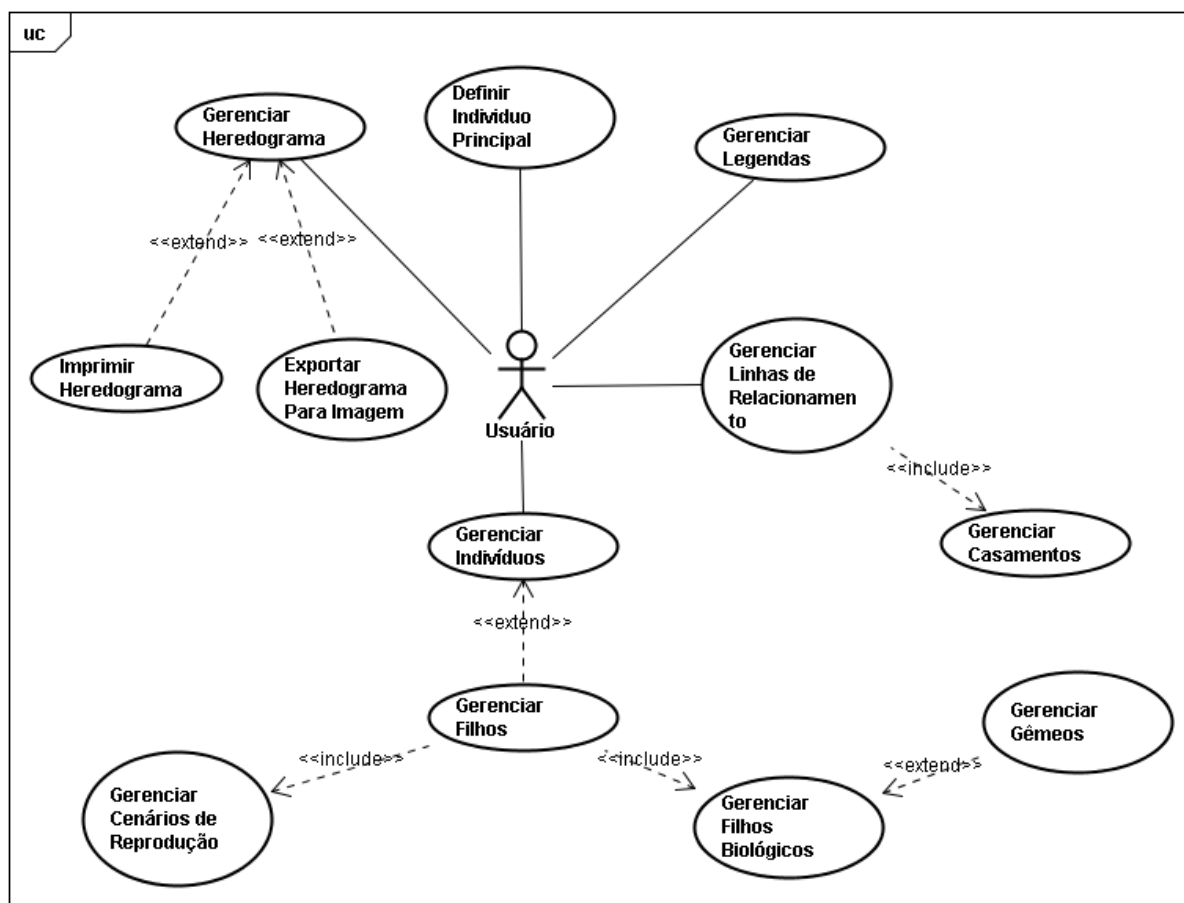
5 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

A ferramenta desenvolvida terá o nome de *JHeredograma*. Com ela, o usuário poderá construir heredogramas interagindo diretamente com seus componentes.

5.1 Diagrama de casos de uso

Para o desenvolvimento da ferramenta, foram levantados os requisitos através da análise do artigo que descreve o PSTF (BENNETT et al, 1995). Através da análise de requisitos foram levantadas as funcionalidades da aplicação. Essas funcionalidades são mostradas de uma forma geral, na Figura 5.1 através de um diagrama de casos de uso.

Figura 5.1 – Diagrama de casos de uso da aplicação.



Gerenciar indivíduos: além das funções básicas de adição e exclusão dos indivíduos, também será possível modificá-los. A modificação de um indivíduo inclui:

mudar seu sexo (masculino, feminino, indefinido, aborto), alterar os textos central e inferior, definir se o indivíduo está vivo, se ele é assintomático, se possui ou não avaliação documentada, se ele é fértil, se ele pode ter filhos, se ele é portador obrigatório, se ele é adotado, se possui histórico desconhecido e se possui as características estudadas.

Gerenciar Legendas: incluir, editar e excluir legendas. Ao incluir uma legenda, ela pode ou não ter o desenho de um indivíduo.

Gerenciar Linhas de Relacionamento: as linhas são adicionadas ao se criar relações entre os indivíduos aonde relações são: casamento, parentesco (pais e filhos, biológicos ou adotados). Para representar as inseminações artificiais existem as linhas que ligam o indivíduo ao doador do esperma, ou à doadora do óvulo ou ainda à barriga solidária. É possível excluir as linhas e modificá-las e a sua modificação inclui poder definir se ela é pontilhada ou não (se for uma linha de parentesco).

Gerenciar Casamentos: alteração do tipo das linhas de casamento. Um casamento pode ser: normal, consanguíneo ou divórcio.

Definir indivíduo principal do heredograma: assinalar o indivíduo principal do heredograma.

Gerenciar Filhos: se divide em duas funcionalidades: gerenciar cenários de reprodução e gerenciar filhos biológicos.

Gerenciar Filhos Biológicos: adicionar filhos biológicos a um casal.

Gerenciar Gêmeos: incluir, editar e excluir gêmeos. A função de edição inclui poder editar a zigosidade dos gêmeos (monozigoto, dizigoto, zigosidade desconhecida).

Gerenciar cenários de reprodução: Os cenários de reprodução servem para representar os casos de filhos que são concebidos por inseminação artificial. No padrão PSTF existem cinco cenários que são: filho concebido com doação de esperma, com doação de óvulo, com barriga solidária, com doadora de óvulo substituta e por adoção planejada.

Gerenciar Heredogramas: criar um novo heredograma, salvar um heredograma em arquivo e abrir heredograma.

Imprimir heredograma: imprimir o heredograma através de uma impressora.

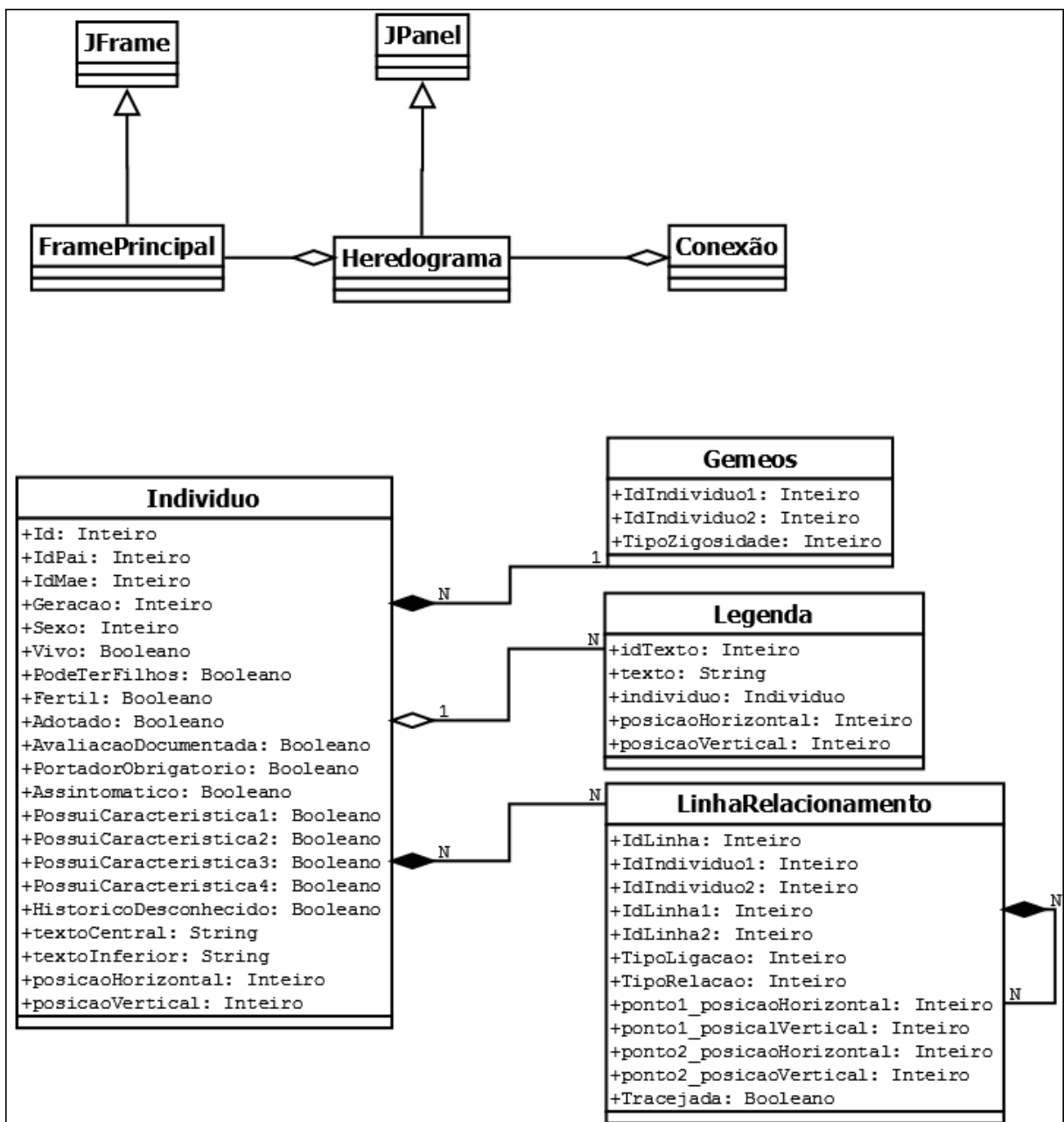
Exportar heredograma para imagem: exportar o desenho do heredograma para um arquivo de imagem.

5.2 Projeto da arquitetura

5.2.1 Diagrama de classes

Após a análise dos requisitos, foi criado o seguinte diagrama de classes da aplicação utilizando o software Dia:

Figura 5.2 - Diagrama de Classes da aplicação.



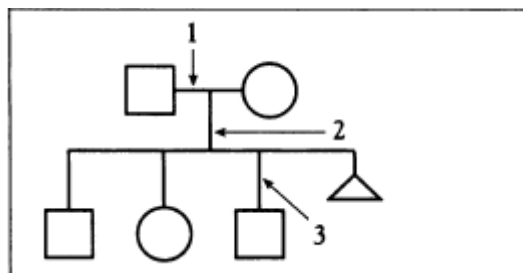
A classe indivíduo armazena as informações dos indivíduos do heredograma para que seja possível fazer o seu desenho. Cada indivíduo terá um número de identificação único. A variável *textoCentral* armazena o texto que fica no centro do indivíduo e a variável *textoInferior* armazena o texto que fica logo abaixo do indivíduo. As variáveis *posicaoHorizontal* e *posicaoVertical* armazenam a posição do indivíduo no heredograma.

A classe *LinhaRelacionamento* armazena as informações das linhas dos heredogramas para que seja possível fazer o seu desenho. Cada linha terá um número de identificação único. As variáveis *ponto1_posicaoHorizontal*, *ponto1_posicaoVertical*, *ponto2_posicaoHorizontal* e *ponto2_posicaoVertical* armazenam as posições inicial e final da linha.

Na classe *LinhaRelacionamento*, a variável *TipoRelacao* indica qual a relação é representada pela linha (casamento, parentesco, etc) e a variável *TipoLigação* indica qual é o tipo de ligação que a linha faz. Na Figura 5.3, a linha indicada pelo número 1 é uma linha que liga dois indivíduos, a linha indicada pelo número 2 liga duas linhas e a linha indicada pelo número 3 liga uma linha a um indivíduo.

Ainda na classe *LinhaRelacionamento*, as variáveis *IdIndividuo1*, *IdIndividuo2*, *IdLinha1* e *IdLinha2* armazenam os identificadores dos componentes que a linha está ligando. Quando for uma ligação de dois indivíduos, as variáveis *IdIndividuo1* e *IdIndividuo2* armazenam os identificadores desses indivíduos. Quando for uma ligação de duas linhas, as variáveis *IdLinha1* e *IdLinha2* armazenam os identificadores dessas linhas. Quando for uma ligação de um indivíduo a uma linha, as variáveis *IdIndividuo1* e *IdLinha1* armazenam os identificadores do indivíduo e da linha, respectivamente.

Figura 5.3 – Tipos de ligação existentes (BENNETT et al, 1995, p. 748).



A classe *Gêmeos* servirá para armazenar as informações dos pares de irmãos gêmeos do heredograma para que seja possível desenhá-los. Para isso foram criadas as variáveis com os identificadores dos indivíduos que fazem parte do par de gêmeos. O campo *TipoZigosidade* armazena o tipo de zigosidade dos gêmeos (monozigoto, dizigoto ou zigosidade desconhecida).

A classe *Legenda* servirá para armazenar as informações das legendas do heredograma. Essa classe servirá para o usuário poder inserir textos/legendas no heredograma. Cada legenda terá um número de identificação única. Uma legenda poderá ter ou não um indivíduo relacionado a ela. As variáveis *posicaoHorizontal* e *posicaoVertical* armazenam a posição da legenda no heredograma.

5.2.2 Diagrama de banco de dados

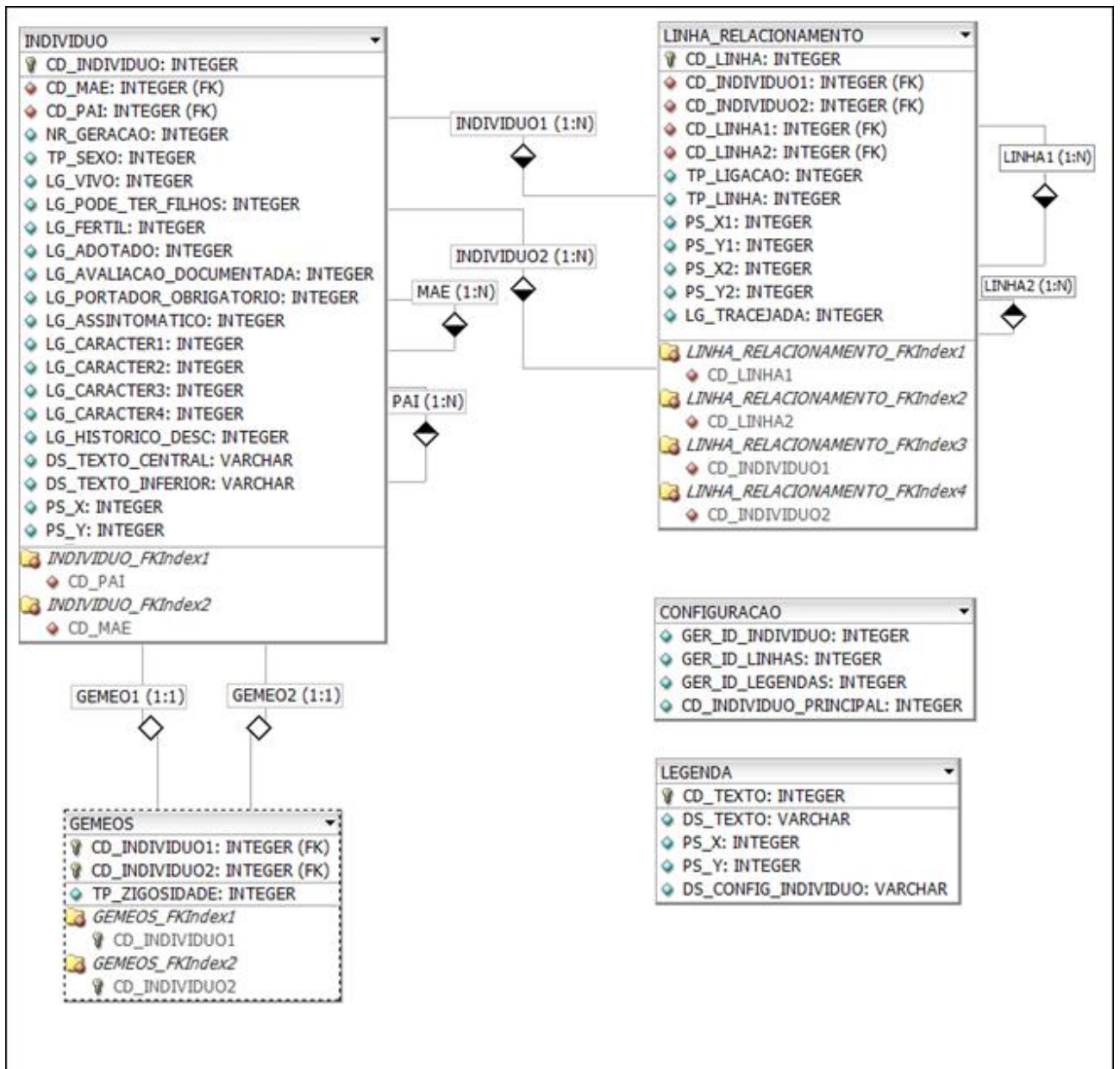
Uma das funcionalidades que a ferramenta terá, será a possibilidade de salvar o heredograma em arquivo de dados. Para isso o heredograma será salvo em um arquivo de banco de dados SQLite, sendo que um banco de dados armazena os dados de um heredograma. Este SGBD foi escolhido pela sua simplicidade.

Após a análise do diagrama de classes, foi criado o diagrama de banco de dados da Figura 5.4.

No diagrama da Figura 5.4, os campos que começam com 'CD_' são os campos de chave primária ou chave estrangeira, os campos que começam com 'TP_' indicam campos de tipo, os campos que começam com 'LG_' são campos lógicos, os campos que começam com 'NR_' são campos numéricos, os campos que começam com 'DS_' são campos de texto e os campos que começam com 'PS_' são campos de posição (horizontal ou vertical).

As tabelas INDIVIDUO, LINHA_RELACIONAMENTO, GEMEOS e LEGENDA armazenam as informações dos componentes do heredograma. A tabela de CONFIGURACAO terá apenas um registro e nela vai ficar armazenado o identificador do ultimo indivíduo inserido, o identificador da ultima linha inserida e o identificador da ultima legenda inserida para que seja possível continuar inserindo os componentes a partir do ultimo identificador inserido. Nessa tabela ficará armazenado também o identificador do indivíduo principal do heredograma.

Figura 5.4 – Diagrama de banco de dados da aplicação.



5.3 Implementação

Para descrever a implementação da ferramenta, a explanação será dividida em 3 partes: dados, lógica e interface gráfica.

5.3.1 Dados

Para armazenamento dos dados do heredograma, foram criadas as classes do diagrama de classes da Figura 5.2 que são: Individuo, LinhaRelacionamento, Gemeos e Legenda. E para armazenar os componentes dessas classes serão

utilizados vetores da classe `Vector` (nativa do Java), como mostra a Figura 5.5.

Esses dados poderão ser salvos em um arquivo de banco de dados *SQLite* para que seja possível guardar e realizar futuras alterações no heredograma. A classe responsável por isso é a classe *Conexao* que é mostrada na Figura 5.6.

Quando o usuário deseja salvar o heredograma, as quatro estruturas de dados da Figura 5.5 são armazenadas em um arquivo de banco de dados *SQLite*. Os registros de cada vetor são salvos nas suas respectivas tabelas. Além disso no banco de dados tem uma tabela de configuração (ver Figura 5.4) que terá apenas um registro onde ficará armazenado o último identificador inserido para indivíduos, linhas e legendas, além do identificador do indivíduo principal do heredograma.

Ao abrir um arquivo do heredograma, as tabelas do arquivo de banco de dados são lidas e as estruturas de dados da Figura 5.5 são alimentadas com os dados de suas respectivas tabelas. Além disso, as variáveis que indicam o último identificador gerado para cada tipo de componente e a variável que indica o indivíduo principal também são alimentadas.

. Além disso, o heredograma também poderá ser salvo em imagem PNG e ser impresso.

Figura 5.5 - Estruturas de dados utilizadas na aplicação.

```
private Vector<Individuo> listaDeIndividuos;  
private Vector<LinhaRelacionamento> listaDeLinhas;  
private Vector<Gemeos> listaDeGemeos;  
private Vector<Legenda> listaDeLegendas;
```

Figura 5.6 - Classe Conexão.

```
public class Conexao {  
  
    private Connection conn;  
    private Statement stm;  
  
    public Conexao(String endereco) throws SQLException, ClassNotFoundException {  
        Class.forName("org.sqlite.JDBC");  
        this.conn = DriverManager.getConnection("jdbc:sqlite:" + endereco);  
        this.stm = this.conn.createStatement();  
    }  
}
```

5.3.2 Lógica

A classe responsável para implementação de toda lógica de programação da aplicação é a classe Heredograma e seu cabeçalho é mostrado na Figura 5.7. Essa classe é herdeira de *JPanel* pois através dele que é possível construir os desenhos implementando o seu método *paintComponent*.. Ela também implementa a interface *Printable* para que seja possível imprimir o heredograma desenhado no *JPanel*.

Figura 5.7 - Classe Heredograma.

```
public class Heredograma extends JPanel implements Printable {
```

5.3.2.1 Inserção de componentes

Cada componente do heredograma (indivíduo, linha, legenda) tem um identificador único. Para isso existem três variáveis (Figura 5.8) que inicialmente tem valor igual a zero. Sempre que um componente é inserido, essa variável é incrementada de 1 e esse valor é atribuído ao componente. Logo após o componente é inserido no seu respectivo vetor (Figura 5.5). O processo de inserção é mostrado na Figura 5.9.

Figura 5.8 – Variáveis para gerar os ids dos componentes do heredograma.

```
private int geradorIdIndividuo; // Gerador de ID's de indivíduo
private int geradorIdLinhas; // Gerador de ID's de linhas
private int geradorIdLegendas; // Gerador de ID's de legendas
```

Figura 5.9 – Método de adição de indivíduos.

```
public Individuo AddIndividuo(int m_Sexo, int m_X, int m_Y, int m_Geracao) {
    Individuo individuo = new Individuo(m_Sexo, m_X, m_Y, m_Geracao, true);
    listaDeIndividuos.add(individuo);
}
```

5.3.2.2 Seleção de componentes.

Quando o usuário clica em algum lugar da tela, é chamado um método, o *LocalizaComponente* da classe Heredograma, que recebe as coordenadas da

posição que o usuário clicou. Este método irá percorrer os vetores de componentes, procurando algum que esteja naquela posição que o usuário clicou. Se existir um componente no ponto em que o usuário clicou, ao final do método, esse componente será armazenado na variável específica (Figura 5.10). Como só é possível selecionar apenas um componente, apenas uma dessas variáveis estará com algum valor no final da execução do método *LocalizaComponente*. O componente selecionado é armazenado numa variável para que seja possível manipulá-lo.

Figura 5.10 – Variáveis para armazenar os componentes selecionados.

```
private Indivíduo individuoSelecioneado = null;
private Indivíduo individuoSelecioneado2 = null;
private Legenda legendaSelecioneada = null;
private LinhaRelacionamento linhaSelecioneada = null;
```

A Figura 5.11 mostra como o processo de localização é feito para localizar uma legenda. Para os demais componentes (indivíduos e linhas) o processo é semelhante.

Figura 5.11 – Algoritmo de localização de componentes do tipo Legenda.

```
for (int a = 0; a < listaDeLegendas.size(); a++) {
    legenda = listaDeLegendas.get(a);

    if ((x >= legenda.getX() && (x <= legenda.getX2())
        && (y >= legenda.getY() && (y <= legenda.getY2()))) {
        legendaSelecioneada = legenda;
        linhaSelecioneada = null;
        individuoSelecioneado = null;
        individuoSelecioneado2 = null;
        return;
    }
}
```

Na interface gráfica a seleção é mostrada da seguinte forma: se for um indivíduo ou um texto que estiver selecionado, aparecem 8 quadradinhos pretos em volta do componente e se for uma linha que estiver selecionada, ela fica da cor azul escuro. Isso é mostrado na Figura 5.12.

Figura 5.12 - indivíduo selecionado, texto selecionado e linha selecionada.



5.3.2.2 Movimentação de componentes

A movimentação de componentes é feita da seguinte forma: quando o usuário clica no componente, arrasta e solta, é disparado um evento do mouse e através desse evento é possível obter as coordenadas da posição onde o usuário soltou o botão do mouse. Depois disso, basta atualizar as variáveis que armazenam a posição dos componentes (ver Figura 5.2) com as coordenadas da posição que o usuário clicou.

No caso do componente arrastado ser um indivíduo, além de atualizar a posição também é preciso atualizar as coordenadas da extremidade da linha que está ligada ao indivíduo para que a linha não fique desconectada. Só é possível movimentar um indivíduo para esquerda ou para a direita pois, como ele faz parte de uma geração, não se pode movê-lo para cima ou para baixo.

No caso do componente arrastado ser uma linha, também é preciso atualizar as coordenadas das outras linhas que estão ligadas a alguma das extremidades da linha arrastada. Só é possível arrastar a linha que liga a linha do casal à linha dos filhos e também só pode ser arrastada para a direita ou para a esquerda.

No caso do componente arrastado ser um texto, basta apenas atualizar a sua posição para a posição escolhida pelo usuário. Um texto pode ser arrastado para qualquer posição (para a esquerda, para a direita, para cima e para baixo).

A codificação da movimentação de componentes é mostrada na Figura 5.13.

Figura 5.13 – Bloco de código responsável por movimentar os componentes.

```
public void mouseReleased(MouseEvent e) {
    if (indivíduoSelecionado != null) {
        if (canMoverIndivíduo) {
            indivíduoSelecionado.setX(e.getX() - SIZE/2);
            repaint();
        } else
            canMoverIndivíduo = true;
    } else if ((linhaSelecionada != null)
        && (linhaSelecionada.getTipo() == LINHA_VERTICAL_FILHOS)) {
        listaDeLinhas.get(linhaSelecionada.getIdLinha1() - 1).setX2(e.getX());
        linhaSelecionada.setX2(e.getX());
        repaint();
    } else if (legendaSelecionada != null) {
        legendaSelecionada.setX(e.getX());
        legendaSelecionada.setY(e.getY());
        repaint();
    }
}
```

5.3.2.3 Exclusão de componentes

No processo de exclusão, existe um método para exclusão de cada componente. Para excluir um componente do tipo indivíduo é necessário remover as referências de todas as linhas que o referenciam. Para isso, as variáveis *IdIndividuo1* e *IdIndividuo2* dessas linhas recebem o valor -1, quando referenciam o indivíduo excluído e logo após, o indivíduo é removido do vetor de indivíduos.

Para excluir uma linha é necessário remover as referências de todas as outras linhas que a referenciam. Para isso, as variáveis *IdLinha1* e *IdLinha2* dessas linhas recebem o valor -1, quando referenciam a linha excluída e logo após, a linha é removida do vetor de linhas.

Para excluir um componente do tipo gêmeo, é necessário remover os dois indivíduos e as duas linhas que o compõem e logo após, o componente é excluído do vetor de gêmeos.

Para excluir um componente do tipo legenda, basta apenas excluí-lo do vetor de legendas pois ele não faz referência alguma a outros componentes.

A codificação do processo de exclusão é mostrada na Figura 5.14.

Figura 5.14 – Método de exclusão de componentes.

```
public void ExcluiComponente() {
    if (individuoSelecioneado != null) {
        Gemeos gemeo = GetGemeo(individuoSelecioneado.getId());
        if (gemeo != null)
            ExcluiGemeos(gemeo);
        else
            ExcluiIndividuo(individuoSelecioneado);
        individuoSelecioneado = null;
    } else if (linhaSelecioneada != null) {
        ExcluiLinhaRelacionamento(linhaSelecioneada);
        linhaSelecioneada = null;
    } else if (legendaSelecioneada != null) {
        listaDeLegendas.remove(legendaSelecioneada);
        legendaSelecioneada = null;
    }
    repaint();
}
```


5.3.2.4 Desenho dos componentes

O método responsável por fazer o desenho dos componentes é o *paintComponent*. Toda vez que qualquer alteração (inclusão, exclusão e modificação de itens) for feita em pelo menos um item das estruturas de dados da Figura 5.5, o método *paintComponent* é acionado para que todo o heredograma seja redesenhado.

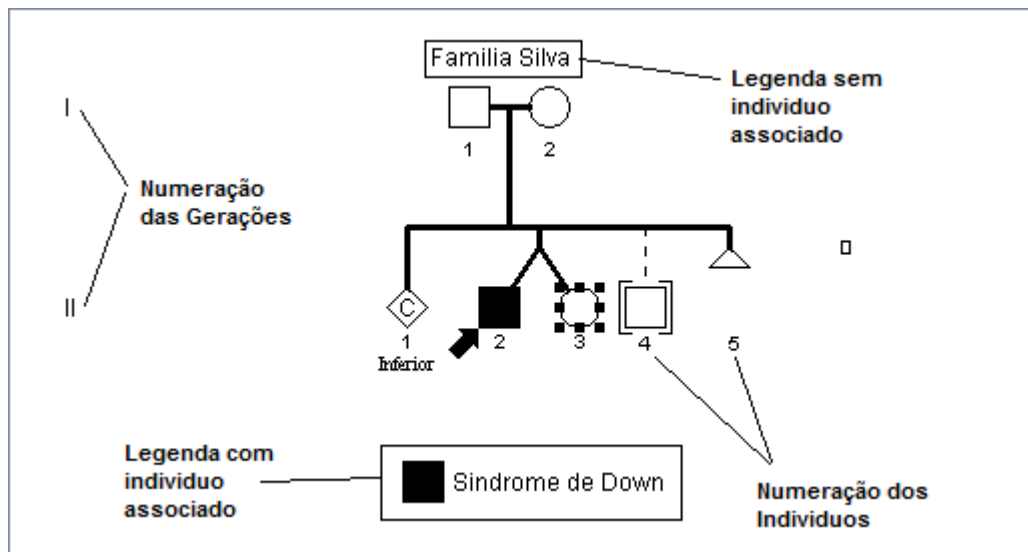
Quando o método *paintComponent* é executado, ele faz uma iteração em cada vetor da Figura 5.5 para que todos os itens sejam desenhados. O componente *Graphics* é passado para o método *draw* da classe do componente. Este processo é mostrado na Figura 5.15.

Além de desenhar os componentes, no método *paintComponent*, também é desenhado a numeração em algarismo romano que indica as gerações (Figura 5.16), os quadradinhos que ficam ao redor do componente selecionado (Figura 5.16, individuo 3 da geração II), a seta que aponta para o indivíduo principal do heredograma (Figura 5.16, individuo 2 da geração II) e a numeração dos indivíduos do heredograma (Figura 5.16).

Figura 5.15 – Parte do código que desenha todos os componentes.

```
public void paintComponent(Graphics g) {
    ...
    for (int a = 0; a < listaDeLinhas.size(); a++)
        listaDeLinhas.get(a).draw(g);
    ...
    for (int a = 0; a < listaDeIndividuos.size(); a++)
        listaDeIndividuos.get(a).draw(g);
    ...
    for (int a = 0; a < listaDeGemeos.size(); a++)
        listaDeGemeos.get(a).draw(g);
    ...
    for (int a = 0; a < listaDeLegendas.size(); a++)
        listaDeLegendas.get(a).draw(g);
    ...
}
```


Figura 5.16 – Heredograma exemplo.



No desenho dos indivíduos, primeiro desenha-se o símbolo que indica o sexo (quadrado para o masculino, círculo para o feminino, losango para sexo indefinido e triângulo para aborto, como mostra a Figura 5.16). Logo após são feitos os desenhos correspondentes aos demais atributos do indivíduo. O indivíduo 4 da geração II na Figura 5.16, por exemplo, possui o desenho de quem tem o atributo de adotado. Por fim, são desenhados os textos centrais e inferior do indivíduo, como mostra o indivíduo 1 da geração II na Figura 5.16.

A textura (preenchimento) de cada indivíduo é definida de acordo com as características estudadas que o mesmo possui. Essas características são definidas através dos campos booleanos *PossuiCaracteristica1*, *PossuiCaracteristica2*, *PossuiCaracteristica3*, *PossuiCaracteristica4*. Se o indivíduo possui apenas uma característica estudada, o preenchimento é um só (indivíduo 2 da geração II na Figura 5.16). Se possuir mais de uma característica estudada, a área interna do indivíduo é dividida igualmente pelo número de características e cada subárea terá uma textura diferente, ou seja, cada textura indicará uma característica diferente, como mostra a Figura 5.17. Para o usuário definir qual característica representa uma determinada textura, basta ele adicionar uma legenda com o desenho daquele indivíduo.

O máximo de características estudadas que podem existir no heredograma são quatro pois, se tivesse mais que isso e supondo que um indivíduo tivesse todas as características estudadas, o desenho desse indivíduo iria ficar muito complexo.

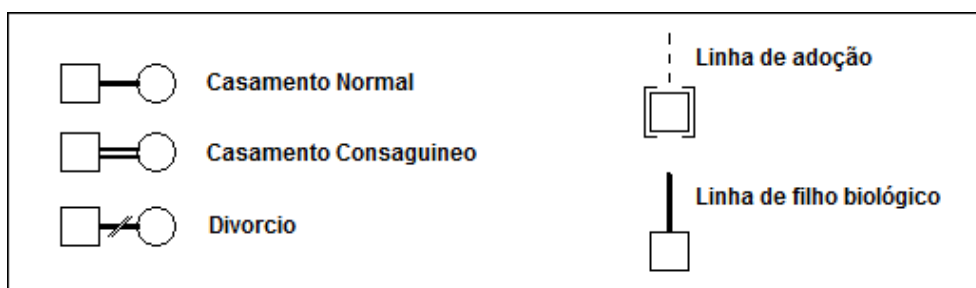
Figura 5.17 – Demonstração do preenchimento dos indivíduos.



O desenho das linhas é feito de acordo com seu tipo de ligação. Se for uma ligação indivíduo-indivíduo (linha que liga os indivíduos da geração I da Figura 5.16), o ponto inicial da linha é o ponto central do indivíduo 1 e o ponto final da linha é o ponto central do indivíduo 2. Se for uma ligação linha-linha (linha vertical entre os indivíduos da geração 1 da Figura 5.16), o ponto inicial da linha é o ponto final da linha 1 e o ponto final é o ponto inicial da linha 2. Se for uma ligação indivíduo-linha o ponto inicial da linha é o ponto central do indivíduo 1 e o ponto final da linha é o ponto inicial da linha 1. Se for uma ligação linha-indivíduo (linha do indivíduo 1 da geração II da Figura 5.16), o ponto inicial é o ponto final da linha 1 e o ponto final é o ponto central do indivíduo. Se for uma ligação do tipo linha, o ponto inicial é o ponto final da linha 1 e o ponto final vai ser as próprias coordenadas do ponto 2 da linha. Se for uma ligação do tipo indivíduo, o ponto inicial é o ponto central do indivíduo e o ponto final são as coordenadas do ponto 2 da própria linha.

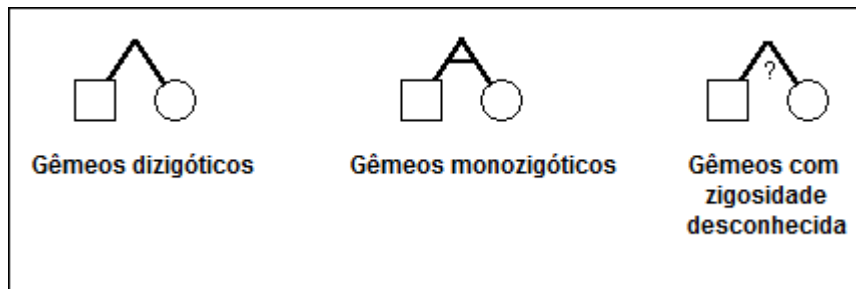
Para fazer a linha pontilhada (linha do indivíduo 4 da geração II da Figura 5.16) foi preciso definir um *stroke*. Um *stroke* é uma classe que define como será feito o desenho da linha (pontilhada, tracejada, etc). Algumas linhas são mostradas na Figura 5.18:

Figura 5.18 – Tipos de linha.



O desenho dos indivíduos e das linhas que formam os gêmeos é feito por suas próprias classes. A classe Gêmeo apenas faz o desenho da zigosidade dos gêmeos. Os tipos de zigosidade são mostrados na Figura 5.19.

Figura 5.19 - Tipos de zigosidade dos gêmeos.



O desenho das legendas é feito da seguinte forma: se a legenda tiver um indivíduo associado a ela (ver Figura 5.16) primeiro é feito o desenho do indivíduo e do lado é desenhado o texto utilizando o método *drawString* da classe *Graphics* (nativa do java). Se for uma legenda sem indivíduo associado (ver Figura 5.16), só o texto é desenhado.

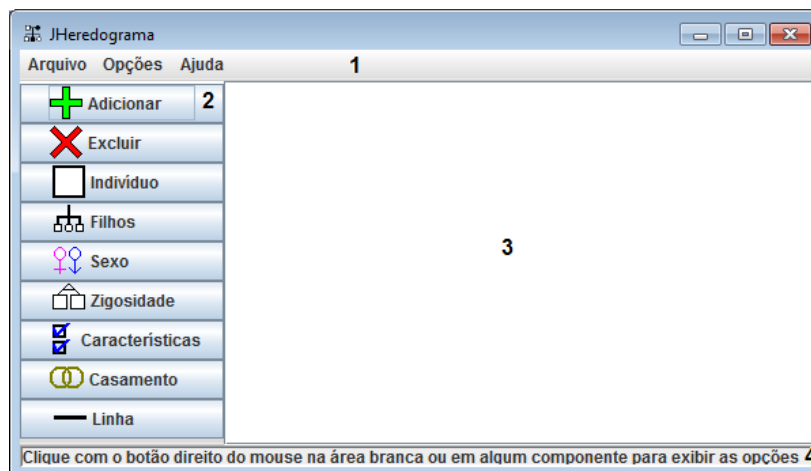
5.3.3 Interface Gráfica

A classe responsável pela interface gráfica é a classe *FramePrincipal* (Figura 5.20).

Figura 5.20 - Classe *FramePrincipal*.

```
public class FramePrincipal extends JFrame {
```

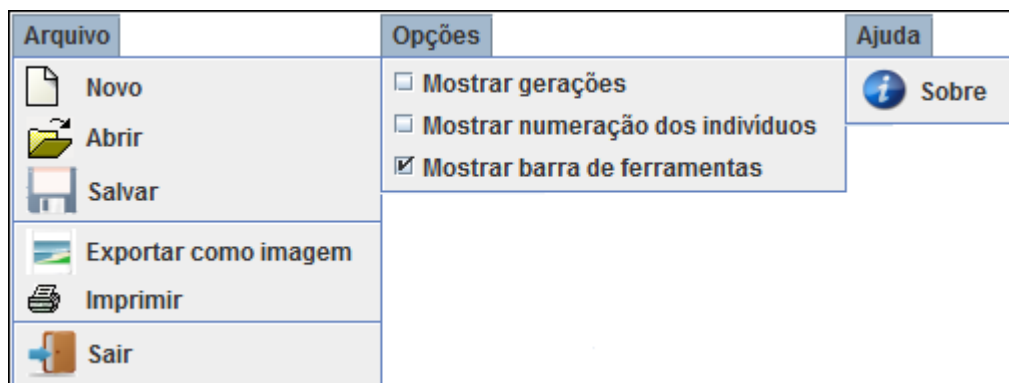
Figura 5.21 – Tela inicial da aplicação.



A interface gráfica do *JHeredograma* pode ser visualizada na Figura 5.21. Na parte superior (1) está o menu principal da aplicação. Na lateral esquerda (2) está a barra de ferramentas da aplicação. A área branca (3) é onde ficará o desenho do

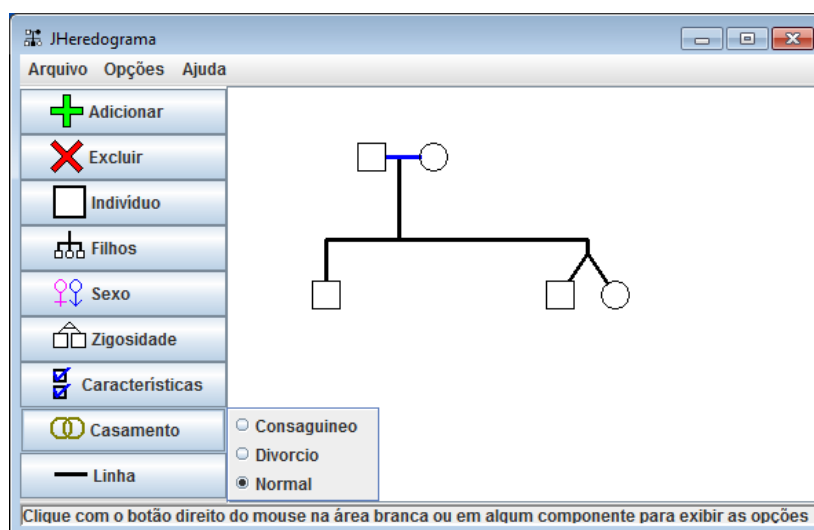
heredograma. Na parte inferior (4) está uma barra de instruções. As opções do menu principal da aplicação são mostrados na Figura 5.22.

Figura 5.22 – Menus da aplicação.



Do lado esquerdo encontra-se a barra de ferramentas da aplicação (2). Essa barra de ferramenta possui botões que ao serem clicados exibem um menu com as opções do que se pode fazer com o componente selecionado (com exceção do botão adicionar que exibe as opções para adicionar individuo e adicionar texto). Na Figura 5.23 por exemplo, uma linha de casamento estando selecionada, ao clicar no botão “Casamento” aparece o menu com as opções para alterar o tipo de casamento.

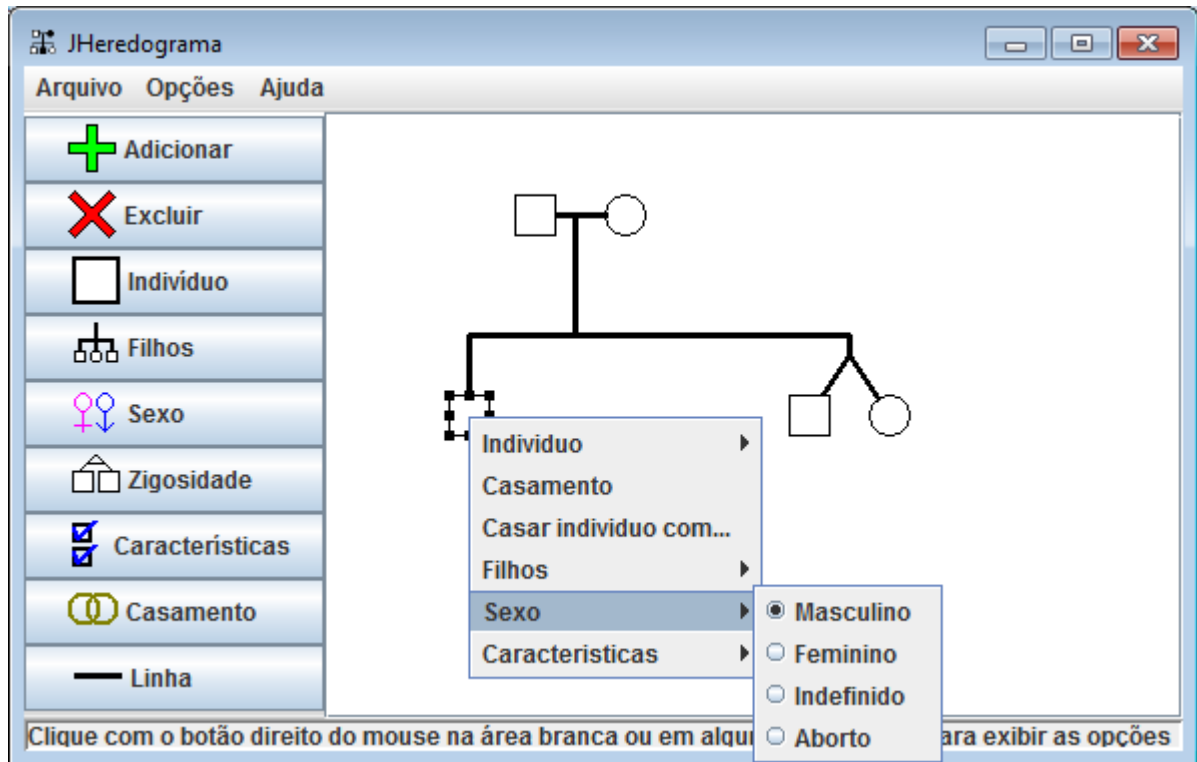
Figura 5.23 – Exemplo de interação utilizando a barra lateral.



Nessa aplicação, além de utilizar a barra de ferramentas para construir o heredograma, também é possível a interação através dos menus pop-up. Dessa

forma, quando o usuário clica com o botão direito do mouse em cima de um componente, aparece um menu *pop-up* com as opções do que pode ser feito com o componente selecionado. Na Figura 5.24 por exemplo, o usuário clicou com o botão direito do mouse em cima de um indivíduo e apareceu um menu *pop-up* com as opções do que se pode fazer com o indivíduo selecionado.

Figura 5.24 – Exemplo de interação através dos menus *pop-up*.



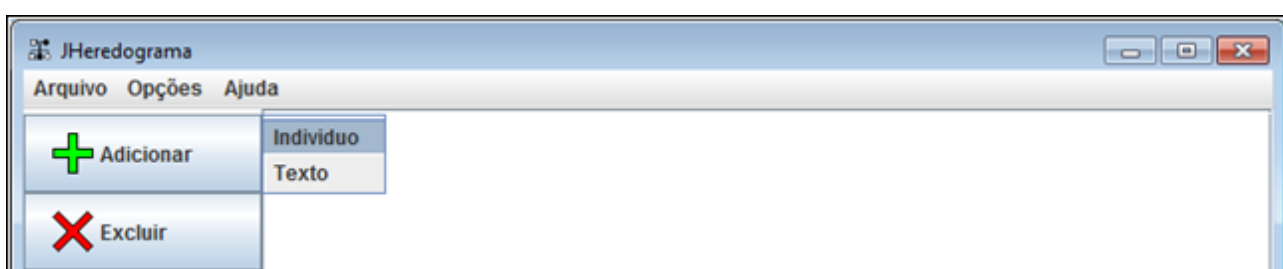
A barra de instruções será utilizada para ajudar o usuário durante a utilização da aplicação. Essa barra será utilizada principalmente nos casos em que será preciso executar uma operação com dois indivíduos já existentes. Quando o usuário deseja casar um indivíduo com outro já existente por exemplo, ele deve clicar em cima do primeiro indivíduo e escolher a opção "Casar indivíduo com...". Nesse momento, aparecerá na barra inferior, uma instrução dizendo para o usuário clicar em cima do segundo indivíduo, e assim uma linha de casamento será criada entre esses dois indivíduos.

5.3.4 Construção de exemplo prático.

O objetivo dessa seção é mostrar as funcionalidades da ferramenta através da construção passo a passo do heredograma exemplo da Figura 5.16. Todos os passos serão ilustrados por figuras.

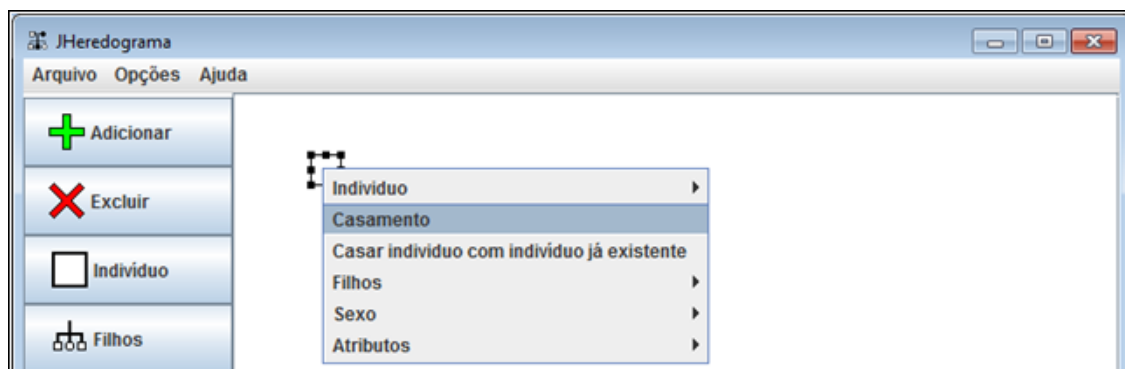
Para iniciar, primeiro deve-se adicionar um indivíduo clicando no botão *Adicionar > Indivíduo* ou clicando com o botão direito do mouse na área branca.

Figura 5.25 – Adicionando o primeiro indivíduo.



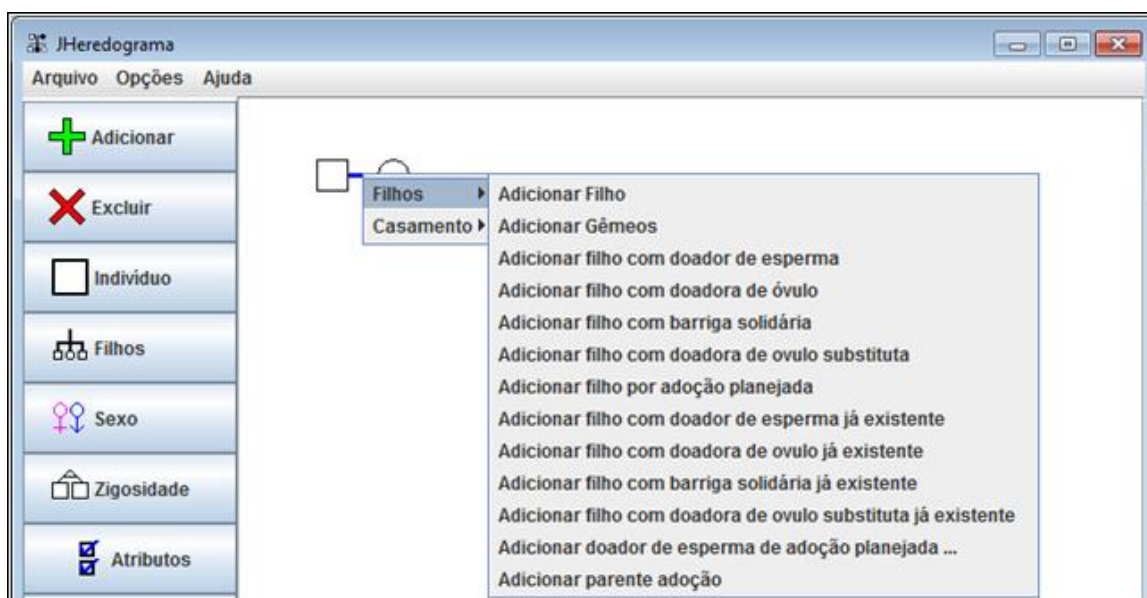
Logo após, para casar esse indivíduo, basta clicar com o botão direito do mouse em cima do indivíduo e clicar no menu de Casamento ou selecionar o indivíduo e clicar no botão *Indivíduo > Casamento*. Se o usuário quiser mudar o tipo de casamento, deve-se clicar com o botão direito na linha entre o casal e escolher a opção desejada ou selecionar essa linha e clicar no botão casamento da barra lateral, conforme mostra a Figura 5.23.

Figura 5.26 – Casando o indivíduo.



Para adicionar filhos ao casal, deve-se clicar com o botão direito do mouse na linha entre o casal e escolher a opção “Adicionar Filho” para adicionar filho biológico ou “Adicionar Gêmeos” para adicionar filhos gêmeos. Outra forma de adicionar filhos é selecionando a linha entre o casal e clicar no botão “Filhos”.

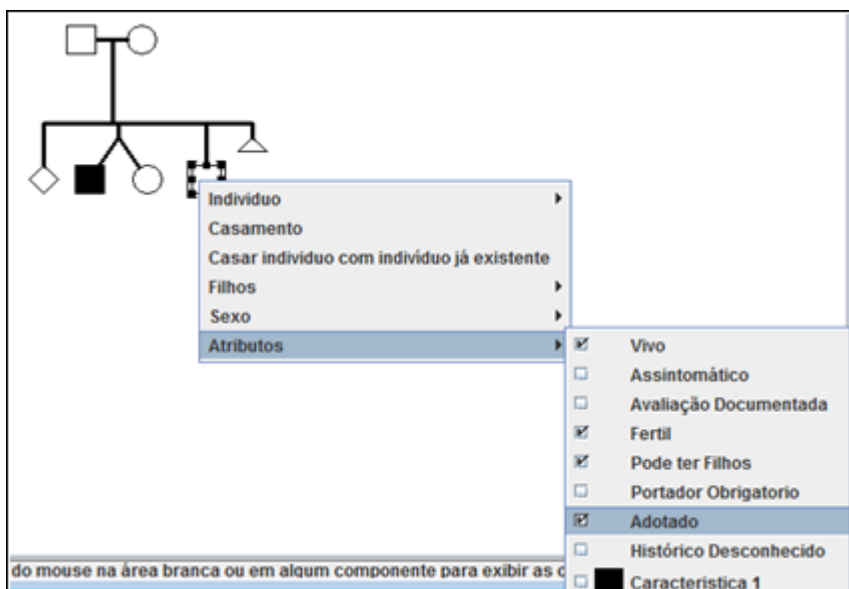
Figura 5.27 – Adicionando filhos ao casal.



Após adicionar os filhos ao casal, para definir o sexo de cada um basta selecionar o indivíduo e clicar no botão “Sexo” da barra lateral ou clicar com o botão direito em cima do indivíduo, ir até a opção “Sexo” e escolher a opção desejada, conforme mostra a Figura 5.24.

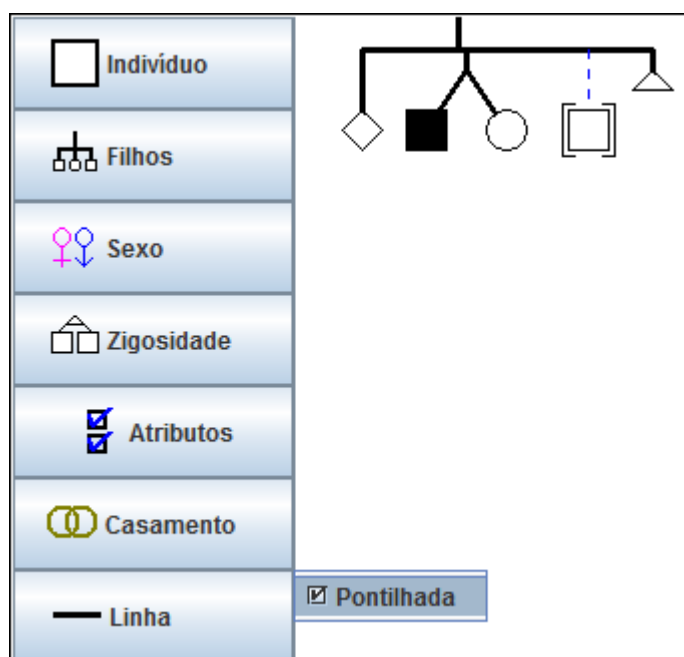
Para modificar os atributos do indivíduo, basta selecionar o indivíduo e clicar no botão atributos ou clicar com o botão direito do mouse no indivíduo e, no submenu “Atributos”, marcar o atributo desejado. Por exemplo, para atribuir adoção ao indivíduo basta marcar a opção “Adotado”.

Figura 5.28 – Modificando os atributos de um indivíduo.



Para deixar uma linha pontilhada basta selecionar a linha, clicar no botão “Linha” e marcar a opção pontilhada.

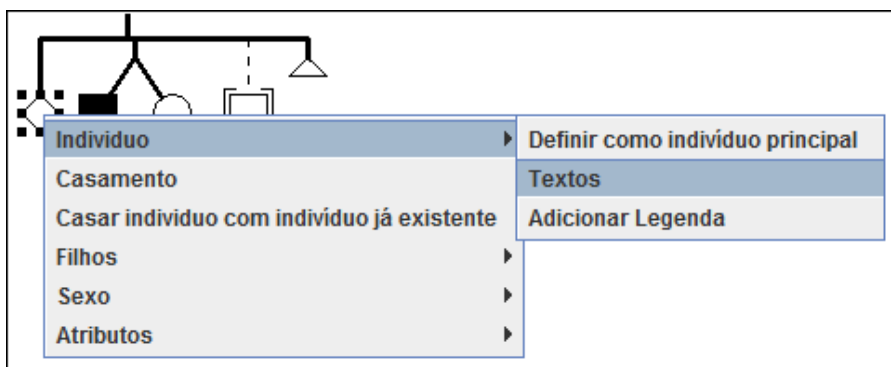
Figura 5.29 – Colocando uma linha para ficar pontilhada.



Para modificar os textos central e inferior de um indivíduo, basta clicar com o botão direito do mouse no indivíduo e ir à opção *Indivíduo > Textos* ou selecionar o

indivíduo e clicar no botão *Indivíduo > Textos*. Logo após será exibida uma janela para inserir os textos central e inferior do indivíduo.

Figura 5.30 – Modificando os textos central e inferior do indivíduo.



Para adicionar uma legenda com o desenho de algum indivíduo, basta clicar com o botão direito do mouse no indivíduo e ir até a *Indivíduo > Adicionar Legenda* (ver Figura 5.30). Isso também pode ser feito selecionando-se o indivíduo e clicando no botão *Indivíduo > Adicionar Legenda*.

Para adicionar uma legenda comum (sem indivíduo associado), basta clicar com o botão direito do mouse em alguma área branca e escolher a opção *Adicionar > Texto* clicando no botão *Adicionar* da barra lateral (ver Figura 5.25).

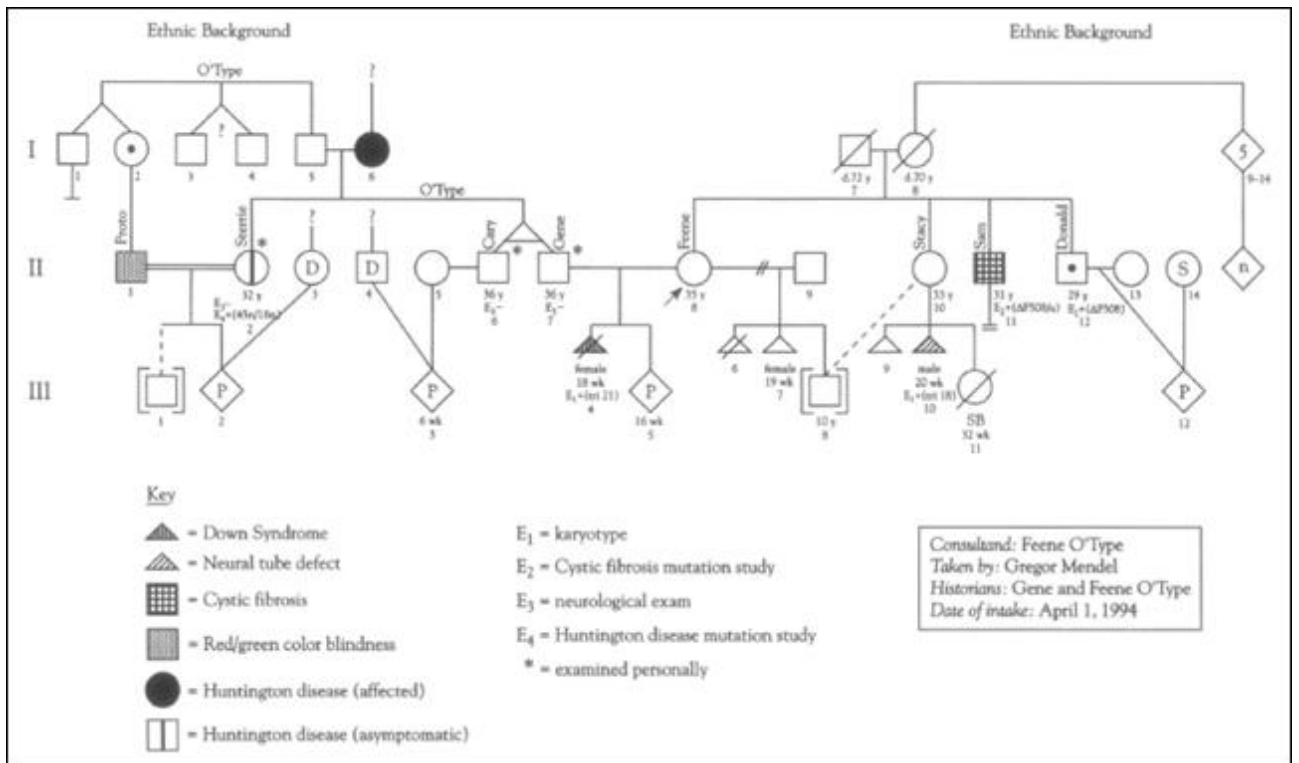
Para definir o indivíduo principal do heredograma, basta clicar com o botão direito no indivíduo e clicar na opção *Indivíduo > Definir como indivíduo principal* ou então deve-se selecionar o indivíduo e clicar no botão *Indivíduo > Definir como indivíduo principal* (ver Figura 5.30).

Por fim, para mostrar as gerações e a numeração dos indivíduos, basta marcar essas opções no menu “Opções” da barra de menu principal da aplicação (ver Figura 5.22).

5.4 Testes

Após ser desenvolvido, todo software deve ser testado. Sendo assim, após o desenvolvimento da aplicação, foi feito um teste construindo-se o heredograma que se encontra no mesmo artigo que descreve o padrão PSTF (BENNETT et al, 1995). Esse heredograma pode ser visualizado na figura a seguir:

Figura 5.31 – Heredograma utilizado no teste da aplicação (BENNETT et al, 1995, p. 752).



Para tornar possível a mensuração do teste foram contados todos os componentes do heredograma acima, totalizando: 36 indivíduos, 33 relacionamentos (relações de casamento e parentesco), 3 pares de gêmeos, 25 legendas (19 textos soltos e 6 textos com desenhos de indivíduos). Somando esses números obteve-se um total de 97 componentes.

Para medir esse teste através de porcentagem, considerou-se se que os componentes acima representam 97% do desenho. A numeração das gerações representa 1% do desenho, a numeração dos indivíduos representa outro 1% do desenho e a seta que indica o indivíduo principal do heredograma também representa outro 1% do desenho do heredograma. Assim, totalizam-se os 100%.

O teste foi feito da seguinte forma: para os indivíduos, contabilizaram-se apenas aqueles nos quais a ferramenta conseguiu fazer seu desenho por completo. O mesmo vale para os demais componentes.

No primeiro teste, não foi possível desenhar por completo os indivíduos que tem mais de uma linha em seu texto inferior, pois inicialmente a aplicação só permitia incluir uma linha no texto inferior do indivíduo. Também não foi possível desenhar o indivíduo 11 da geração II pois a aplicação permite no máximo, o estudo de quatro características e este indivíduo possui uma quinta característica. Foi

possível desenhar completamente 27 indivíduos.

Ainda no primeiro teste, não foi possível desenhar as linhas de parentesco que liga o indivíduo 9 da geração I e o indivíduo 10 da geração 2 aos seus respectivos filhos pois a ferramenta só permitia adicionar filhos a casais. Foi possível desenhar 29 linhas de relacionamento.

Por fim, no primeiro teste também não foi possível criar as legendas que tem ao lado o desenho de um indivíduo.

Em resumo, no primeiro teste foi possível desenhar 27 indivíduos, 29 linhas de relacionamento, 19 legendas e 3 pares de gêmeos, totalizando-se 78 componentes desenhados (o que corresponde a 78% do heredograma). Somando-se os 3% que corresponde a numeração dos indivíduos, a numeração das gerações e a seta que indica o indivíduo principal, a ferramenta conseguiu desenhar 81% do heredograma da figura.

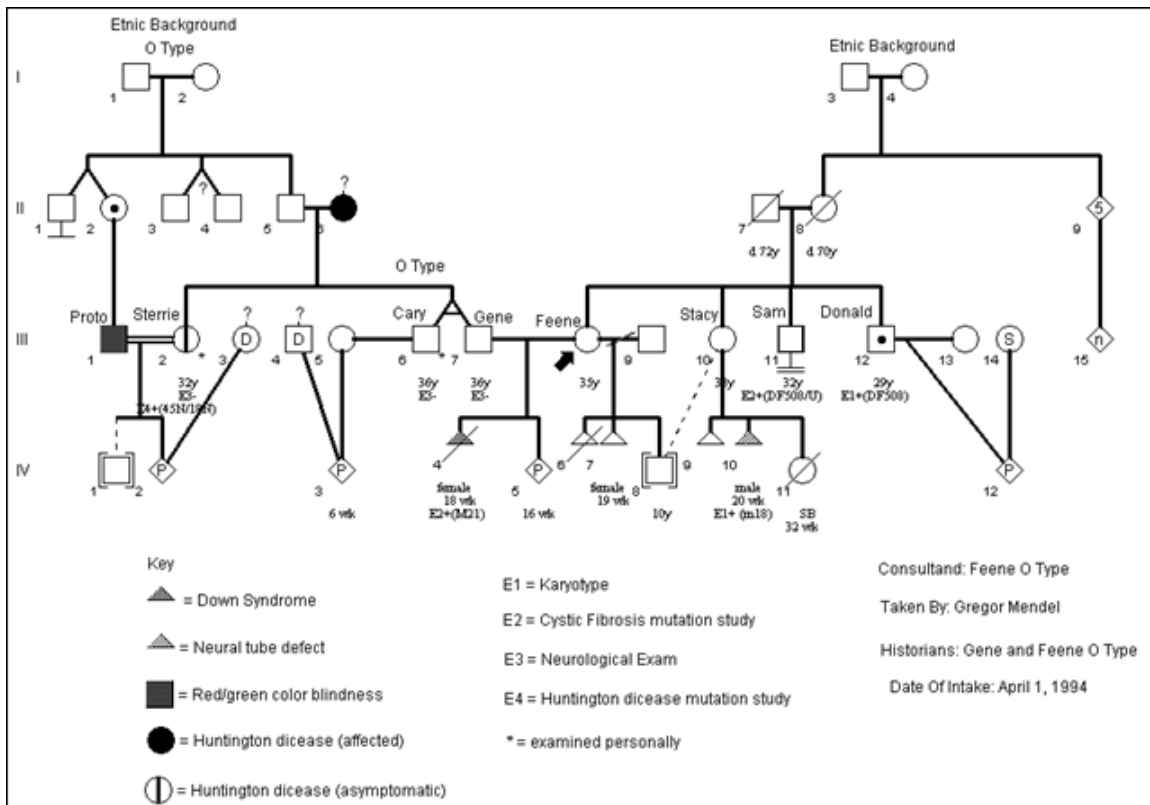
Para que fosse possível obter uma porcentagem mais próxima dos 100% as seguintes alterações na ferramenta foram feitas:

- Além de adicionar filhos para um casal, teria que ser possível adicionar filhos para um indivíduo como é o caso do indivíduo de número 10 da geração II (Figura 5.31).
- Poder adicionar uma legenda com o desenho de algum indivíduo.
- Poder incluir mais de uma linha no texto que fica embaixo do indivíduo.

Após a implementação dessas alterações, foi feito um segundo teste com a ferramenta.

No segundo teste foi possível desenhar 35 indivíduos, 33 linhas de relacionamento, 3 pares de gêmeos e 24 legendas, totalizando 95 componentes (o que corresponde a 95% do heredograma). Somando-se os 3% que corresponde a numeração dos indivíduos, a numeração das gerações e a seta que indica o indivíduo principal, a ferramenta conseguiu desenhar 98% do heredograma da Figura 5.31. O resultado do segundo teste pode ser visualizado na Figura 5.32.

Figura 5.32 - Heredograma da figura 5.31 desenhado na aplicação.



6 ANÁLISE DA FERRAMENTA IMPLEMENTADA

6.1 Comparação com as outras ferramentas

O *JHeredograma* é um ferramenta para construção de heredogramas. Surgiu da necessidade de se ter uma ferramenta freeware, multiplataforma, com uma interação gráfica direta com o usuário e que abrangesse um número maior de recursos do padrão PSTF.

A interação com o heredograma é feita pelo menu *pop-up* ou pela barra de ferramentas lateral. Nesse software também é possível abrir, salvar, imprimir e exportar para arquivo de imagem o heredograma desenhado.

Com essa ferramenta não é necessário que o usuário preencha um arquivo de texto estruturado para a construção do heredograma já que o usuário pode construí-lo interagindo diretamente com os seus componentes.

A tabela 6.1 mostra a abrangência dos recursos da ferramenta desenvolvida, em comparação com as demais ferramentas analisadas no capítulo 3.

Tabela 6.1 – Abrangência do PSTF da ferramenta desenvolvida em comparação com as demais.

Recursos do PSTF	PedWiz	Pedidraw	Pelican	JHeredograma
Representar indivíduos de todos os sexos	1	1	1	1
Representar abortos	0	0	0	1
*Número de características para estudo	0	1	1	4
Representar indivíduos falecidos	0	1	1	1
Inserir textos no centro e na parte inferior do indivíduo	0	0	0	1
Definir o indivíduo Principal do heredograma	0	1	1	1
Representar Casamento Normal	1	1	1	1
Representar Casamento Consanguíneo	0	1	0	1
Representar Divórcio	0	0	0	1
Representar Gêmeos	0	1	0	1
Representar Relações de Parentesco	1	1	1	1
Representar tipos de zigossidade dos gêmeos	0	0	0	1
Representar indivíduos com histórico familiar desconhecido	0	0	0	1
Representar indivíduos com infertilidade	0	0	0	1

Recursos do PSTF	PedWiz	Pedidraw	Pelican	JHeredograma
Representar indivíduos que não podem ter filhos	0	0	0	1
Representar indivíduos adotados	0	0	0	1
*Número de cenários de reprodução	0	0	0	5
Representar indivíduos que tem avaliação documentada	0	0	0	1
Representar indivíduos que são portadores obrigatórios	0	0	1	1
Representar indivíduos assintomáticos	0	0	0	1
Mostrar numeração dos indivíduos	1	1	1	1
Mostrar numeração das gerações	0	1	0	1
Total De Requisitos Abrangidos	4	10	8	<u>29</u>

De acordo com as métricas definidas no capítulo 3, na tabela 6.2 é exibido um comparativo da ferramenta desenvolvida com as demais ferramentas:

Tabela 6.2 – Comparativo da ferramenta desenvolvida com as demais ferramentas.

	Freeware e multiplataforma	Interação Gráfica Direta	Abrangência do PSTF
PedHunter	Sim	Não	Não
PedWiz	Sim	Não	Pouca
PediDraw	Sim	Não	Pouca
Pelican	Sim	Sim	Pouca
JHeredograma	Sim	Sim	Grande parte

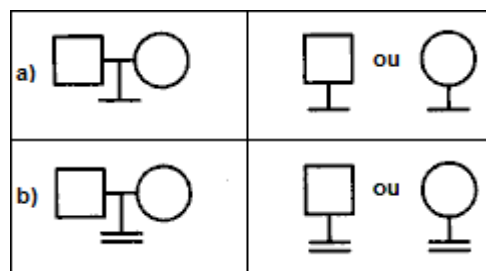
Através da análise da tabela acima, percebe-se que a ferramenta desenvolvida possui como diferencial em relação as outras ferramentas a abrangência de um número maior de recursos do padrão PSTF, apesar dela ainda não abranger cem por cento desses recursos.

É importante lembrar que com essa ferramenta, é possível construir um heredograma seguindo as regras do padrão PSTF. Porém, nela não existem mecanismos para obrigar o usuário a seguir rigorosamente todas as regras do padrão pois esse não é seu objetivo.

6.2. Recursos não abrangidos

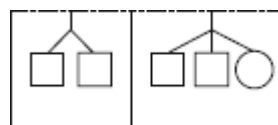
A ferramenta implementada possui quase todos os recursos estabelecidos pelo PSTF. Um recurso que ela não possui é uma das formas de representar um casal que não teve filhos por motivo desconhecido ou por infertilidade. No software implementado só existem as representações da direita da Figura 6.1.

Figura 6.1 – Representação de casais que não tiveram filhos por motivo desconhecido (a) ou por infertilidade (b) (BENNETT et al, 1995, p. 748).



O artigo que descreve o padrão PSTF (BENNETT et al, 1995) possui um atualização do ano de 2008 (BENNETT et al, 2008) aonde aborda a representação de grupo de indivíduos gêmeos com mais de 2 indivíduos (trigêmeos, quadrigêmeos e assim por diante), conforme mostra a Figura 6.2. Esse requisito não foi implementado pois supondo que todos os indivíduos do grupo de gêmeos tivessem casamento, isso iria prejudicar a visualização.

Figura 6.2 –Gêmeos e trigêmeos (BENNETT et al, 2008, p. 424).



7 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Para a identificação do problema de pesquisa foi feita uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e uma análise quantitativa de abrangência dos recursos do padrão PSTF. Juntamente com a definição do problema, também levantou-se uma hipótese.

Logo após a pesquisa bibliográfica, foi feito o levantamento de requisitos com base no artigo que descreve o padrão estabelecido pelo PSTF para a construção de heredogramas (BENNETT et al, 1995). Diante dos requisitos foi criado o projeto de arquitetura do software que consiste no diagrama de classes e no diagrama de banco de dados. Com o projeto de arquitetura pronto, definiu-se que a linguagem de programação a ser utilizada na implementação da ferramenta seria a linguagem Java.

Com a ferramenta implementada é possível a construção do heredograma através de uma interação gráfica e direta com o usuário. Na ferramenta essa interação ocorre de duas formas: através da barra de ferramenta lateral ou através do menu pop-up. Além de ser possível salvar e recarregar o heredograma de um arquivo também é possível imprimir e exportar como imagem. Foi feito um teste construindo-se o heredograma de grande porte que se encontra no artigo que descreve o padrão PSTF (BENNETT et al, 1995) e obteve-se um heredograma que atingiu a meta de 90% de analogia com o heredograma original.

Portanto, através desse trabalho, pode-se validar a hipótese levantada provando que é possível a construção de uma ferramenta de software freeware, multiplataforma, com uma interação gráfica direta com o usuário e que atenda um grande número dos requisitos estabelecidos pelo PSTF.

Além da validação da hipótese, com este trabalho foi possível perceber como a ciência trabalha para melhorar a vida das pessoas. Neste caso a ferramenta criada poderá servir para auxiliar o trabalho de geneticistas, médicos e qualquer outro profissional que necessite trabalhar com heredogramas.

Apesar de a ferramenta implementada possuir muitas funcionalidades, algumas melhorias ainda poderão ser feitas em trabalhos futuros:

- Poder adicionar grupos de trigêmeos, quadrigêmeos, etc;
- Poder adicionar mais de quatro características estudadas;

- Implantar abas onde cada aba será um heredograma diferente, para que seja possível construir mais de um heredograma por vez;
- Poder extrair uma família para através dela poder começar a montagem de outro heredograma;
- Melhorar a interface;
- Poder formatar o texto das legendas (alterar o tamanho, cor, estilo, etc).

REFERÊNCIAS

YANG, L.; CHENG, E.; ÖZSOYOGLU, Z. M. **Efficient path-based computations on pedigree graphs with compact encodings**, *BMC Bioinformatics*, Chicago, IL, USA, 2012. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22536898> > Acesso em: 28 out. 2013.

BENNETT, R. L. et al. **Recommendations for Standardized Human Pedigree Nomenclature**. *Am. J. Hum. Genet.*, 1995. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7887430> > Acesso em: 28 out. 2013.

BEIGUELMAN, B. **A Interpretação Genética da Variabilidade Humana**. Ribeirão Preto, SP: Editora SBG (Sociedade Brasileira de Genética), 2008. 152 p. Pagina 71. Disponível em: < www.sbg.org.br/ebook/Novo/interp_genet_variabilidade_humana.pdf > Acesso em: 04 nov. 2013.

LEE, W. J. et al. **PedHunter 2.0 and its usage to characterize the founder structure of the Old Order Amish of Lancaster County**. *BMC Medical Genetics*, 2010. Disponível em: < <http://www.biomedcentral.com/1471-2350/11/68> > Acesso em: 11 nov. 2013.

SONG, Y. E.; ELSTON, R. C. **PedWiz: a web-based tool for pedigree informatics**. *Frontiers In Genetics*, Cleveland, OH, USA, 2013. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24093024> > Acesso em: 11 nov. 2013.

DUDBRIDGE, F.; CARVER, T.; WILLIAMS, G. W.; **Pelican: Pedigree Editor for Linkage Computer Analysis**. *Bioinformatics Advance Access*. Cambridge, UK, 2004. Disponível em: < <http://bioinformatics.oxfordjournals.org/content/early/2004/04/01/bioinformatics.bth231.full.pdf> > Acesso em: 18 nov. 2013.

MIN, H.; Li, W. **PediDraw: A web-based tool for drawing a pedigree in genetic counseling**. *BMC Medical Genetics*, Beijing, China, 2007. Disponível em: < <http://www.biomedcentral.com/1471-2350/8/31> > Acesso em: 25 nov. 2013.

GUIMARÃES , P. O.; OTTO, P. A.; FROTA-PESSOA, P. **Genética Humana e Clínica**. São Paulo: Roca, 1998. 333 p. Páginas 105 e 106.

Lilian Ferreira. **Software livre, freeware, shareware, copyleft: entenda as licenças de software**. Disponível em: <
<http://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2007/12/20/ult4213u266.jhtm> > Acesso em: 16 dez. 2013.

Dicionário Michaelis Online. Disponível em: <
<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=multiplataforma> > Acesso em: 16/12/2013.

Dicionário Michaelis Online. Disponível em: <
<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=software> > Acesso em: 22 jan 2014.

Pedigree Drawing Programs. Disponível em: <
<http://www.soph.uab.edu/ssg/linkage/pedigreedrawing> > Acesso em 01 nov. 2013.

BENNETT, R. L. et al. **Standardized Human Pedigree Nomenclature: Update and Assessment of the Recommendations of the National Society of Genetic Counselors**. *J Genet Counsel*, 2008. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18792771> > Acesso em: 28 out. 2013.