

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**

LUIZ FELIPE ANTUNES BATISTA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
DOENÇAS BIÓTICAS E ABIÓTICAS DO EUCALIPTO**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2015**

LUIZ FELIPE ANTUNES BATISTA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
DOENÇAS BIÓTICAS E ABIÓTICAS DO EUCALIPTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São
João Evangelista como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Orientador: Ma. Karina Dutra de Carvalho
Lemos
Coorientador: Dr. Aderlan Gomes da Silva

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2015**

LUIZ FELIPE ANTUNES BATISTA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
DOENÇAS BIÓTICAS E ABIÓTICAS DO EUCALIPTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São
João Evangelista como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Sistemas de
Informação.

Aprovada em:/...../.....

BANCA EXAMINADORA

Orientador Prof. Ma. Karina Dutra de Carvalho Lemos

Instituição: IFMG – Campus São João Evangelista

Coorientador Dr. Aderlan Gomes da Silva

Instituição: IFMG – Campus São João Evangelista

Convidado Prof. Esp. Ítalo Magno Pereira

Instituição: IFMG – Campus São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria traçado o meu caminho e feito a minha escolha por sistemas de informação. Sem ele não chegaria onde cheguei.

Agradeço a esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

Aos meus pais, que lutaram para que este sonho tornasse realidade.

A todos os professores e em especial a minha orientadora Karina Dutra e meu coorientador Aderlan Gomes, por exigirem de mim muito mais do que eu supunha ser capaz de fazer. Agradeço por transmitirem seus conhecimentos e por fazerem da minha monografia uma experiência positiva e por terem confiado em mim, sempre estando ali me orientando e dedicando uma parcela do tempo a mim.

Aos meus amigos, pelas orações e pensamentos positivos para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta construção.

"Há homens que lutam um dia e são bons.
Há outros que lutam um ano e são melhores.
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.
Porém, há os que lutam toda a vida.
Esses são os imprescindíveis."
(Bertold Brecht)

RESUMO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, o contexto global de florestas ocupam cerca de 4 bilhões de hectares, compreendendo cerca de 30% da superfície terrestre. A predominância do cultivo de eucalipto está localizada principalmente no sul global e representa a maioria das plantações industriais de árvores em todo o mundo. Essa cultura também é muito difundida no Brasil, recebendo muitos investimentos e consequentemente necessitando cada vez mais de tecnologias e pesquisas para eliminar possíveis danos. De acordo com dados da Indústria Brasileira de Árvores (IBA, 2014), essa cultura sofre muitos prejuízos relacionados com doenças, e para identificar e minimizar os danos, o setor tem investido cada vez mais em tecnologias para controlar esses imprevistos, evitando assim muitos prejuízos sobre a cultura e perdas para produtores e grandes empresas do ramo florestal. Diante do exposto, foi desenvolvido uma ferramenta para identificação de doenças bióticas e abióticas da eucaliptocultura, oferecendo agilidade, eficiência e rapidez no processo de identificação e diagnóstico das doenças, bem como informações que possam fundamentar a tomada de decisão no combate ou diminuição dos efeitos das doenças. O *software* foi desenvolvido usando o ambiente de programação *netbeans*, e a linguagem de programação Java. O *software* possibilita o diagnóstico dividido em três partes do eucalipto; folhas, tronco e raiz, que visa facilitar o processo de identificação das doenças por partes da cultura (órgãos da planta). Cada modulo possui várias interrogações de irão definindo uma árvore de decisão até apresentar um resultado, onde apresenta a descrição da doença, as formas de controle, danos, imagem da mesma, local que ocorre e as referências sobre os textos informados. O sistema oferece o diagnóstico de trinta e duas doenças e nove distúrbios, sendo, aliado não só na prevenção e descoberta de doenças, mas também no manejo completo do eucalipto, proporcionando uma maior confiabilidade na produção da cultura. Além de ser útil no campo, o sistema poderá ser utilizado como suporte para um aprendizado eficiente e construtivo no meio educacional, demonstrando assim com seus resultados que os conhecimentos dos especialistas podem ser extraídos, organizados e disponibilizados, de forma simples e intuitiva.

Palavras-chave: *Software*, Diagnóstico de doenças, Eucaliptocultura.

ABSTRACT

According to the Food and Agriculture Organization (FAO 210), the global context of forests cover about 4 billion of hectares, comprising about 30% of the earth's surface. The predominance of eucalyptus cultivation is mainly located in the global south and represent the most industries tree plantations around the world. This culture is also widespread in Brazil, receiving many investments and therefore need more and more technology and research to eliminate possible damage. According to data from the Trees Brazilian Industry (IBA 2014), this culture suffers many losses related with diseases, and to identify and minimize damage, the industry has increasingly invested in technologies to control such contingencies, thus avoiding many losses about the culture and losses for producers and large companies in the forestry industry. Given the above, it developed a tool to identify biotic and abiotic diseases of Eucalyptus, providing agility, efficiency and speed in the process of identification and diagnosis of diseases, as well as information that can support decision making in combat or decrease the effects of diseases. The software was developed using the netbeans programming environment, and the Java programming language. The software allows the diagnosis divided into three eucalyptus parts; leaves, stem and root, which aims to facilitate the process of identifying the disease in parts of the crop (plant organs). Each part has a key questions that follow a decision tree to present a result, which shows the description of the disease, forms of control, damage, image, place it occurs and references informed about the texts. The diagnosis system provides thirty-two diseases and nine disorders, being a combined not only in the prevention and detection of diseases, but also in the complete management of eucalyptus, providing greater reliability in the production culture. Besides being useful in the field, the system can be used as support for effective and constructive learning in the educational environment, thus demonstrating with their results that the knowledge of experts can be extracted, organized and made available in a simple and intuitive way.

Keywords: Software, disease diagnosis, Eucalyptus, identification, Agility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ciclo do processo de desenvolvimento cascata	21
Figura 02 – Diagrama de classes.	28
Figura 03 – Diagrama de caso de uso.....	30
Figura 04 – Modelo de entidade relacionamento.	301
Figura 05 – Tela de apresentação do <i>LyptuSoft</i>	34
Figura 06 – Barra de menu do <i>LyptuSoft</i>	34
Figura 07 – Tela inicial do <i>software LyptuSoft</i>	35
Figura 08 – Exemplo do início do diagnóstico na raiz.	36
Figura 09 – Resultado do diagnóstico na raiz.....	37
Figura 10 – Detalhes de uma doença diagnosticada na Folha.	37
Figura 11 – Detalhe visual de uma doença diagnosticada na Folha.	38
Figura 12 – Banco de dados das doenças cadastradas.....	38

LISTA DE SIGLAS

IFMG-SJE - Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

PIB - Produto Interno Bruto

POMME - Sistema de consulta baseado em computador para a gestão pomar de maçã

IDE - Ambiente de desenvolvimento integrado

POO - Programação Orientada a Objeto

SGBD - Sistema de gerenciamento de banco de dados

SQL - Linguagem de Consulta Estruturada

PDF – Formato Portátil de Documento

HTML - Linguagem de Marcação de Hipertexto

RTF - Formato Rico de Texto

XLS - Formato de arquivo binário do Excel

ODT - Extensão para documentos de texto

CSV - Valores separados por vírgula

XML – Linguagem de marcação extensível

RAM - Memória de acesso randômico

GHz - Gigahertz

UML - Linguagem Unificada de Modelagem

OOSE - Engenharia de *software* orientada a objetos

MER - Modelo de Entidade relacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	CULTURA DO EUCALIPTO	13
2.2	EUCALIPTOCULTURA NO BRASIL	13
2.3	DOENÇAS BIÓTICAS E ABIÓTICAS NA EUCALIPTOCULTURA	15
2.4	CONTROLE DAS DOENÇAS	16
2.5	TECNOLOGIA X AGRICULTURA	17
2.6	ENGENHARIA DE SOFTWARE	18
2.6.1	Processo de desenvolvimento	19
2.6.2	Modelo Cascata	19
2.7	TRABALHOS CORRELATOS	21
3	METODOLOGIA	23
3.1	TECNOLOGIAS UTILIZADAS	23
3.1.1	Java	23
3.1.2	NetBeans	24
3.1.3	MySQL	24
3.1.4	MySQL Workbench	25
3.1.5	Astah Community	25
3.2	MODELAGEM DO SOFTWARE	25
3.2.1	Requisitos funcionais do sistema	26
3.2.2	Requisitos não funcionais do sistema	27
3.2.3	Uml	28
3.2.3.1	Diagramas de classes	29
3.2.3.2	Diagrama de caso de uso	30
3.2.3.3	Modelos e diagrama de entidade e relacionamento	30
3.3	VALIDAÇÃO	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5	CONCLUSÕES	39
6	REFERÊNCIAS	40
	ANEXO A – DECLARAÇÃO ACOMPANHAMENTO	44
	ANEXO B – DECLARAÇÃO DE TESTE	45
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	46

1 INTRODUÇÃO

Atualmente no contexto global as florestas ocupam cerca de 4 bilhões de hectares, compreendendo cerca de 30% da superfície terrestre. Mais da metade da área total florestal está concentrada em cinco países - a Federação Russa 808,8 milhões ha, Brasil 477,7 milhões hectares, Canadá 310,1 milhões ha, Estados Unidos 303,1 milhões ha e China 197,3 milhões ha. As florestas tropicais representam 47% do total, com a maior parte concentrada no Brasil (FAO, 2010).

Localizadas principalmente no sul global e destinados a celulose e lenha, a eucaliptocultura, representam a maioria das plantações industriais de árvores em todo o mundo. Segundo relatório da *The Environmental Justice Organisations, Liabilities and Trade* (EJOLIT, 2012) a cultura do eucalipto ocupava uma área de entre 16 a 19 milhões de hectares em 2010.

De acordo com dados da Indústria Brasileira de Árvores (IBA, 2014) o Brasil em 2013 demandava quantidade de 7,60 milhões de hectares de área plantada, sendo que 72% desse total eram representados pela cultura do eucalipto. O consumo brasileiro do eucalipto para uso industrial é aproximadamente 138.246.903m³ (IBA, 2014).

No Brasil, os investimentos em florestas de eucalipto estão distribuídos em maiores quantidades nos estados da Bahia, Espírito Santo, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, onde Minas Gerais posiciona como líder na ocupação da cultura, representado uma área de aproximadamente 1.404.429ha de plantação de eucalipto. Sendo assim o setor florestal é um destaque nacional, participando com 4% do PIB (Produto Interno Bruto) e 8% das exportações (SBS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2003).

Doenças em eucalipto são, de uma forma geral, causas de danos e perdas para produtores e grandes empresas do ramo florestal. O eucalipto é atacado por vários patógenos, principalmente fungos, desde a fase de viveiro até os plantios adultos. O eucalipto está sujeito ao ataque de diversas doenças, pragas e distúrbios nutricionais e fisiológicos. Muitas vezes os sintomas são semelhantes, sendo necessário consultar um especialista para obtenção de um diagnóstico correto sobre a causa do problema para tomada de possíveis medidas de controle.

Na eucaliptocultura é frequente a presença de doenças que podem ser causadas por fungos ou bactérias. O período de ocorrência das doenças pode ser pertinente ao desenvolvimento em viveiro ou no campo. O que se percebe é que as doenças oriundas dos

fungos têm causado grandes danos à cultura do eucalipto (GRIGOLLETTI Jr. e GALLOTI, 1990).

Para uma melhor identificação e melhor compreensão das doenças que podem ocorrer na eucaliptocultura, o setor florestal tem investido cada vez mais em desenvolvimento de novas tecnologias, que diminuam o custo do controle e que aumentem a sua eficiência em áreas de plantio de eucalipto.

O desenvolvimento desse trabalho é justificado, pois cada vez mais, notam-se as inúmeras doenças, tanto bióticas quanto abióticas, na cultura do eucalipto. Para a diagnose de doenças, o conhecimento pode estar contido e disponível em livros, apostilas, vídeos e em sistemas computacionais, porém estamos na era da agilidade e praticidade, justificando assim o desenvolvimento de uma ferramenta que alie a precisão e praticidade da tecnologia para a disponibilização íntegra e coerente da informação com agilidade, oferecendo assim recursos para tratar de forma eficiente o conhecimento e resolução dos problemas encontrados.

Em virtude da exposição, pode-se utilizar da extração dos conhecimentos, técnicas, diagnose e manejo das doenças dos pesquisadores e expor esses conhecimentos em um banco de dados de forma intuitiva e clara por meio de um *software* de solução computacional.

Diante deste contexto, este trabalho buscou desenvolver uma ferramenta para a análise de sintomas da cultura visando a identificação e mensuração das doenças bióticas e abióticas que ocorrem e são presentes no meio da cultura. O sistema permite questionamentos com o usuário na intenção de filtrar as informações para identificar as possíveis causas.

O sistema tem foco no âmbito profissional e também no âmbito acadêmico, visto que o mesmo facilitará o processo de aprendizagem dos alunos, permitindo o construtivismo pelo próprio aluno, uma vez que os livros possuem uma identificação estática dificultando o entendimento em passos até chegar ao resultado final. O sistema visa uma identificação das doenças seguindo passos, onde o aluno saberá quais sintomas deverá ser pesquisado até que chegue a um resultado satisfatório.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo que o primeiro trás esclarecimento sobre os motivos que originaram o desenvolvimento do *software*, com uma consequente definição dos problemas a serem tratados e dos objetivos do trabalho. O segundo capítulo envolve a fundamentação teórica, onde se apresentam conceitos e técnicas do *software* proposto, instrumentos e procedimentos necessários para realização do mesmo e trabalhos correlatos. No capítulo três encontra-se a metodologia, apresentando a especificação, a implementação e o funcionamento do sistema, tratando as etapas correlatas ao desenvolvimento do programa. No capítulo quatro são apresentados os resultados obtidos

ao término do trabalho, assim como uma discussão a respeito dos mesmos. O quinto capítulo trata das conclusões provenientes do desenvolvimento do sistema bem como as possíveis extensões do mesmo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Marconi e Lakatos (2010), a fundamentação teórica é o levantamento das fontes teóricas, com o objetivo de elaborar a contextualização do estudo e seu embasamento teórico, o qual fará parte do referencial da pesquisa na forma de uma revisão da literatura, diante de análise e reflexões, sobre os dados e informações coletadas. Nesta seção serão abordadas informações que fundamentam o trabalho, demonstrando autores que norteiam a cultura do eucalipto, bem como autores que posicionam e argumentam sobre o uso da tecnologia no meio agrônomo e florestal.

2.1 CULTURA DO EUCALIPTO

O eucalipto tem origem na Austrália com exceção de duas espécies (*Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus deglupta*). O serviço Florestal da Austrália já identificou 670 espécies do gênero *Eucalyptus* (VALVERDE, 2001). São na maioria plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas, com folhas inteiras de disposições alternas ou opostas e às vezes cruzadas com estípulas muito pequenas.

Segundo o relatório da *The Environmental Justice Organisations, Liabilities and Trade* (EJOLIT, 2012), a eucaliptocultura em sua maior abrangência está situada na região sul do globo terrestre. O relatório afirma que a eucaliptocultura representa a maioria das plantações industriais de árvores em todo o mundo, relatando dados de 2010, que ocupando uma extensão territorial de aproximadamente 19 milhões de hectares.

2.2 EUCALIPTOCULTURA NO BRASIL

De acordo com Moraes *apud* Andrade (1961), o eucalipto foi introduzido no Brasil em meados do ano de 1825, tendo objetivamente foco em proteção contra o vento e peça ornamental. Andrade afirma ainda que somente em 1903 que a eucaliptocultura teve finalidades econômicas, voltada para construções de estradas de ferro. Seguindo o crescimento industrial, a cultura foi introduzida nas atividades comerciais, focando inicialmente na produção de lenha de carvão e posteriormente sendo utilizada como postes, cercas e matérias primas para celulose, chapas de fibra, móveis e papel.

Ricardo *apud* SFB (2013), cita o Brasil como o segundo país com maior área florestal, perdendo apenas para a Rússia, totalizando 477 milhões de hectares de floresta, o que

representa 54,4% do território nacional. As áreas florestais são compostas de florestas naturais e plantadas; destas, 456 milhões de hectares correspondem às florestas naturais e 7,2 milhões de hectares correspondem à florestas plantadas.

O eucalipto é a essência florestal mais adotada nos programas de reflorestamento no Brasil, por possuir características como rápido crescimento, boa adaptação às condições edafoclimáticas existentes em expressiva área do país, principalmente as da região do cerrado (MORARES, 2008 *apud* BARROS, 1990).

Da sua introdução até o período em que ele passou a ser produzido em escala comercial, estima-se que o Brasil tenha chegado aos 400.000 hectares de área plantada de eucalipto (PEREIRA et al., 2000). Em 1966 com os incentivos fiscais para o reflorestamento (que duraram 24 anos) a fim de atender a demanda de matéria prima utilizada nas regiões sul e sudeste, houve um salto na produção do eucalipto.

Segundo Silva *apud* (Alfenas, Mafia, 2003; FAO, 2010), o interesse do Brasil por essa essência florestal australiana dá-se pelos seguintes aspectos: inclusão de dezenas de espécies adaptáveis às diversas regiões brasileiras, sendo que várias dessas espécies apresentam crescimento relativamente rápido e madeira de qualidade muito satisfatória para celulose, papel, carvão vegetal, postes, moirões, construção civil, móveis, chapas de fibras e de partículas, além de ser uma essência florestal relativamente fácil para ser trabalhada e manejada nos âmbitos silvicultural e tecnológico.

É possível destacar o uso do eucalipto para finalidades específicas como celulose, que representa a sua maior destinação no país e no mundo. O Brasil detém uma das maiores produtividades e uma das menores idades de rotação das plantações (SILVA, 2009 *apud* ALFENAS et al., 2004; FERREIRA; MILANI, 2002).

Moraes *apud* Araújo (2001), em seu trabalho argumenta que através de várias pesquisas constataram inevitavelmente que a eucaliptocultura é uma monocultura (apenas uma especialidade agrícola) como outra qualquer, contendo suas vantagens e desvantagens, mas o seu saldo é positivo. O eucalipto, plantado de forma adequada e bem manejado, transforma-se em potencial aliado da natureza. Áreas degradadas têm sido recuperadas através do plantio do eucalipto, resultando em boas métricas. Araújo (2001), afirma que as florestas plantadas de eucalipto são florestas renováveis, o que dá a esta espécie uma grande importância quando se fala da utilização da madeira, aliada à preservação do meio ambiente.

2.3 DOENÇAS BIÓTICAS E ABIÓTICAS NA EUCALIPTOCULTURA

Dias *apud* Furtado (2001), em seu trabalho “Controle químico de doenças de *Eucalyptus* spp. em viveiros e seus efeitos morfo-fisiológicos”, sentencia que doença pode ser definida como, um processo dinâmico, resultante da interação entre patógeno, hospedeiro e o ambiente, expressa através de sintomas e sinais. Dias defende ainda que sintomas são modificações na aparência dos tecidos das plantas, e patógenos são agentes que têm a capacidade de produzir doenças, como bactérias, vírus e fungos. Baseado em Furtado (2001), Dias esclarece que as doenças em plantas podem ser de natureza biótica ou abiótica. Quando as doenças são oriundas de fatores ambientais como: excesso de chuva ou deficiência de umidade, vento, geada, chuva de granizo ou outros, essas são doenças abióticas. Já as doenças que seus causadores são pertinentes a micro-organismos, sendo os mais importantes os fungos, bactérias, vírus e nematoides, esse tipo de doença é denominada como biótica.

Krugner; Auer, (2005), afirmam que as espécies do eucalipto cultiváveis estão sujeitas a mais de uma dezena de doenças fúngicas. Krugner afirma que as doenças mais comuns e mais importantes que ocorrem em viveiros são causados por fungos.

Schultz *apud* (Krugner; Auer, 2005; ALFENAS *et al.*, 2009), descreveu algumas doenças frequentes tanto no campo quanto nos viveiros da cultura do eucalipto, dentre elas destacou a ferrugem, que tem como causador o fungo *Puccinia psidii* Wint. A ferrugem apresenta ampla distribuição no Brasil, afetando diversas espécies de mirtáceas nativas e cultivadas. A doença ocorre em mudas em viveiros e também afeta plantações, até os dois primeiros anos de idade. A ferrugem do eucalipto tem despertado grande preocupação no setor florestal, por ser considerada a principal doença deste gênero.

Além das doenças encontradas no viveiro, existem algumas doenças de campo na eucaliptocultura nacional, destacando-se manchas foliares e cancrios (FERREIRA, 1989; ALFENAS *et al.*, 2009).

O cancro do eucalipto é uma das doenças mais importantes de ocorrência no campo. É causada por várias espécies de fungos tais como: *Cryphonectria cubensis*, *Valsa ceratosperma* fase sexuada, *Cytospora* spp. fase assexuada e *Botryosphaeria ribi*. O cancro de *C. cubensis* foi considerado como principal doença que afetou a cultura do eucalipto no Brasil na década de 70. Trata-se de uma doença de ampla distribuição geográfica, ocorrendo em regiões tropicais do continente americano (AZEVEDO *et al.*, 2006; KRUGNER, 1980).

De acordo com FERREIRA (1989), há vários fatores causais de doenças abióticas, tais como: temperatura excessivamente baixa no solo, luminosidade excessivamente baixa ou

excessivamente elevada, acidez e alcalinidade do solo, acidez e alcalinidade excessiva do solo, deficiência e toxicidade, mineral em plantas, fitotoxicidade, poluição do ar, competitividade de plantas e alelopatia, ventos, malformação anatômica, anormalidades genéticas, raio e chuvas de pedra.

De acordo Auer *apud* (Ferreira, 1989; Alfenas et al., 2009), os problemas abióticos também são motivos de preocupações para a cultura, visto que podem causar redução significativa na qualidade. Auer cita que alguns efeitos abióticos devem ter uma atenção maior, sendo eles:

- Afogamento de coleto: Evento que acontece quando ocorre aterramento das mudas no plantio ou campo por ocasião de enxurradas.
- Gomose: De acordo com Ferreira (1989), a gomose do eucalipto é o escorrimento de quino a partir de poucos pontos da casca do tronco. Ocorre em todas as regiões brasileiras.
- Geadas: Apesar de serem eventos climáticos ocasionais, as geadas são um dos principais fatores limitantes aos plantios comerciais do eucalipto, na região sul do Brasil, de acordo com Higa et al. (1994).
- Granizo: Segundo Santos et al., *Apud* Higa et al. (1994), O granizo é um evento climático ocasional e, geralmente, localizado. A chuva de pedra pode provocar o desfolhamento das árvores e danificar ramos. Os ramos danificados são portas para invasão de fungos, que resultaram em ramos secos que levarão até a morte da árvore .

2.4 CONTROLE DAS DOENÇAS

Uma das maneiras mais usada para controlar as doenças que são apresentadas em culturas é o controle químico. Kimati (1995) defende que quanto ao uso de fungicidas deve-se ter muito cuidado, pois, os fungos podem adquirir resistência ao controle químico e adaptar-se. Segundo o Ministério da Agricultura e Abastecimento (Brasil), não se recomenda algum tipo de fungicida para o controle de doenças florestais, o que se utiliza são recomendações destinadas a outras culturas e que são aplicadas na eucaliptocultura. Entretanto, deve-se relatar que poderá acarretar em surgimento de resistências do fungo a fungicidas.

Outras alternativas de controle, especialmente no caso de doenças em plantas de eucalipto, são recomendadas em virtude da indisponibilidade de produtos químicos

registrados para a cultura. No caso de doenças em viveiro a integração de medidas de controle como uso de água, substrato, tubetes, bandejas e demais ferramentas livres de inóculo; remoção de plantas mortas e doentes; coleta seletiva e contínua de brotações; manejo da irrigação e adubação de acordo com a fase de desenvolvimento; e monitoramento constante das minicepas e mudas têm sido suficientes para proporcionar um bom nível de controle de doenças e deixar as perdas em patamares baixos. Em plantios no campo a escolha de espécies resistentes ou tolerantes adaptadas ao local de plantio; plantio de mudas de qualidade; preparo adequado do terreno; plantio em solos com boa drenagem; e uso de técnicas adequadas de plantio e manutenção adequada têm possibilitado o cultivo de eucalipto de forma rentável (ALFENAS et al., 2009; FERREIRA & MILANI, 2002; FERREIRA, 1989).

2.5 TECNOLOGIA X AGRICULTURA

A utilização de *software* traz vários benefícios para o cliente, como agilidade no processo das análises, eficiência nos resultados, e principalmente na segurança dos dados. Pressman (2010) afirma que, nos primórdios da era dos computadores, o foco principal era o desenvolvimento de *hardware* (parte física do computador), justificado através da escassez e precariedade dos recursos tecnológicos da época comparados com os recursos da atualidade. Hoje o foco está voltado para desenvolvimento e solidificação de *softwares* com eficiência e eficácia, utilizando assim do alto poder de processamento que o mercado oferece.

Pressman (2010) também afirma que:

O poder de um computador *mainframe* da década de 1980 agora está à disposição sobre uma escrivaninha. As assombrosas capacidades de processamento e armazenamento do moderno *hardware* representam um grande potencial de computação. O *software* é o mecanismo que nos possibilita aproveitar e dar vazão a esse potencial. (PRESSMAN 2010, p. 18).

Denotado no trabalho através de vários autores, a área florestal e agrícola é considerada detentora de problemas clássicos, como doenças e pragas que atacam as plantações, falta de nutrientes do solo, escolha de defensivos certos para cada tipo de pragas e doenças, entre outros. Os autores citados no trabalho norteiam que cada vez mais se notam as inúmeras doenças, tanto bióticas quanto abióticas, na cultura do eucalipto.

A fim de agilizar a identificação e controle das doenças abióticas e bióticas da eucaliptocultura, a inserção da tecnologia da informação no setor tende a trazer grandes benefícios, tanto para os usuários do sistema quanto para as empresas que se beneficiarem do *software*, pois um computador com um *software* adequado e alimentado com as informações necessárias é uma ferramenta que, sem dúvidas, tende a aumentar o desempenho e a praticidade de trabalho para os indivíduos ligados a eucaliptocultura, fornecendo identificação e mensuração das doenças bióticas e abióticas que ocorrem e são presentes na cultura.

2.6 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Para se entender do que se trata a engenharia de *software*, primeiramente deve-se obter o conhecimento do que é um *software*. Pressman (2010) entende que eles são desenvolvidos com o objetivo de instruir máquinas e pessoas no sentido da realização de um conjunto bem definido de tarefas de processamento de dados.

Sommerville (2007), leva a compreender que a engenharia de *software* é uma disciplina relacionada à produção de *software*, que posiciona em estágios iniciais de especificações do sistema até estágio final de manutenção.

Segundo Pressman (2010), uma das primeiras definições de engenharia de *software* foi exposta por Fritz Bauer, na ocasião da primeira grande conferência dedicada ao assunto. Na referida conferência, Fritz Bauer definiu a engenharia de *software* como: “O estabelecimento e uso de sólidos princípios de engenharia para que se possa obter economicamente um *software* que seja confiável e que funcione eficientemente em máquinas reais.”

Pressman (2010), afirma que o *software* sofre alterações e mudanças durante sua ascensão. No seu período inicial, possui um alto índice de falhas, porém ao decorrer do tempo estas falhas vão sendo corrigidas e tornando o *software* mais viável para sua implantação. Com o tempo, o *software* torna-se obsoleto e surge a necessidade de atualizações e mudanças de sua postura inicial. Com a crescente demanda de atualização, onde atualizações não suprem mais a demanda, é necessário a aquisição e substituição do sistema implantado anteriormente.

2.6.1 Processo de desenvolvimento

Um processo de desenvolvimento de *software* é um conjunto de atividades que leva à construção de um produto de *software* (SOMMERVILLE, 2007).

Segundo Pressman (2010), a engenharia de *software* compreende um conjunto de etapas que envolvem métodos, ferramentas e procedimentos:

- a) Para construir o *software* os métodos proporcionam os detalhes de como fazê-lo.
- b) Para proporcionar apoio automatizado aos métodos, necessita-se de ferramentas computacionais.
- c) os procedimentos da engenharia de *software* constituem o elo que mantém junto os métodos e as ferramentas, possibilitando o desenvolvimento racional e oportuno do *software* de computador.

De acordo com Sommerville (2007), um conjunto de etapas é comum ao desenvolvimento de qualquer *software*:

- a) especificar: o *software* deve ter seus objetivos bem definidos, visando controlar sua funcionalidade e restrições em sua operacionalidade;
- b) projetar e implementar: o *software* deve ser produzido de acordo com as especificações, sendo projetado e programado antes de entregar ao cliente;
- c) validar: o *software* deve ser testado e concluído, tendo como principal foco a qualidade e eficácia do *software* para entrega final ao cliente;
- d) evolução do *software*: este deve ser fácil de ser modificado, caso o cliente queira algo a mais, o mesmo deverá adaptar-se a ambientes futuros, de acordo com posteriores necessidades do cliente.

2.6.2 Modelo Cascata

O modelo de processo em cascata recebeu este nome devido a sua sequência de uma fase para outra, onde o início de uma fase necessita que a anterior tenha sido completamente finalizada (SOMMERVILLE, 2007).

Dentre vários outros modelos de processos existentes na engenharia de *software*, o cascata foi escolhido com base em pesquisas na literatura e discussões feitas na disciplina de Engenharia de *Software*.

Este modelo de processo ou “ciclo de vida de *software*”, conforme Sommerville (2007), possui etapas muito bem definidas e especificadas, o que facilitou sua utilização pela equipe de desenvolvimento.

Ele é, também conforme Sommerville (2007), assim como qualquer outro existente, apenas um guia para a organização dos processos de desenvolvimento. Isso significa que não é estritamente necessário segui-lo à risca e que adaptações podem ser feitas, de acordo com as especificidades de cada projeto.

Sommerville (2007), afirma que “O modelo em cascata deve ser usado apenas quando os requisitos forem bem compreendidos e houver pouca probabilidade de mudanças radicais durante o desenvolvimento do sistema”. A afirmação de Sommerville permite a escolha deste modelo de desenvolvimento para o projeto, visto que os requisitos foram levantados com coerência e exatidão, comprovando a usabilidade, aplicabilidade e necessidade do *software* para identificação das doenças.

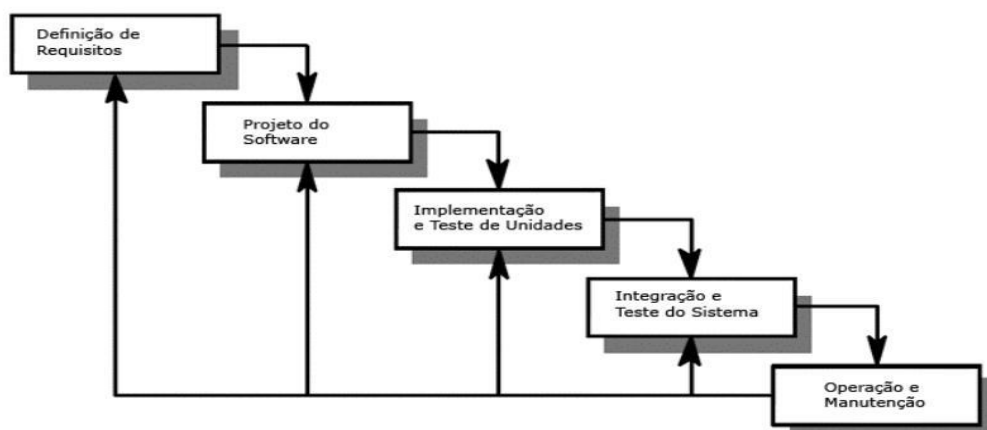
De acordo com Sommerville (2007), as principais fases do modelo Cascata que demonstram as etapas fundamentais de desenvolvimento são:

- a) **análise e definição requisitos:** Os serviços, restrições e objetivos são definidos por meio de consulta aos usuários, eles são portanto, definidos detalhadamente e servem como uma especificação do sistema;
- b) **projeto de sistema e *software*:** O processo de projeto estabelece uma arquitetura geral do sistema. O projeto de *software* envolve a identificação e a descrição das abstrações fundamentais do sistema de *software* e suas relações;
- c) **implementação e teste de unidade:** Durante esse estágio, o projeto de *software* é realizado como conjunto de programas ou unidades de programas. O teste unitário envolve a verificação de que cada unidade atende à sua especificação;
- d) **integração e teste do sistema:** As unidades individuais de programas são integrados e testados como um sistema completo para garantir que os requisitos de *software* foram atendidos. Após os testes, o sistema de *software* é liberado para o cliente;
- e) **operação e manutenção:** Geralmente esta é a fase mais longa do ciclo de vida. O sistema é instalado e colocado em operação. A manutenção envolve a correção de erros não detectados nos estágios anteriores do ciclo de vida, no aprimoramento da

implementação das unidades de sistema e na ampliação dos serviços de sistema à medida que novos requisitos são identificados.

Na Figura 01 é apresentado o ciclo do processo de desenvolvimento cascata.

Figura 01 - Ciclo do processo de desenvolvimento cascata



Fonte: Adaptado de Sommerville (2007).

Para uma boa qualidade de softwares, deve-se pensar primeiramente no usuário final, trazer facilidade a ele e não complicações. O trabalho proposto segue conceitos de usabilidade, visando uma maior ambientação dos usuários com o software em questão, a fim de facilitar sua interação.

2.7 TRABALHOS CORRELATOS

A fitopatologia conta com vários trabalhos desenvolvidos para as mais diversas culturas, porém o que se encontra desenvolvido são sistemas especialistas baseados em inteligência artificial, focado na tomada de decisão.

Michalski et al. (1983), desenvolveu o primeiro sistema especialista focado em fitopatologia. O objetivo do sistema estava em diagnosticar 17 doenças da cultura da soja, nos Estados Unidos. Construído através da linguagem pascal, o sistema foi batizado de Plants/ds.

Roach et al. (1985) desenvolveram seu sistema, o POMME, para ser utilizado em pomares de maçã. Este foi o primeiro sistema especialista a incorporar a lógica da decisão do especialista na tomada de decisão nas práticas de manejo de doenças e pragas, no controle da seca e na injúria pelo frio.

Em parceria com a Embrapa Informática Agropecuária e Embrapa Milho e Sorgo, Massruhá et al. (1999), desenvolveram um sistema para diagnosticar doença da cultura do milho. O que destaca o sistema é a portabilidade, onde o usuário tem acesso através da Internet e tem aquisição gratuita, podendo assim evitar a instalação em máquinas computacionais e fomentando a praticidade e portabilidade.

3 METODOLOGIA

A metodologia, de acordo com Marconi e Lakatos (2003), é a especificação detalhada do desenvolvimento do trabalho. O foco deste trabalho foi direcionado para o desenvolvimento de um sistema informatizado voltado para análise de doenças bióticas e abióticas da eucaliptocultura, tendo em vista a crescente necessidade de incorporar novas ferramentas para diagnose de doenças de plantas. Para o desenvolvimento da ferramenta *LyptuSoft*, ocorreram várias conversas com o professor Doutor Aderlan Gomes da Silva, que tem experiência na área de Engenharia Florestal, com ênfase em Patologia Florestal, como está na declaração de acompanhamento, identificado no anexo A no fim do trabalho.

Para este desenvolvimento, foi necessária uma vasta análise e pesquisa em artigos científicos e livros que descrevem sobre as doenças bióticas e abióticas que envolvem a cultura do eucalipto, bem como uma profunda pesquisa para identificar as formas de sanar essas doenças.

3.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

O sistema desenvolvido neste trabalho consistiu em um sistema freeware desenvolvido inteiramente com a utilização de tecnologias livres, favorecendo com a isenção de custos. Para a programação do *software* é preciso uma linguagem de programação que informará para o computador como de fato o sistema será programado. Nesse trabalho foi utilizado a linguagem de programação java.

3.1.1 Java

Santos (2004), ainda argumenta que para programar *softwares* é preciso um ambiente de desenvolvimento, uma plataforma que facilite a programação e codificação do sistema. Java é uma linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do projeto de *software* criada pela Sun Microsystems. É considerada uma linguagem robusta que roda em vários tipos de plataforma, não limitando o programador a somente algumas plataformas. A linguagem é composta por símbolos e palavras reservadas que são utilizadas para escrever expressões, instruções métodos e classes. Existem ainda vários tipos de IDEs (Integrated Development Environment – Ambiente de Desenvolvimento Integrado) que utilizam a linguagem Java como padrão (SANTOS, 2004).

Uma das principais características da tecnologia Java é a Programação Orientada a Objetos (POO). Essa técnica permite que os desenvolvedores possam criar sistemas com maior estabilidade e facilidade de manutenção. Cada classe instanciada determina o comportamento de seus objetos, assim como o relacionamento com outros objetos do sistema.

3.1.2 NetBeans

NetBeans é um projeto Open Source com uma vasta base de usuários, que oferece suporte ao desenvolvimento de todos os tipos de aplicativos Java. A Sun Microsystems fundou o projeto NetBeans (Open Source) na data de junho de 2000 e prossegue como o principal patrocinador do projeto (SEJA, 2009).

O NetBeans é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) Java. Este ambiente de desenvolvimento é gratuito e de código aberto para desenvolvedores de *software*. O IDE é executado em muitas plataformas, como: Windows, Linux, Solaris e MacOS, e oferece aos desenvolvedores todas as ferramentas necessárias para criar aplicativos desktop, empresariais, para a web e para dispositivos móveis multiplataformas (WIKIPÉDIA, 2008). O sistema proposto terá que armazenar dados de doenças, e para isso é necessário um repositório com essas informações, um bando de dados. Para gerenciar e diagramar esse repositório de dados, é preciso um sistema de gerenciamento, na qual usamos o Mysql, que funciona como um gerenciador de inserção, acesso e atualização das informações.

3.1.3 MySQL

MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (SGBD). O sistema funciona como um servidor robusto de bancos de dados SQL (Structured Query Language) multitarefa e multiusuário (MANUAL DE REFERÊNCIA DO MYSQL, 2009).

O MySQL é frequentemente utilizado em projetos de *software* livre que requerem um sistema de gestão de dados completo. É utilizado em grande escala por uma gama de grandes organizações incluindo, Nokia, Sony, Wikipedia, Google, NASA, Cisco Systems e outras. Para facilitar o gerenciamento das informações no banco de dados, é usual que use um sistema de design com uma interface clara e simples para oferecer a forma mais eficiente de lidar com as suas bases de dados. O sistema de design utilizado é o MySQL Workbench.

3.1.4 MySQL Workbench

MySQL Workbench é um sistema de design visual de banco de dados que integra projeto de banco de dados, modelagem, criação e manutenção em um ambiente. Combina características profissionais e uma interface clara e simples para oferecer a forma mais eficiente de lidar com as suas bases de dados.

O MySQL Workbench está disponível em duas edições. O *Community Edition* e *Standard Edition*. A *Community Edition* está disponível gratuitamente e é a edição que será utilizada neste trabalho. O *Standard Edition* é a edição que oferece recursos adicionais, tais como a geração de documentação de banco de dados (MANUAL DE REFERÊNCIA DO MYSQL, 2009). Segundo Santos (2004), quando se trata de informações usáveis, é preciso uma ferramenta que facilite a geração de relatórios e análises de informações, facilitando assim o entendimento do usuário no momento de analisar os resultados. Para desenvolvimento da modelagem de software, o software Astah Community foi utilizado.

3.1.5 Astah Community

A ferramenta Astah Community foi atualizada para a construção dos diagramas. A escolha da ferramenta Astah deu-se devido a sua facilidade de interação com o usuário e por ser gratuita. Astah Community é uma ferramenta de modelagem gratuita para projeto de sistemas orientados a objeto. É baseada nos diagramas e na notação da UML 2.0 (Unified Modeling Language) e pode gerar código em Java. O Astah é uma IDE para Modelagem de Dados (UML) criada com Java e de uso fácil e intuitivo. Com a Astah é possível: Realizar uma modelagem de dados complexa, apresentando os dados para o usuário de forma clara e possui um layout intuitivo; Trabalhar com vários diagramas: classes, casos de uso e desenvolvimento; Criar alguns itens do diagrama de classes apenas clicando com o botão direito do mouse nos itens dos diagramas de casos de uso e selecionando a opção desejada; Depois de feita toda a modelagem é possível exportar tudo para um arquivo Java, HTML ou exportar cada diagrama em forma de imagem (ASTAH, 2010)

3.2 MODELAGEM DO SOFTWARE

Neste módulo serão apresentados os requisitos para a construção do sistema, bem como os diagramas que representem a mesma.

Os requisitos de *software* nada mais são do que um conjunto de atividades que o *software* deve desempenhar, com suas limitações e restrições, além de características não ligadas diretamente às funções desempenhadas pelo *software* (SOMMERVILLE, 2007). Quanto mais compreensível, precisa e rigorosa for a descrição de um requisito de sistema, maior será a proporção quanto ao grau de qualidade do produto resultante (PETERS, 2001). Os requisitos podem ser categorizados com requisitos funcionais e não funcionais.

3.2.1 Requisitos funcionais do sistema

Os requisitos funcionais abordam as funções que o sistema deve apresentar como o comportamento do sistema perante as entradas e a determinadas ocasiões (PRESSMAN, 2002). Assim podem ser considerados como os responsáveis por descrever as funcionalidades ou serviços que se acredita que o sistema forneça.

O *LyptuSoft* originou os seguintes requisitos funcionais:

[RF-01] Efetuar login

O sistema permite que os usuários acessem o sistema através de usuário e senha. Essa ação ocorre para identificar qual o autor de cada análise, propiciando assim uma maior organização das ações no *software*. Para acessar o sistema, o usuário deve informar o nome de usuário e a senha corretos. Uma mensagem deverá ser exibida caso o *login* e senha esteja incorreta ou caso o usuário não exista.

[RF-02] Alterar senha

O *software* permite a alteração da senha de um usuário. O usuário e a senha deverão ser validados para permitir o acesso ao sistema.

[RF-03] Cadastro de usuário

O sistema permite que sejam feitos cadastros de novos usuários em sua base de dados, permitindo que esses usuários se identifiquem no sistema. Essa ação ocorre para identificar qual o autor de cada análise, propiciando assim uma maior organização das ações no *software*. Uma mensagem de erro deverá ser exibida caso o usuário já exista.

[RF-04] Editar usuários

A ferramenta permite a edição dos usuários cadastrados, podendo fazer alterações e salvar novamente.

[RF-05] Listar usuários

A ferramenta permite a listagem dos usuários cadastradas, fornecendo um controle sobre o login do sistema, podendo controlar quem tem acesso ao sistema e qual senha o mesmo usará.

[RF-06] Excluir usuários

A ferramenta permite a exclusão dos usuários cadastrados.

[RF-07] Cadastro de doenças

A ferramenta permite o cadastro de doenças, podendo gravar a descrição das doenças, os danos e as formas de controles, bem como o local que a doença ocorre e imagem que possa facilitar a identificação da mesma.

[RF-08] Editar doenças

A ferramenta permite a edição das doenças cadastrados, podendo fazer alterações e salvar novamente.

[RF-09] Excluir doenças

A ferramenta permite a exclusão das doenças cadastrados.

[RF-10] Listar doenças

A ferramenta permite a listagem das doenças cadastradas, podendo assim facilitar na visualização rápida de todas as doenças e suas devidas descrições, fornecendo assim uma lista de várias possibilidades de doenças que podem ocorrer na eucaliptocultura.

[RF-11] Sair do sistema

O sistema disponibiliza a opção para encerrar a sessão do usuário conectado.

3.2.2 Requisitos não funcionais do sistema

Requisitos não funcionais são as características e aspectos internos do sistema, envolvendo especificamente a parte técnica. Ao contrário dos requisitos funcionais, estes requisitos não são explicitamente expostos pelo cliente, mas devem ser implicitamente compreendidos pelo desenvolvedor. Requisitos não funcionais são restrições que especificam os critérios que podem ser utilizados para avaliar o funcionamento de um sistema, através de comportamentos específicos (LARMAN, 2000).

O *LyptuSoft* originou os seguintes requisitos não funcionais:

[RNF-01] O sistema apresenta uma interface objetiva, amigável, consistente, intuitiva e de fácil acessibilidade, isto é, suas informações e funcionalidades deverão estar bem visíveis e disponíveis.

[RNF-02] As mensagens de erro produzidas pelo sistema são informativas e precisas, apontando o fator de origem e os procedimentos a serem seguidos após sua ocorrência.

[RNF-03] Não deverá ser gerado qualquer custo para a implantação do sistema.

[RNF-04] A linguagem de desenvolvimento do *software* foi a linguagem de programação Java.

[RNF-05] O banco de dados usado pela aplicação foi o banco de dados MySQL, por se tratar de um banco de dados rápido, com integração simples e é uma tecnologia livre e grátis.

[RNF-06] Para usufruir do sistema, o mesmo deverá ser instalado em uma máquina que tenha no mínimo 1GB de memória RAM e 1GHz de processamento.

[RNF-07] O sistema é exclusivamente para plataforma *Windows*, que deverá ser superior à versão Windows 2000.

3.2.3 Uml

A UML (*Unified Modeling Language* ou Linguagem de Modelagem Unificada) surgiu da união de três métodos de modelagem: o método de Booch, o método OMT de Jacobson e o método OOSE de Rumbaugh. Estas eram, até meados da década de 90, os três métodos de modelagem orientada a objetos mais populares entre os profissionais da área de desenvolvimento de *software*. A união dessas metodologias contou com o amplo apoio da *Rational Software*, que incentivou e financiou a união das três metodologias (MEDEIROS, 2004).

O objetivo da UML é ajudar a definir as características do *software*, tais como seus requisitos, seu comportamento, sua estrutura lógica, a dinâmica de seus processos e suas necessidades físicas em relação ao equipamento sobre o qual o sistema deverá ser implantado. Todas essas características são definidas por meio da UML antes do *software* começar a ser realmente desenvolvido (GUEDES, 2004).

Os diagramas feitos pela Linguagem de Modelagem Unificada (UML) são uma parte muito importante que compõem um produto final, que são os sistemas de informação. Esta linguagem é destinada a visualizar, especificar, construir e documentar os requisitos que definem as demandas dos sistemas de informação (BOOCH, RUMBAUGH & JACOBSON, 2005).

A UML é composta por diferentes tipos de diagrama, cada um representando o sistema sob uma determinada ótica. A utilização de diversos diagramas permite que falhas sejam descobertas, diminuindo a possibilidade da ocorrência de erros futuros.

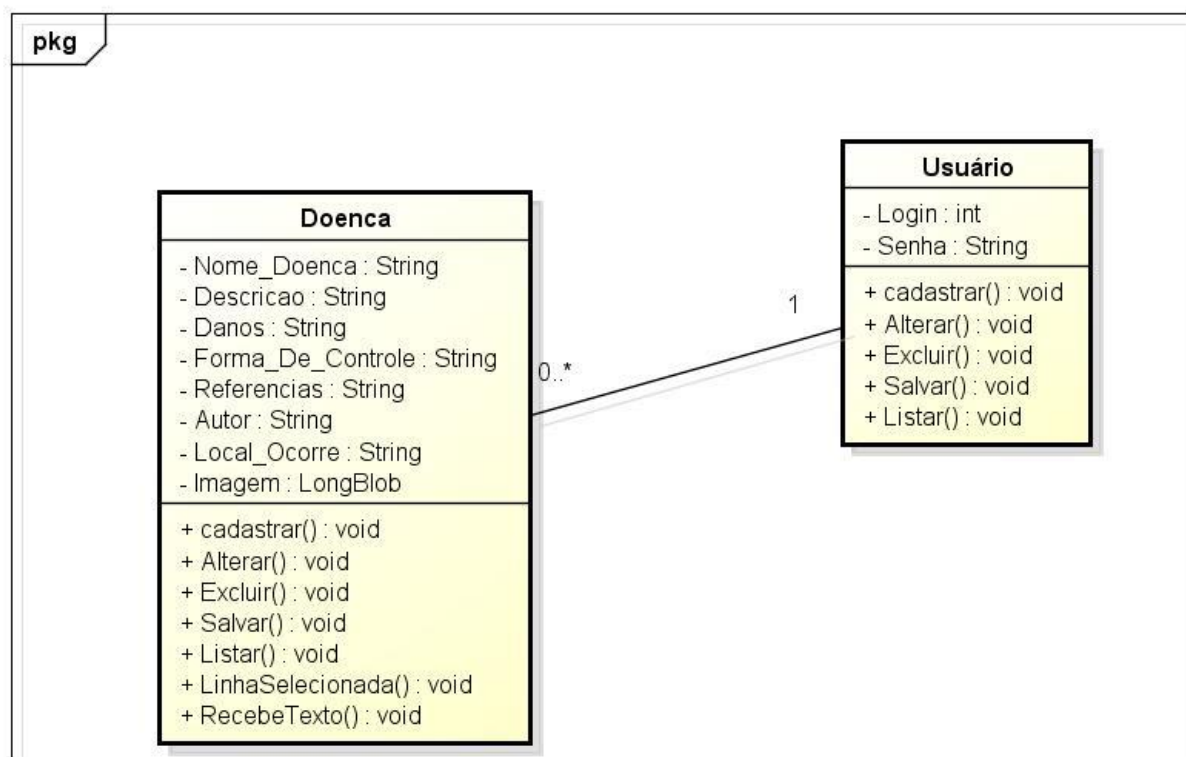
3.2.3.1 Diagramas de classes

Um diagrama de caso de uso exhibe um conjunto de casos de uso e atores (um tipo especial de classe) e seus relacionamentos. Eles são utilizados para que se possa identificar como cada um dos elementos do sistema irá se comportar, deixando o sistema de uma forma mais fácil de compreender, pois apresentam uma visão externa de como esses elementos podem ser utilizados no contexto (BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, 2005).

Segundo Booch, Rumbaugh & Jacobson (2005), um diagrama de classe é um diagrama que mostra um conjunto de interfaces, classes, colaborações e seus relacionamentos. Com a finalidade de descrever toda a estrutura principal a ser usada na aplicação, criou-se o diagrama de classes do sistema.

O diagrama de classes mostra o aspecto estrutural estático de uma cooperação para assim poder compreender como o sistema está estruturado internamente. Esse aspecto é dito estático porque não apresenta informações sobre como os objetos do sistema interagem no decorrer do tempo. Também é dito estrutural porque a estrutura das classes de objetos e as relações entre elas são representadas (BEZZERA, 2007). A Figura 02 mostra o diagrama de classes do sistema *LyptuSoft*.

Figura 02 – Diagrama de classes.

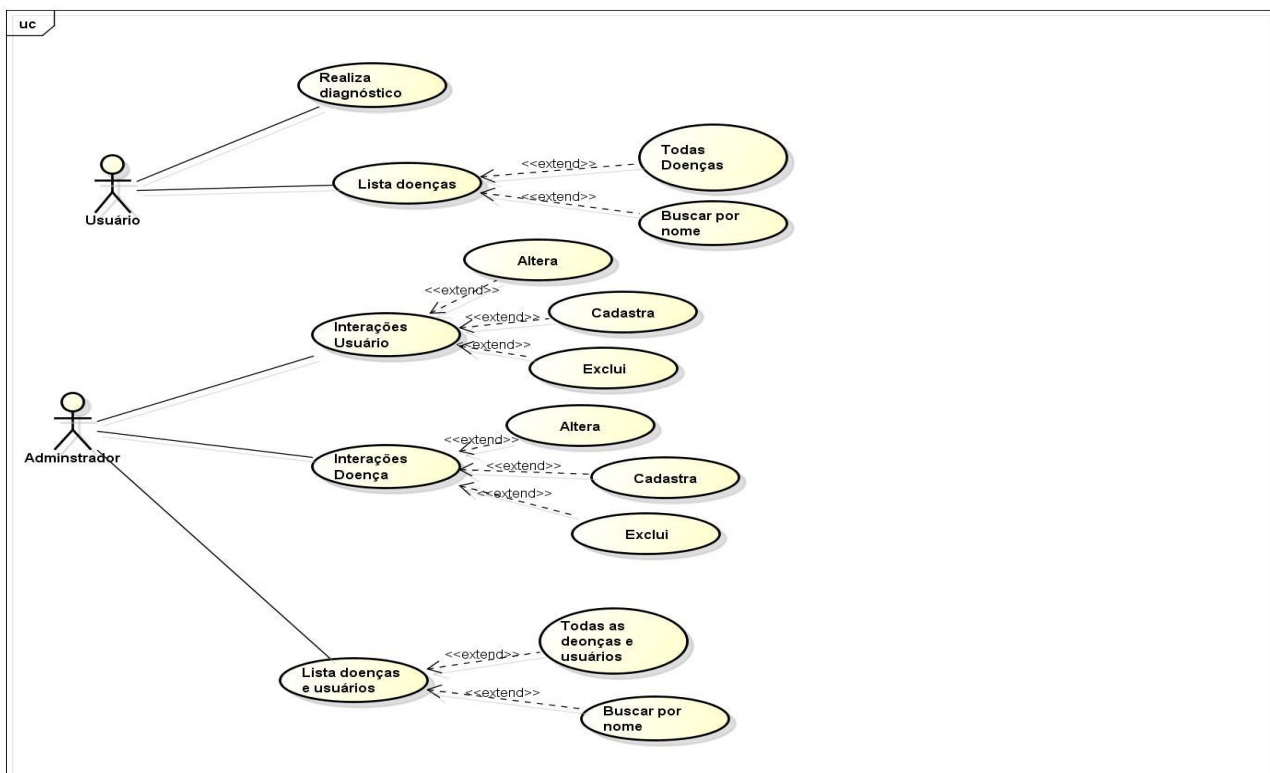


Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.3.2 Diagrama de caso de uso

Para que se tenha um melhor entendimento do comportamento do sistema e de seus requisitos, tanto para os desenvolvedores quanto para os clientes, foi desenvolvido o diagrama de caso de uso do sistema. Segundo Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005), diagramas de casos de uso são desenvolvidos para visualizar o comportamento de um sistema, subsistema ou classe, para que os usuários possam entender como utilizar esse elemento e os desenvolvedores possam implementá-lo. A Figura 03 mostra o diagrama de casos de uso do sistema *LyptuSoft*.

Figura 03 – Diagrama de caso de uso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.3.3 Modelos e diagrama de entidade e relacionamento

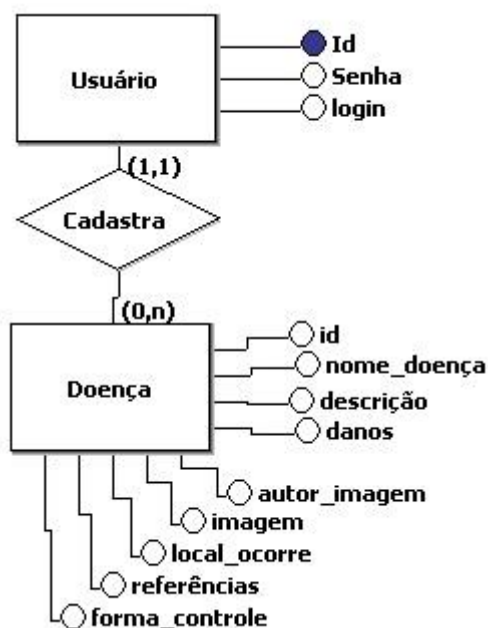
O modelo de entidade e relacionamento é um modelo conceitual e deve estar o mais próximo possível da visão que o usuário tem dos dados, não se preocupando em representar como estes dados estarão realmente armazenados. Este modelo tem por objetivo descrever

quais dados devem ser armazenados pela aplicação e quais desses dados se relacionam (ANGELOTTI, 2010).

O modelo relacional é um modelo lógico, utilizado em banco de dados relacionais. É levantado neste modelo como os dados devem ser armazenados e em como deve ser criado os relacionamentos do modelo conceitual. É também nessa etapa que é definido o SGBD que será utilizado, bem como os tipos de dados para cada atributo. Este modelo tem por finalidade representar os dados como uma coleção de tabelas e cada linha de uma tabela representa uma coleção de dados relacionados (ANGELOTTI, 2010).

O Diagrama de Entidade Relacionamento (DER) foi o primeiro a ser criado na fase de projeto do sistema. A partir da criação deste diagrama foi possível dar início ao desenvolvimento do Modelo de Entidade Relacional (MER), pois com base nestas modelagens é que se torna possível criar o banco de dados do sistema e visualizar todas as entidades envolvidas e suas relações.

Figura 04 – Modelo de entidade relacionamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 VALIDAÇÃO

Para validar o sistema, foi aplicada uma pesquisa qualitativa com auxílio de um questionário, com o especialista Dr. Aderlan Gomes da Silva, professor de fitopatologia do Instituto Federal de Minas Gerais - campus São João Evangelista, como está expresso no Apêndice A no fim do trabalho. Com a aplicação deste questionário foi obtido informações sobre a usabilidade do software, a viabilidade e a relevância do mesmo. Segundo o especialista, o software apresenta uma interface intuitiva e fácil de manusear e executar o que o mesmo propõe conforme apresentado no Anexo B. Ele ainda afirma que o sistema traz diagnósticos confiáveis e aplicáveis na identificação de doenças do eucalipto, podendo segundo o mesmo, ser aplicado no meio profissional e também no meio acadêmico, uma vez que a ideia principal do software é relevante e necessária em ambos cenários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a seleção das fotografias e textos, para as perguntas que o usuário deve escolher para seguir com a diagnose, baseado na árvore decisória, foi desenvolvido o *software* hipermídia denominado *LyptuSoft*. Com ele é possível treinar ou servir de apoio ao usuário em diagnose de doenças e fatores abióticos da eucaliptocultura. O usuário interpreta as perguntas do sistema até que chegue a uma possível doença do eucalipto.

Foi montada uma estrutura de árvore decisória, dividida em módulos e sub-módulos, que contém o caminho que o programa segue para chegar à diagnose. Essa árvore decisória hierárquica é codificada por regras decisórias, como Sim ou Não, seguindo as informações do especialista. No resultado de cada diagnose são apresentadas informações sobre a doença e foto sobre a mesma para melhor identificação e tratamento.

No *software* é de extrema importância a implementação de uma boa interface com o usuário, sendo selecionadas, cores, botões, janelas e listas de opções seguindo padrões mais conhecidos, isso para que o usuário tenha maior familiaridade com o *software*.

O programa conta com a diagnose em três partes do eucalipto; folhas, tronco e raiz, facilitando assim o processo de identificação das doenças por partes da cultura (órgãos da planta). Cada parte contém perguntas que levarão a identificar algum tipo de doenças, e quando a mesma for identificada exibirá a descrição da doença, formas de controle, danos, imagem da mesma, local que ocorre e as referências sobre os textos informados. Ao todo, o sistema traz o diagnóstico de trinta e duas doenças e nove distúrbios, sendo que distúrbios incluem os danos causados por insetos e outros animais, bem como as desordens decorrentes de operações silviculturas de campo incorretas ou provenientes do uso inadequado de equipamentos.

Conforme mostra a Figura 04, podemos notar a tela de apresentação do sistema, com intuito de familiarizar com o nome e identificação do *software*. A tela de apresentação contém o nome do sistema, a logomarca do mesmo e o logotipo do Instituto Federal de Minas Gerais - campus São João Evangelista à esquerda.

Figura 05 – Tela de apresentação do *LyptuSoft*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tela inicial do *software* contém a barra de menus, como pode observar na Figura 05, onde aparecem as opções de “Cadastro”, “Listar”, “Material de apoio”, “Sobre” e “Sair”.

Figura 06 – Barra de menu do *LyptuSoft*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em “Cadastro”, o usuário pode tem a opção de cadastrar usuários, informando o login e a senha para acessar o sistema, onde o mesmo é proibido de cadastrar um usuário com nível administrativo, uma vez que já vem padrão no sistema o usuário com nível administrativo cadastrado, podendo assim mudar somente a senha do mesmo. Ainda no menu “Cadastro”, o usuário tem a opção de cadastrar doenças, informando assim o nome da doença em questão, o local onde a mesma tem possibilidade de ocorrer, uma breve descrição sobre a doença, os danos que a doença pode causar, bem com suas formas de controle.

No cadastro de doenças ainda poderá informar uma imagem para melhor demonstrar a doença e informar as referências sobre as informações citadas, podendo assim fornecer mais credibilidade às informações ali presentes. No menu “Listar”, encontra-se as doenças cadastradas, com suas devidas descrições, danos, formas de controle, seus respectivos nomes, local que ocorre e sua ilustração digital, podendo o usuário com nível administrativo, e somente ele, excluir as doenças, editá-las e pesquisar por buscas de nomes. O menu “Listar”, permite a lista de usuários cadastrados, com seus devidos dados de acesso, onde como nas doenças, somente o usuário com nível administrativo poderá editar e excluir os mesmos, o usuário que não tenha acesso administrativo terá acesso apenas a lista de doenças, não podendo excluir, inserir ou editar. Em “Material de apoio” é oferecido um texto com algumas informações sobre a eucaliptocultura, fomentado dados sobre a mesma no quesito mundial e nacional, com o intuito de levar o usuário a entender e refletir sobre a necessidade de um *software* para o controle e diagnóstico de doenças da cultura. Já em “Sobre”, aparece uma janela com o nome de todos envolvidos no projeto. No item “Sair”, o sistema fechará.

A tela inicial do sistema há a pergunta: “Onde está localizado o problema na planta?”, e logo abaixo aparecem três botões. São eles: “Folhas”, “Tronco” e “Raiz”. A tela ainda oferece informação sobre a data atual, a hora atual, o usuário que está logado, o nome do sistema, sua versão e quem o desenvolveu. A Figura 06 mostra essa tela.

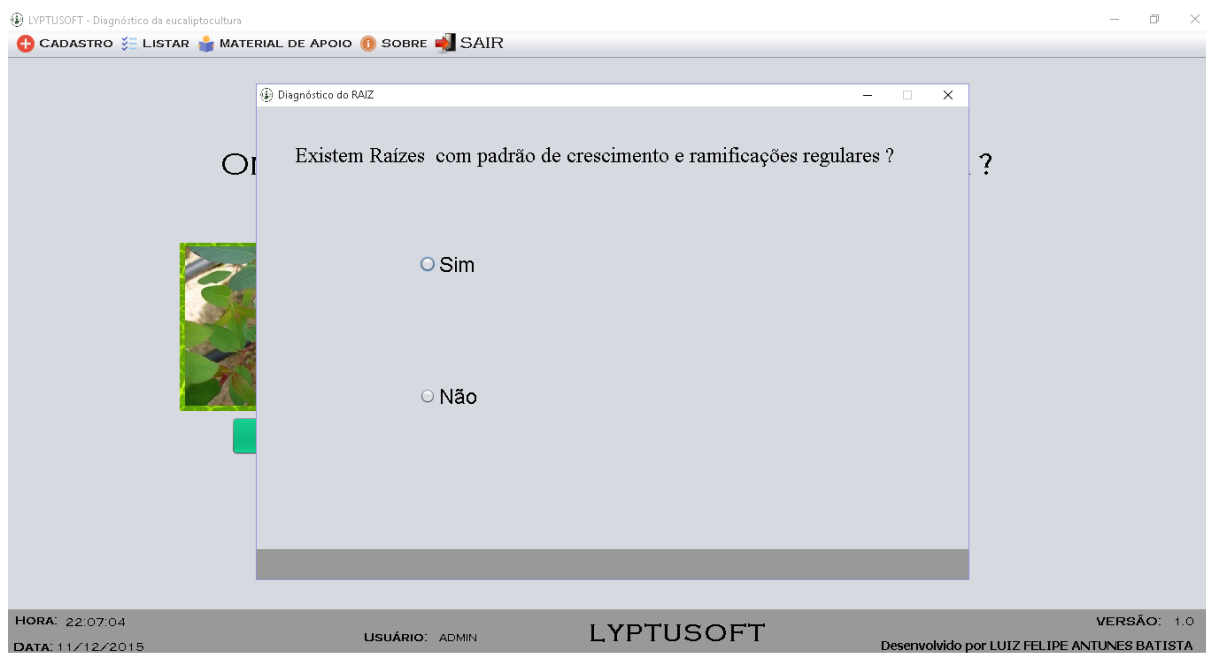
Figura 07 – Tela inicial do *software* LyptuSoft.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do momento que o usuário saiba onde quer fazer o diagnóstico, o programa segue a estrutura da árvore decisória montada com as perguntas que o usuário deve seguir até chegar a uma diagnose final, contendo perguntas relativas àquela parte selecionada anteriormente, e assim aproximando cada vez mais da resposta. A Figura 07 contém um exemplo da fase seguinte onde foi selecionada a opção de diagnóstico na “Raiz”.

Figura 08 – Exemplo do início do diagnóstico na raiz.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Prosseguindo com a análise, quando o usuário vai informando o “Sim” ou “Não” relacionado às perguntas, em algum momento chega-se a um resultado da diagnose. Podendo haver mais de uma opção de diagnose em alguns casos, como mostrado o resultado “Ferrugem” na Figura 08.

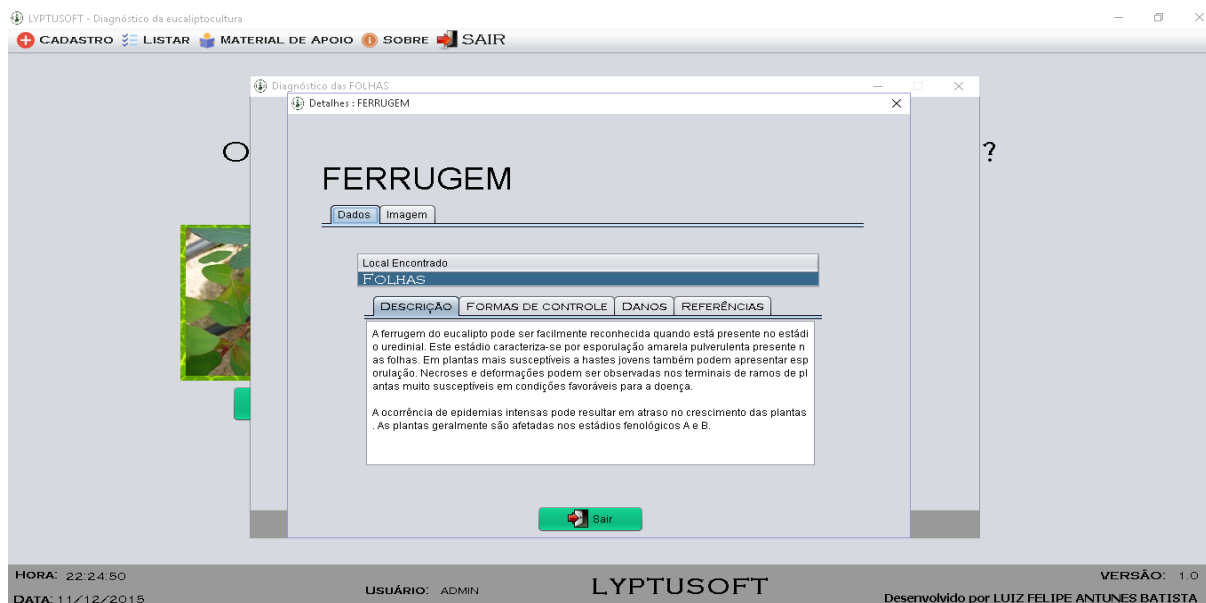
Figura 09 – Resultado do diagnóstico na raiz.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema além de apontar qual doença a possível planta possui, aponta os detalhes da mesma com o intuito de oferecer mais suporte para lidar com a mesma. Um dos resultados encontrados, a doença “Ferrugem”, apresenta os dados exposto na Figura 09.

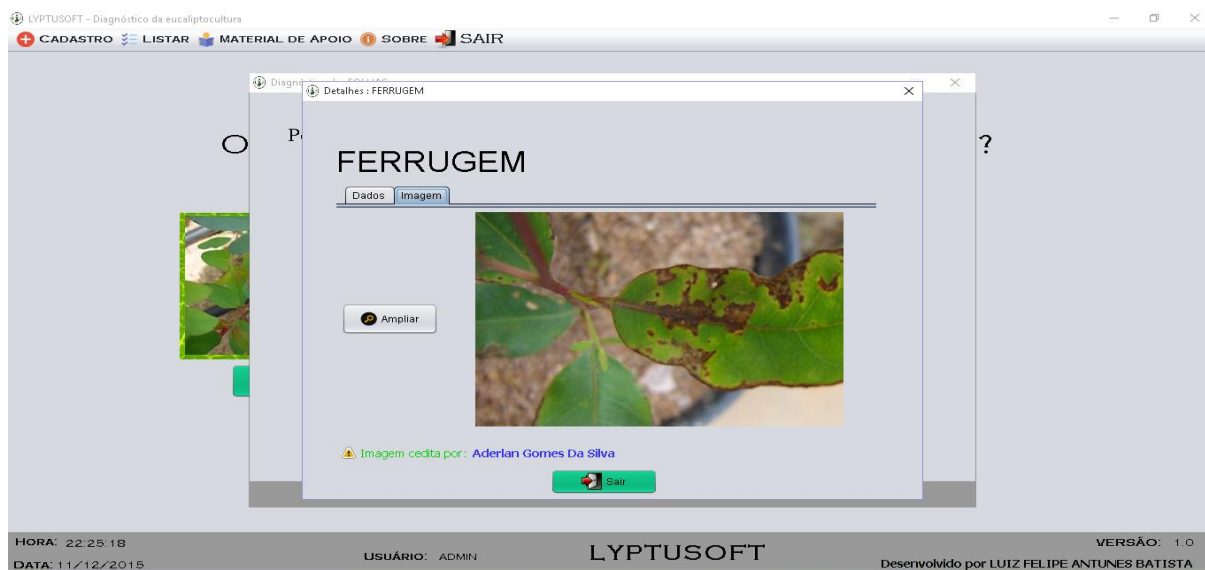
Figura 10 – Detalhes de uma doença diagnosticada na Folha.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além de apontar os dados das doenças, como descrição, formas de controle, danos e as referências para melhor posicionar as informações, o sistema informa uma imagem digital para facilitar a confirmação da doença encontrada, podendo o usuário ampliar a mesma, facilitando assim sua identificação. Todas as imagens informadas no *software* deverão constar quem cedeu as mesmas, dando os devidos créditos para seu autor, como mostrar a Figura 10.

Figura 11 – Detalhe visual de uma doença diagnosticada na Folha.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *software* permite que o usuário possa recorrer ao banco de doenças cadastradas, caso o mesmo não queira fazer o diagnóstico, mas sim saber informação sobre alguma doença que tenha interesse, onde terá dados sobre a devida doença, que prova que o *software* contou com uma rica pesquisa e estudo bibliográfico. A Figura 11 demonstra essa ação.

Figura 12 – Banco de dados das doenças cadastradas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como foco a construção de um sistema destinado à análise e diagnóstico de doença da eucaliptocultura. O sistema desenvolvido tem intuito de trazer agilidade, eficiência e rapidez no processo de identificação das doenças e seus devidos cuidados a serem tomados para combater ou amenizar os efeitos das doenças. A cultura do eucalipto foi escolhida por se tratar de uma cultura bem difundida no Brasil e no mundo, tendo assim muita aceitabilidade e por possuir muitas doenças que podem resultar em prejuízos para os envolvidos com essa cultura.

O crescente aumento da quantidade de informações que necessitam ser manipuladas por agrônomos ou profissionais que lidam com a cultura do eucalipto para um adequado processo de diagnóstico de doenças da cultura e a perda de investimentos por parte dos produtores pelo diagnóstico tardio de doenças vem intensificando a necessidade do uso dos sistemas que facilitam e agilizam esse processo de identificação e na tomada de decisões, que poderão amenizar muitas perdas e evitar possíveis situações inconiventes.

Ficou provado que o *LyptuSoft* é realmente útil, e atingiu os objetivos esperados. Acreditamos que os especialistas da eucaliptocultura podem contar com um grande aliado, não só na prevenção e descoberta de doenças, mas também no manejo completo do eucalipto, proporcionando uma maior confiabilidade na produção da cultura.

O *software* apresentou uma boa interface, com fotografias de qualidade e uma base de conhecimento muito bem detalhada, sendo de fácil consulta, auxiliando na diagnose e ensino, demonstrando assim com seus resultados que os conhecimentos dos especialistas podem ser extraídos, organizados e disponibilizados, de forma simples e intuitiva.

O *LyptuSoft* apresenta uma gama de interrogações para identificar as doenças, mas não apresenta imagens dessas interrogações. Devido a este fato, em um trabalho futuro poderiam ser inseridas imagens para cada pergunta, podendo assim facilitar mais o entendimento da pergunta referida, possibilitado uma maior certeza de cada resposta declarada. Outra ideia seria ter a opção de salvar mais imagens para cada doença encontrada, podendo assim ter um leque de amplas informações visuais de cada doença. A próxima versão poderá contar com relatórios de todas as doenças cadastradas e relatórios de cada segmento da cultura bem como uma opção de exportar e importar a base de dados, para que casa necessário possa disponibilizar a base de dados para usar em outro software.

6 REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. FERREIRA, F. A., BARBOSA, M. M., DEMUNER, N. L., CARVALHO, A. D. Fungos associados à podridão de estacas de eucalipto para enraizamento. **Fitopatologia Brasileira**, **13** (2): 148, 1988.
- ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Controle integrado de doenças em viveiros clonais e aspectos relativos à ferrugem (*Puccinia psidii*) do eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, 28, p.156 – 163, 2003.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. Viçosa: UFV, p. 442. 2004.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2 Edição. Viçosa, MG. Editora UFV. 2009. 500 p.
- ANDRADE, E. N. **O Eucalipto**, São Paulo, SP (Brazil). 1961. 667 p.
- ANGELOTTI, Elaini Simoni. **Banco de dados** / Elaini Simoni Angelotti. – Curitiba: Editora do Livro Técnico, 2010.
- ARAÚJO, A. **Clonagem de *Eucalyptus* sp.** 2001. Disponível em: <www.ufv.br/dbg/bioano01/div17.htm. Acesso em: 22 abr. 2015>.
- ASTAH. **Astah community**. Disponível em . Acesso em 08 de abr. de 2015.
- AZEVEDO, P. V. de; SOUSA, I. F. de; SILVA, B. B. da; SILVA, V. de. P. R. da. Water-use efficiency of dwarf-green coconut (*Cocos nucifera* L.) orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, v.84, p.259-264, 2006.
- BARROS, N. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- BEZZERA, E. **Princípios de análise e projeto de sistemas com UML**. Rio de Janeiro : Campus. 2007.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML – Guia do Usuário**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus. 2005. 474 p.
- DANCIU, Teodor; CHIRITA, Lucian. **The Definitive Guide to JasperReports**. New York: Apress, 2007.
- EJOLT 2012. Um panorama das plantações industriais de árvores no Sul global. **Conflitos, tendências e lutas de resistência**. Relatório EJOLT No. 3, 108 p.
- FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment. **FAO Forestry Paper** .163 Disponível em:<www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>.Acesso em: 12 abr. 2015.
- FERREIRA, F. A.; MILANI, D. **Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil**. Mogi-Guaçu: International Paper, 2002. 104 p.

FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigação Florestais, 1989. 590p.

FURTADO, E.L.; SANTOS, C.A.G.; TAKAHASHI, S.S. & CAMARGO, F.R.A. **Doenças em viveiros de *Eucalyptus* sp. Diagnóstico e Manejo** (Votorantim Celulose e Papel, Unidade Florestal - Boletim Técnico), 2001, 23p.

GALLOTI, G. J. M.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Doenças fungicas da videira e seu controle no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1990. 46p. (EMPASC-Boletim Técnico, 51). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/15739/1/circ-tec45.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2015.

GUEDES, G. T. A. **UML - Uma abordagem prática**. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2004. 319.

HIGA, A. R.; GARCIA, C. H.; SANTOS, E. T. Geadas, prejuízos à atividade florestal. **Silvicultura**, São Paulo, v. 15, n. 58, p. 40-43, nov./dez, 1994.

IBA. Indústria Brasileira de árvores.. Disponível em: <http://www.iba.org/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.46-95.

KRUGNER, T. L.; AUER, C. G. Doenças dos eucaliptos. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de fitopatologia**. Doenças das plantas cultivadas. São Paulo. Agronômica Ceres, 4.ed, v.2, p. 319-332, 2005.

KRÜGNER, T.L. - Doenças do eucalipto. In: GALLI, F. et alii. - Manual de fitopatologia. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. v.2, p.275-96.

LARMAN, Craig. **Utilizando UML e padrões**. Porto Alegre: Bookman, 2000, 492 p.

MANUAL de Referência do MySQL. 2009. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~wsr/Manual%20de%20MySQL%20-%20Manual%20completo.htm>>. Acesso em: 28 de abr. 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 6º Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; CRUZ, S. A. B. da; SOUZA, E. de. **Diagnose virtual: um sistema para diagnóstico de doenças do milho via web**. In: CONGRESSO DASBI-AGRO, 2. = AGROSOFT 99, 1999, Campinas. Anais ... [S. l.: s. n.], 2000. Não paginado.

MEDEIROS, E. S. **Desenvolvendo software com UML 2.0**. 1. ed. São Paulo: MAKRON Books, 2004. 264.

MICHALSKI, R.S., DAVIS, J.H., BISHT, V.S., SINCLAIR, J.B.. A computer based advisory system for diagnosing soybean diseases in Illinois. **Plant Disease**, St Paul, v.67, n.4, p. 459-63,1983.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38).

PETERS, James F. et. al. **Engenharia de Software**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. 3. Ed. São Paulo: Pearson, 2010. (Softwares; 12).

ROACH, J.; VIRKAR, R.; WEAVER M.; DRAKE, C. POMME: A computer-based consultation system for apple orchard management using Prolog. **Expert Systems** v. 2, n. 2, p. 56-69. 1985.

SANTOS, Rui Rossi dos. **Programando em Java 2 – Teoria & Aplicações**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

SBS. SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (São Paulo, SP). **O setor florestal brasileiro: fatos e números**. São Paulo: SBS, 2003.

SEJA bem vindo ao NetBeans. 2009. Disponível em:< https://netbeans.org/index_pt_PT.html > .Acesso em: 28 de Maio de 2015.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 8. Ed. São Paulo: Pearson, 2007.(Desenvolvimento rápido de softwares; 260).

TOFFOLI, Giulio. **The Definitive Guide to iReport**. New York: Apress, 2007.

VALVERDE, S.R. Plantações de eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, Curitiba, v.18, n. 107, p. 51-60. 2001.

WIKIPÉDIA. 2008. Disponível em:< <https://pt.wikipedia.org/wiki/NetBeans>> .Acesso em: 28 de Maio de 2015.

ANEXO A – DECLARAÇÃO ACOMPANHAMENTO

Declaração

Declaro, para os devidos fins, que acompanhei o desenvolvimento do sistema de análise e diagnóstico de doenças do eucalipto, o *LyptuSoft*, na condição de Especialista, tendo participação na construção da base de conhecimento e no processo de inferência do mesmo.

Dr. Aderlan Gomes da Silva
Engenheiro Florestal, Fitopatologista
SIAPE 1605451

ASS: Aderlan G. da Silva

ANEXO B – DECLARAÇÃO DE TESTE

Declaração

Declaro, para os devidos fins, que realizei testes de validação do sistema de análise e diagnóstico de doenças do eucalipto, o *LyptuSoft*, na condição de Especialista, simulando um diagnóstico, e considerei os diagnósticos sugeridos, satisfatórios e corretos, considerando o grau de informação sugerido pelo sistema.

Dr. Aderlan Gomes da Silva
Engenheiro Florestal, Fitopatologista
SIAPE 1605451

ASS: Aderlan Gomes da Silva

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO



INSTITUTO FEDERAL
DE MINAS GERAIS
Campus São João Evangelista

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO SOFTWARE *LYPTUSOFT*.

Nome do avaliador: _____ Numero: _____

Área de conhecimento: _____ Escolaridade: _____

1) Como você classifica os diagnósticos sugeridos pelo sistema *LyptuSoft*:

- () Muito Satisfatórios. () Satisfatórios.
() Insatisfatórios. () Muito Insatisfatórios.

2) Em relação a usabilidade do sistema, você considera o mesmo:

- () Muito Fácil. () Fácil.
() Difícil. () Muito Difícil.

3) Você considera que o *LyptuSoft* possa ser usado profissionalmente como sistema de apoio a diagnose de doenças do eucalipto ?

- () Sim.
() Não.

Justifique: _____

4) Você considera que o *LyptuSoft* possa ser usado no âmbito acadêmico ?

- () Sim.
() Não.

Justifique: _____

5) Você achou relevante a ideia principal do sistema ?

- () Sim.
() Não.

Justifique: _____

6) Sugestões ?

São João Evangelista, ____/____/2015

Assinatura do Avaliador