

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**RENATO SALVALAIO**

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA REALIZAR A  
RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA O PLANTIO DO ARROZ**

**CRICÍUMA**

**2014**

**RENATO SALVALAIO**

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA REALIZAR A  
RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA O PLANTIO DO ARROZ**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Luciano Antunes

**CRICIÚMA**

**2014**

**RENATO SALVALAIO**

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA REALIZAR A RECOMENDAÇÃO  
DE ADUBAÇÃO PARA O PLANTIO DO ARROZ**

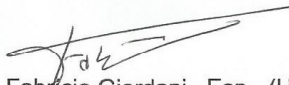
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Engenharia de Software.

Criciúma, 27 de junho de 2014.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Luciano Antunes – MSc. - (UNESC) - Orientador



Prof. Fabricio Giordani –Esp.- (UNESC)



Prof. Gustavo Bisognin – MSc.- (UNESC)

**Dedico este trabalho aos meus familiares, em especial meus pais José e Ana e ao meu irmão Ricardo, cuja educação e apoio foram fundamentais para o que sou hoje. Dedico também aos meus amigos e namorada, que acreditaram e de alguma forma me ajudaram.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida, força e coragem concedidas.

Aos meus pais, irmão, familiares e amigos pelo apoio, estímulo de sempre continuar na caminhada.

A minha namorada pelo apoio e pela compreensão sempre depositados em mim.

Aos técnicos e engenheiros agrônomos consultados que auxiliaram nas dúvidas e forneceram materiais para esse trabalho.

Ao meu orientador Luciano Antunes, pela paciência, sugestões, ajuda e compreensão nos momentos de dificuldades.

Aos professores do curso de Ciência da Computação, pelas experiências e ensinamentos repassados durante esses anos.

De forma geral agradecer a todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desse trabalho.

**“(...) Nenhuma outra atividade econômica alimenta tantas pessoas, sustenta tantas famílias, é tão crucial para o desenvolvimento de tantas nações e apresenta mais impacto sobre o nosso meio ambiente. A produção de arroz alimenta quase a metade do planeta todos os dias, fornece a maior parte da renda principal para milhões de habitações rurais pobres, pode derrubar governos e cobre 11% da terra arável do planeta.”**

**(Ronald Cantrell, 2002).**

## RESUMO

Atualmente o Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz. A região sul do Brasil vem se destacando com 53% da produção nacional.

O cultivo do arroz pode parecer simples pelo fato da alta tecnologia que tem empregada no setor agrícola, mas os produtores enfrentam dificuldades e uma delas é pelo fato da região sul apresentar diferentes tipos de solos. Hoje em dia empresas como as do ramo agroinformáticas, vêm proporcionando benefícios para o setor agrícola, as mesmas oferecem soluções com uso de alta tecnologia visando facilitar os processos dentro dos agronegócios. Através de ferramentas do meio computacional e de estudos levantados, buscando um detalhamento do problema que os produtores encontram, buscou-se o desenvolvimento de um algoritmo que pudesse fornecer os valores de Nitrogênio, Fosforo e Potássio e assim oferecer uma ferramenta que possa auxiliar no processo de recomendação de adubação na cultura do arroz. Para o desenvolvimento da aplicação se faz necessário estudos da linguagem de programação Java e de estudos na área de Engenharia de Software.

**Palavras-chave:** Arroz. Java. Engenharia de Software.

## ABSTRACT

Actually the Brazil the between ten world producers rice. The south region of Brazil comes for highlighting with 53% the national production the cultivate of rice may seen simple because high tech having employed in the agricultural sector but the producers facing difficulties and one of them and because of South region submitted different types of soil. Today companies how the insurance companies computer agriculture providing benefits for the agricultural sector, the same after solution with the use of high technology of tools on the computer and of studies raised searching a detail of the problem is that the producers find. Going to the development of an algorithm that could provide the values nitrogen, phosphorus and potassium and so give an tool that can auxiliary in case of recommendation of manure in culture of rice. For development of application required for doing the study of Java programming language and area de studies in software engineering.

**Key words:** Rice. Java. Software Engineering.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Engenharia de Software em camadas .....	19
Figura 2 – Modelo Clássico .....	20
Figura 3 – Modelo de prototipação .....	22
Figura 4 – Modelo espiral .....	23
Figura 5 – Modelo de projeto.....	24
Figura 6 - Tabela de rastreamento genérico .....	28
Figura 7 - Diagrama UML de classes .....	29
Figura 8 - Processo interação usuário-computador.....	31
Figura 9 - Ciclo da Agricultura de Precisão .....	39
Figura 10- Ambiente de desenvolvimento Java Típico.....	42
Figura 11 - Ambiente de Banco de Dados .....	44
Figura 12 – Modelo ER .....	52
Figura 13 – Diagrama de caso de uso .....	53
Figura 14 – Interface principal Adubar .....	54
Figura 15 – Módulo Generalidades .....	56
Figura 16 – Mensagem de erro .....	56
Figura 17 – Nova recomendação preenchida.....	57
Figura 18 – Recomendações encontradas.....	61
Figura 19 – Valores fornecidos de N, P e K .....	62
Figura 20 – Detalhes de uma recomendação.....	63
Figura 21 – Relatório gerado com sucesso .....	64
Figura 22 – Menu de ajuda.....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Interpretação da análise de fósforo (P) para fins de recomendação de adubação fosfatada para o arroz.....	35
Tabela 2 – interpretação da análise de potássio (K) para fins de recomendação de adubação potássica para o arroz. ....	36
Tabela 3 – recomendação de adubação fosfatada para o arroz, considerando a expectativa de resposta a adubação.....	36
Tabela 4 – recomendação de adubação potássica para o arroz irrigado, considerando a expectativa de resposta a adubação. ....	37
Tabela 5 – Recomendação de adubação nitrogenada para o arroz, considerando expectativa de resposta a adubação.....	37
Tabela 6 – resultados análise de solo.....	66
Tabela 7 – interpretação dos resultados da análise de solo e suas recomendações, realizadas pelo técnico agrícola e pela aplicação desenvolvida.....	67
Tabela 8 – resultados análise de solo.....	67
Tabela 9 – interpretação dos resultados da análise de solo e suas recomendações, realizadas pelo técnico agrícola e pela aplicação desenvolvida.....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A
K	Potássio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
POO	Programação Orientada a Objetos
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
TI	Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.3 JUSTIFICATIVA .....	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2 ENGENHARIA DE SOFTWARE</b> .....	<b>18</b>
2.1 MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE .....	19
<b>2.1.1 Modelo Clássico</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.2 Prototipação</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.3 Modelo Espiral</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.4 Desenvolvimento Iterativo e Incremental</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.5 Metodologia Ágil</b> .....	<b>24</b>
2.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS .....	25
<b>2.2.1 Concepção</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2.2 Levantamento</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.3 Elaboração</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.4 Negociação</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2.5 Especificação</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.6 Validação</b> .....	<b>27</b>
<b>2.2.7 Gestão de requisitos</b> .....	<b>27</b>
2.3 ANÁLISE .....	28
<b>2.3.1 Análise orientada a objetos</b> .....	<b>28</b>
<b>2.3.2 Engenharia de projeto</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.3 Arquitetura de software</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.4 Interface</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.5 Teste de software</b> .....	<b>31</b>
<b>3 ARROZ EM SANTA CATARINA</b> .....	<b>32</b>
3.1 ANÁLISE DE SOLO .....	32
<b>3.1.1 Amostragem do solo</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1.2 Época de amostragem</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1.3 Procedimentos na amostragem</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1.4 Análise em laboratório</b> .....	<b>34</b>

<b>3.1.5 Interpretação dos resultados .....</b>	<b>34</b>
3.2 ADUBAÇÃO .....	35
<b>3.2.1 Adubação de base: fósforo e potássio.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.2 Adubação de cobertura: nitrogênio.....</b>	<b>37</b>
3.3 INFORMATIZAÇÃO NA AGRICULTURA.....	38
<b>4 PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS .....</b>	<b>41</b>
4.1 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVA .....	41
4.2 BANCO DE DADOS.....	43
<b>4.2.1 Modelagem de banco de dados .....</b>	<b>44</b>
4.2.1.1 Modelo conceitual.....	45
4.2.1.2 Modelo lógico .....	45
4.3 FIREBIRD.....	45
<b>5 TRABALHOS CORRELATOS.....</b>	<b>47</b>
5.1 SOFTWARE PARA AUXILIAR O CONTROLE DE SAFRA DE ARROZ PARA AGEPAR .....	47
5.2 ARTIGO TÉCNICO DO SOFTWARE PARA ESTIMATIVA DO CUSTO OPERACIONAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS – MAQCONTROL.....	47
5.3 SOFTWARE PARA FERTIRRIGAÇÃO DA CULTURA DO MORANGUEIRO ...	48
5.4 ADUBARROZ: SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM DO INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ .....	48
5.5 SIRRAD – SOFTWARE DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA REGIÃO DO ALTO SERTÃO PARAIBANO .....	49
<b>6 APLICAÇÃO ADUBAR.....</b>	<b>50</b>
6.1 METODOLOGIA.....	50
<b>6.1.1 Modelagem base de dados.....</b>	<b>51</b>
<b>6.1.2 Modelagem Adubar .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1.3 Desenvolvimento Adubar .....</b>	<b>53</b>
<b>6.1.4 Funcionamento Adubar .....</b>	<b>55</b>
<b>6.1.5 Testes de implementação.....</b>	<b>65</b>
6.2 RESULTADOS OBTIDOS.....	66
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>17</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz. A região sul do Brasil vem se destacando no sistema de cultivo de arroz, em média 53% da produção nacional. No estado de Santa Catarina, a produção vem aumentando juntamente com as áreas cultivadas.

O cultivo do arroz pode parecer simples pelo fato da alta tecnologia empregada no setor agrícola, com máquinas, insumos e sementes de grande qualidade e potencial tecnológico, mas os produtores enfrentam dificuldades e uma delas é pelo fato da região sul apresentar solos de diferentes tipos e características. Para conter este problema na cultura do arroz, é realizada a prática de adubação.

A adubação é de suma importância na cultura do arroz, a sua utilização é necessária para que se possa corrigir as deficiências de nutrientes do solo, visando obter alta produtividade. Por possuir diferentes tipos de fertilizantes e preços é necessário que o produtor tenha em mãos a análise de solos, para que juntamente com um técnico ou engenheiro, possa realizar a recomendação de adubação.

O Brasil vem buscando espaço no mercado internacional, onde visa concorrer com grandes países como Estados Unidos, França, Rússia entre outros. Embora apresentar um setor agrícola com tecnologias avançadas, ainda busca aprimorar mais esse setor, através de novas tecnologias visa-se obter métodos onde possa ter um produto de qualidade e preço competitivo.

Com o avanço tecnológico, empresas como as do ramo agroinformáticas buscam otimizar operações manuais no setor agrícola, utilizando tecnologias de ponta para desenvolver possíveis soluções em softwares, para amenizar problemas no setor agrícola. Apesar das iniciativas de algumas empresas, as mesmas encontram dificuldades por encontrar ambientes desestruturados, sem organização e a falta de investimentos no setor de Tecnologia da Informação (TI).

Devido aos problemas encontrados no setor agrícola e a possibilidade de utilizar recursos da área da informática para amenizar

problemas solúveis, busca-se com conhecimentos adquiridos durante o curso e com o auxílio de ferramentas de programação o desenvolvimento de um software para realizar a recomendação de adubação na cultura do arroz.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um aplicativo desktop, que possa fornecer uma possibilidade de adubação, para correção de solo na cultura do arroz.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos dessa pesquisa consistem em:

- a) analisar, identificar os processos necessários e os resultados de uma análise de solo;
- b) implementar algoritmo que possa fornecer valores de nitrogênio, fosforo e potássio;
- c) apresentar e utilizar métodos de desenvolvimento de software;
- d) desenvolver uma aplicação que utilize os resultados de uma análise de solo, para indicar uma correção adequada.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Hoje, o Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz, com cerca de 11 milhões de toneladas. Na região sul do Brasil, o sistema de cultivo de arroz vem contribuindo em média, com 53% da produção nacional. Em Santa Catarina, na última década a produção de arroz cresceu 42%, passando de 613 mil para 871,6 mil toneladas (EMBRAPA, 2005).

O manejo dos solos cultivado com arroz em Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS) pode parecer simples com relação a facilidade de irrigação, uso de máquinas e baixa suscetibilidade a erosão, pois apresentam áreas planas. Entretanto, por possuir solos que apresentam grandes diferenças entre si, é necessário que se tenha certo conhecimento sobre eles. Os solos

apresentam fertilidade natural de moderada a baixa, sendo assim necessário a prática de adubação, tendo em vista melhor rendimento (EMBRAPA, 2005).

O sucesso para se obter uma recomendação de adubação correta, está associada a coleta e análise de solo e à interpretação dos resultados (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

As condições de solo alagado no cultivo do arroz, promovem alterações físicas, químicas e biológicas, que proporcionam o aumento de nutrientes. Em decorrência, o arroz apresenta menor resposta a calagem e adubação. Tendo em vista que o solo passa por alterações entre safras, e que em várias áreas do cultivo do arroz a fertilidade do solo é baixa, se torna indispensável à prática de adubação (SCIVITTARO; GOMES, 2007).

Apesar da agricultura brasileira ser uma das mais avançadas do mundo, o fator da globalização na economia, faz com que a mesma busque alternativas de melhoria no setor, como por exemplo aliando-se com o uso de tecnologias de ponta, podendo assim competir com grandes concorrentes do mercado internacional (HENRI; JESUS, 2008).

A informática poderá auxiliar no avanço tecnológico, pois a mesma tende a utilizar novas tecnologias, para desenvolvimento de projetos, softwares que possam auxiliar no processo decisório, tendo assim um melhor planejamento das atividades agropecuárias (MEIRA et al, 1996).

A agroinformática, termo criado para referenciar a informática a agricultura, são empresas que buscam desenvolver possíveis soluções, para diferentes problemas no setor agrícola. Através das agroinformáticas, juntamente com o rápido avanço tecnológico, percebe-se que a mesma tende a oferecer cada vez mais soluções para o agronegócio (CÓCARO; JESUS, 2008).

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente pesquisa está dividida em 6 capítulos. No capítulo 1 é apresentada a introdução do projeto proposto, os objetivos gerais e específicos e a justificativa do presente projeto.

No capítulo 2 apresenta-se um levantamento das etapas de desenvolvimento de software que estão presentes na engenharia de software.

No capítulo 3 é apresentada uma introdução da importância do cultivo do arroz em Santa Catarina, dos solos que são encontradas na região. Apresenta-se também os processos que estão envolvidos na análise de solo. Tem ênfase também na introdução da tecnologia nos agronegócios.

No capítulo 4 apresenta-se um levantamento de programação orientada a objetos, banco de dados, modelagem de banco de dados e etapas de desenvolvimento de software que estão presentes na engenharia de software.

Diversos trabalhos correlatos são descritos no capítulo 5, a fim de proporcionar uma visão mais abrangente sobre técnicas de adubação, introdução de tecnologias nos agronegócios e como os mesmos podem ser fundamentais para oferecer uma possível solução em um problema.

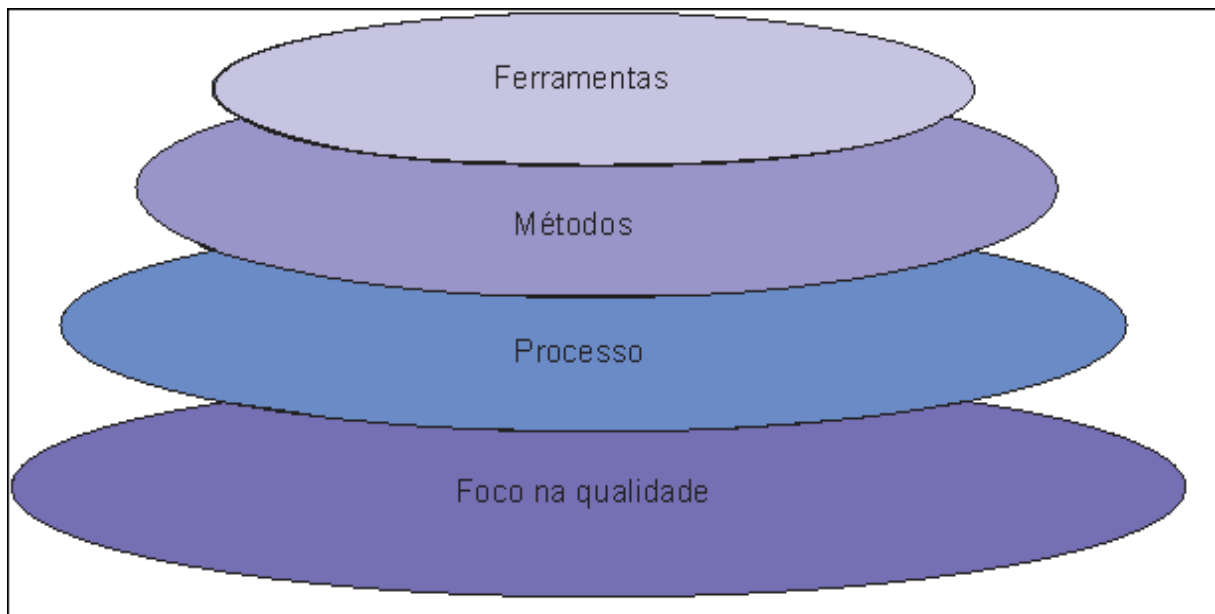
Finalmente no capítulo 6 é mostrado todo o desenvolvimento prático da pesquisa. Serão demonstradas as modelagens realizadas para o desenvolvimento, as técnicas utilizadas e os resultados obtidos com esse desenvolvimento.

## 2 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Segundo Pressman (2006), o software tornou-se um elemento chave para a evolução de sistemas e dos produtos baseados em computadores. Nos últimos 50 anos passou de apenas ser uma ferramenta para resolução de problemas, a um produto indispensável na indústria. Contudo ainda a dificuldades na construção do mesmo, problemas encontrados em se desenvolver softwares de alta qualidade, prazo e dentro do orçamento. Em meio a essas dificuldades, a engenharia de software propõe-se auxiliar no desenvolvimento de software de alta qualidade, através de estruturas e planejamentos.

A engenharia de software é uma tecnologia em camadas (Figura 1), todas as etapas dessa camada devem se apoiar na qualidade organizacional. A base dessa tecnologia é o foco na qualidade. O processo, dentro das camadas de engenharia de software é o alicerce, ele é responsável por manter unidas as tecnologias empregadas no desenvolvimento de softwares para computadores. Os métodos de engenharia de software, é a técnica que será empregada no desenvolvimento do software. Abrangem diversas tarefas como, comunicação, análise de requisitos, modelagem, construção, testes e manutenção. As ferramentas de engenharia de software fornecem apoio as camadas de processo e métodos, através de ferramentas automatizadas ou semi-automatizado (PRESSMAN, 2006).

Figura 1 - Engenharia de Software em camadas



Fonte: Pressman (2006).

## 2.1 MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Segundo Sommerville (2003) um processo de *software* é um conjunto de atividades e resultados que auxiliam no desenvolvimento de um *software*. Existem diferentes tipos de processos, sendo que pode-se utilizar diferentes processos para a produção de um mesmo produto. Embora existir vários tipos de processos, é comum encontrar mesmas atividades entre eles, sendo algumas delas, Especificação de *software*, Projeto e implementação de *software*, Validação de *software*, Evolução de *software*.

Na primeira etapa, especificação de *software*, busca-se obter as funcionalidades do software, como será sua operação. Na segunda etapa do projeto e implementação de *software*, são disponibilizados modelos através de diagramas para que possam ser implementados em uma linguagem de programação. Na próxima etapa, a validação do *software*, será analisado se todas as funcionalidades foram implementadas. Na última etapa, a evolução de *software*, precisa-se garantir que o mesmo irá evoluir, sendo assim continuar útil ao cliente (SOARES, 2004).

Tratando-se ainda de processos de *software*, existem vários que estão inseridos na Engenharia de *Software*. Dentre os vários processos, existem as metodologias tradicionais e as metodologias ágeis. Em meio as principais metodologias tradicionais, utiliza-se ainda nos dias atuais o Modelo Clássico.

Segundo Soares (2004), nas metodologias ágeis não se rejeita os processos e ferramentas, a documentação, a negociação ou o planejamento, ela simplesmente mostra que os mesmos apresentam importância secundária quando são comparadas com os indivíduos e interações com o *software*.

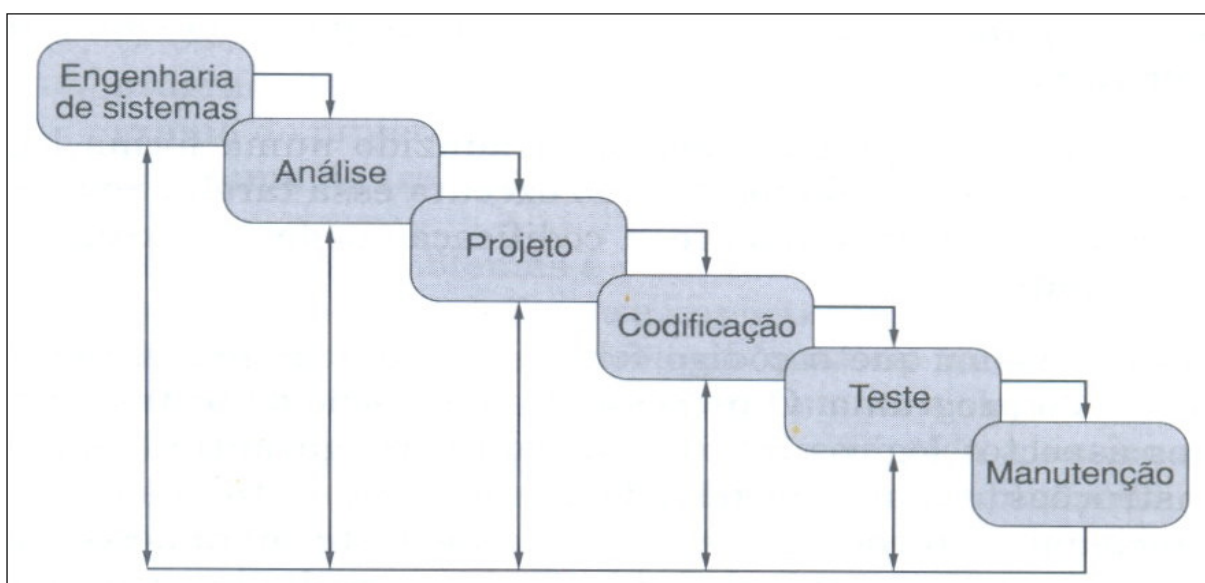
Apresentam-se a seguir alguns modelos conhecidos e utilizados no desenvolvimento de *softwares*.

### 2.1.1 Modelo Clássico

O modelo clássico também conhecido como Modelo em Cascata, compreende-se em um modelo onde considera-se os processos de especificações, desenvolvimento, validação e evolução, onde os mesmos são fundamentais ao processo (PRESSMAN, 2006).

É apresentado na figura 2, o ciclo de desenvolvimento de *software* utilizando o modelo clássico.

Figura 2 – Modelo Clássico



Fonte: Pressman (2006).

Segundo Pereira Junior (2011), o resultado de cada fase envolve documentações onde as mesmas necessitam ser aprovadas e assinadas. A fase seguinte só é iniciada após a conclusão da fase que a antecede.

Devido ao alto custo empregado nesse modelo, pode acontecer de se realizar a suspensão de algumas especificações e prosseguir então para próximas fases. Quando são levantados problemas, os mesmos são repassados para fases posteriores, são ignorados ou podem ser programados para serem solucionados. Deve-se então atentar aos requisitos e as etapas posteriores do projeto, pois pode-se ao final obter-se um sistema que não atenderá as necessidades do cliente (PRESSMAN, 2006).

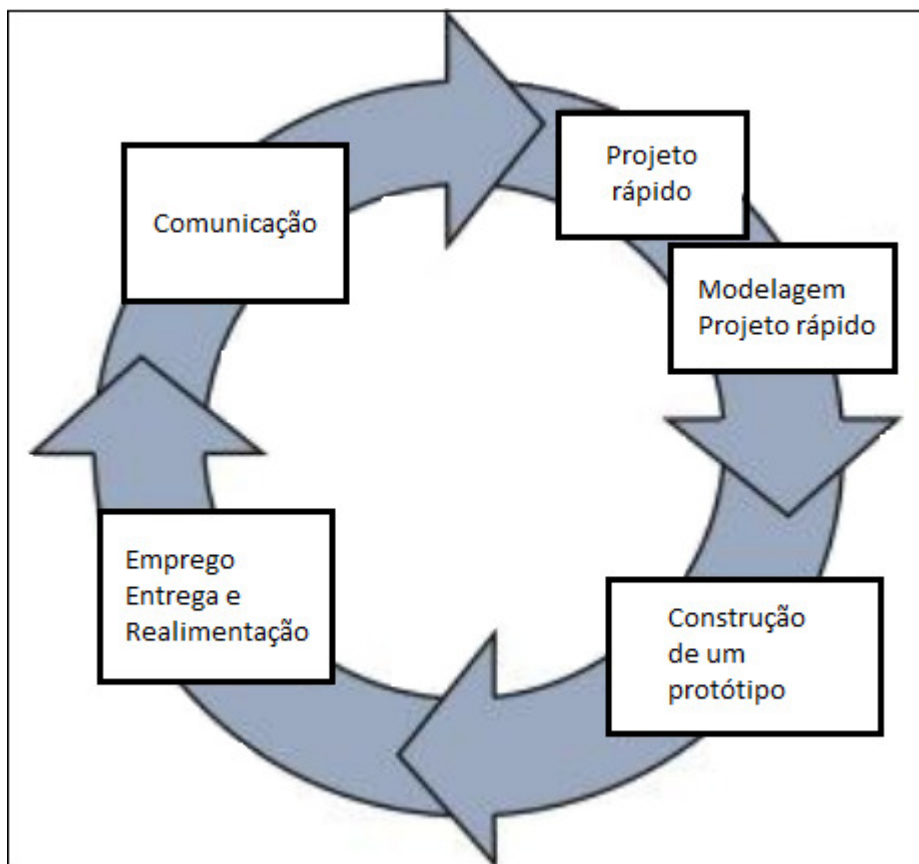
### **2.1.2 Prototipação**

Este modelo de desenvolvimento, baseia-se em desenvolver um protótipo do produto desejado, assim que o desenvolvedor interagir diretamente com o usuário. A medida que o usuário começa a passar seus pedidos e requisitos, o desenvolvedor começa a prototipagem.

Um dos principais objetivos da Prototipação é contornar algumas limitações existentes no modelo cascata. A medida que os requisitos são fornecidos pelo usuário, os desenvolvedores já podem apresentá-lo um tipo de protótipo sendo ele de papel, ou modelo executável em PC, um programa existente que permita representar parte das funções ou até mesma todas desejadas no *software* a se construir e também pode-se através de um protótipo de trabalho que implemente um subconjunto dos requisitos indicados (MAZZOLA, 2010).

Segundo Falbo (2011), a prototipagem é uma técnica valiosa no levantamento de requisitos. Com sua utilização os usuários são estimulados a pensar em um nível mais real de requisitos e a estabelecer um diálogo sobre eles.

Figura 3 – Modelo de prototipação



Fonte: Pressman (2006).

Segundo Pressman (2006) o modelo de prototipação pode ser problemático, à medida que os interessados passam a enxergar o protótipo como uma versão operacional, ignorando que o mesmo foi desenvolvido de forma não organizada, na pressa e não considerando a qualidade global do software. Contudo pode ser um paradigma efetivo para a engenharia de software. O segredo é as regras serem definidas logo no início, ou seja, em ambas as partes envolvidas aceitar o protótipo desenvolvido como uma ferramenta para definição de requisitos.

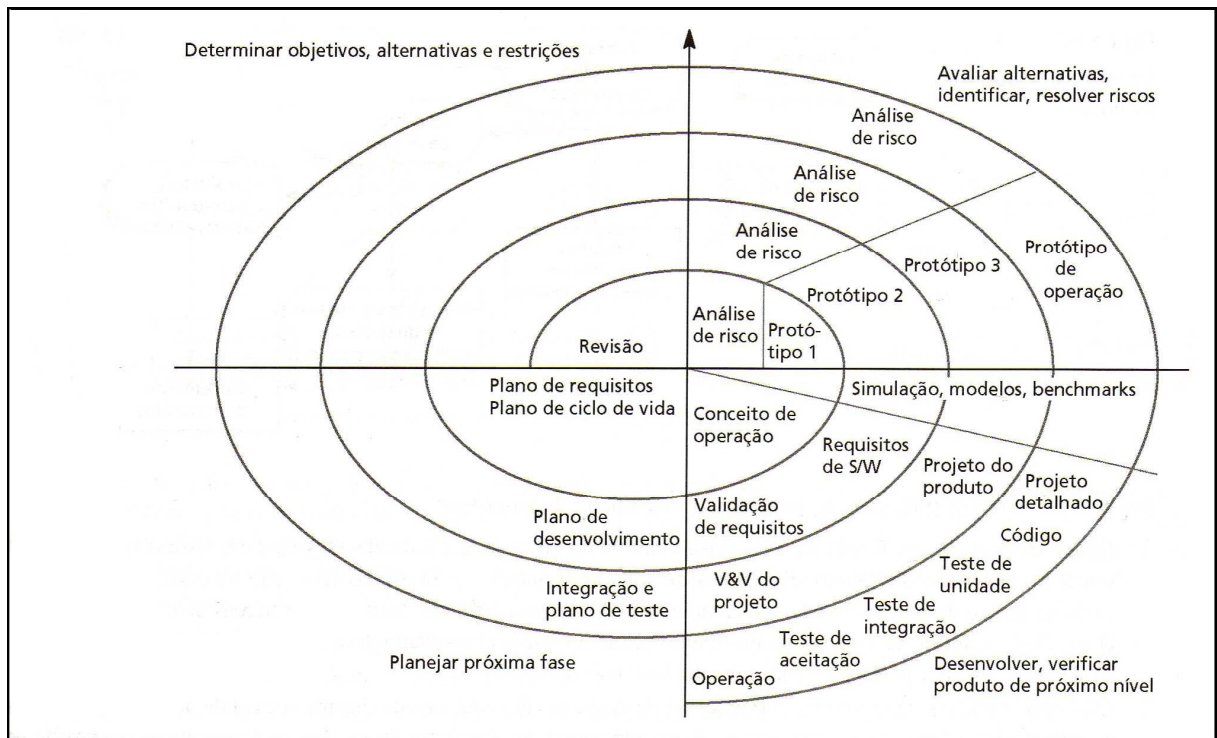
### 2.1.3 Modelo Espiral

O modelo espiral foi proposto originalmente por Barry Boehm, nesse modelo o processo de software acopla a natureza iterativa da prototipação com os aspectos sistemáticos e controlados do modelo cascata. Com sua utilização

tende-se a fornecer um desenvolvimento de versões cada vez mais completas do software proposto (PRESSMAN, 2006).

Cada ciclo que se inicia na espiral começa com a identificação dos objetivos e as diferentes alternativas para que os mesmos possam ser alcançados, assim como suas restrições. A partir das diferentes alternativas levantadas com base nos objetivos fixados, é realizada uma avaliação sobre as mesmas para que possam ser definidos incertezas e riscos que constam em cada uma. A continuidade do processo de desenvolvimento depende dos riscos remanescentes, sendo eles relacionados ao desempenho ou a interface (MAZZOLA, 2010).

Figura 4 – Modelo espiral



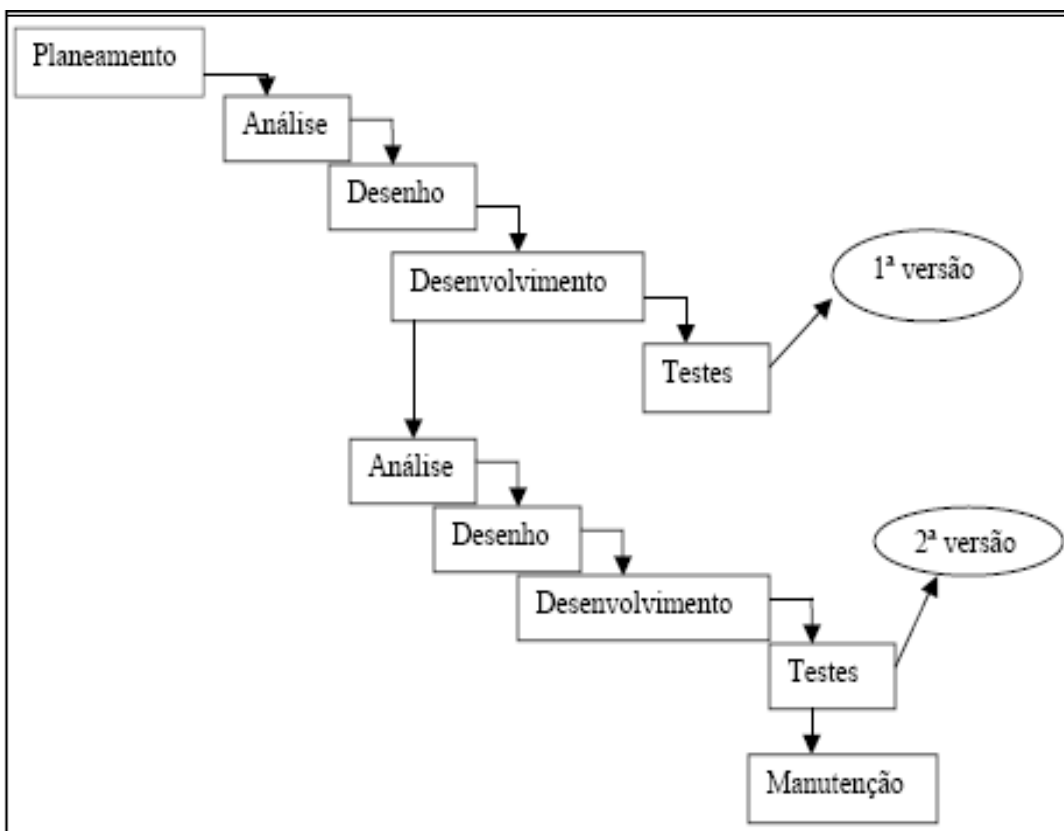
Fonte: Sommerville (2003).

Diferente de outros modelos, que se encerram quando o software é entregue, no modelo espiral pode ser adaptado que o mesmo permaneça aplicado ao longo da vida do software. O modelo espiral se aplicado corretamente, reduz os riscos técnicos em todos os estágios do projeto antes de se tornarem problemáticos (PRESSMAN, 2006).

### 2.1.4 Desenvolvimento Iterativo e Incremental

O modelo iterativo e incremental foi proposto a suprir problemas encontrados no modelo cascata. Os processos de desenvolvimento são divididos em ciclos, sendo que em cada um deles são realizadas análise, projeto, implementação e testes. Cada ciclo possui subconjunto de requisitos, tendo que os mesmos serem implementados, fornecendo assim a cada ciclo um novo incremento no *software*.

Figura 5 – Modelo de projeto



Fonte: Bezerra (2003).

### 2.1.5 Metodologia Ágil

A metodologia ágil tornou-se popular quando um grupo de especialistas criaram a Aliança Ágil e estabeleceram o Manifesto Ágil para o desenvolvimento de software. Os principais valores que eram empregados pelo manifesto, consistiam em que os indivíduos e interações valem mais que

processos e ferramentas, que um software funcionando vale mais que documentação, a participação do cliente vale mais que o contrato estabelecido e que informar mudanças é mais prático que seguir um plano.

O seu funcionamento é baseado no ciclo de desenvolvimento incremental e iterativo, pois em ambos o foco tende a colaboração do cliente, o valor é dado nos indivíduos e a presença de mudanças (LUDVING; REINERT, 2007).

## 2.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Segundo Almentero (2011), a engenharia de requisitos estabelece o processo de definição de requisitos, onde o que deve ser feito é modelado, analisado e elicitado. Estão compreendidos nesse processo uma combinação de métodos, ferramentas e pessoal.

A engenharia de requisitos busca entender os requisitos de um determinado problema, podendo auxiliar a engenharia de software na resolução do mesmo. No desenvolvimento de um software, a engenharia de requisitos começa na atividade de comunicação com o cliente e estende-se até a modelagem. Constrói uma ponte entre o projeto e a construção. A engenharia de requisitos fornece mecanismos adequados para que se possa extrair as informações necessárias do cliente, determinando o que o cliente deseja. Durante o processo de engenharia de requisitos, são executadas algumas funções distintas: concepção, levantamento, elaboração, negociação, especificação, validação e gestão. Algumas dessas funções ocorrem em paralelo e todas são adaptáveis as necessidades do projeto (PRESSMAN, 2006).

### 2.2.1 Concepção

Na concepção do projeto, é realizado um levantamento e análise das necessidades do cliente e conceitos da aplicação. Geralmente os levantamentos preliminares são obtidos nos primeiros dias, mas em projetos

com um nível de complexidade maior pode ocorrer a necessidade de realizar estudos de viabilidade e confecção de protótipos. A intenção nessa etapa é estabelecer uma conexão com o cliente, buscando o entendimento do problema, possíveis soluções desejadas e a comunicação do cliente com o desenvolvedor (PAULA FILHO, 2000).

### **2.2.2 Levantamento**

Nessa etapa deve-se levantar os requisitos a um nível detalhado, que possa satisfazer ao cliente, usuários e desenvolvedores. Para se obter maior eficácia na captura dos requisitos, é recomendado a utilização de oficinas estruturadas, onde deverá ter participação ativa todas as partes interessadas (PAULA FILHO, 2000).

O levantamento de requisitos pode parecer uma etapa fácil, pois seria apenas o cliente fornecer o que ele deseja com o software, mas segundo Pressman (2006), pode-se identificar problemas durante esse processo como: problemas de escopo, problemas de entendimento, problemas de volatilidade.

### **2.2.3 Elaboração**

Na elaboração é obtido todas as informações e o levantamento que foi extraído do cliente. Posteriormente é refinado e expandido, busca-se extrair um modelo técnico tendo foco nas funções, características e restrições do software. Ainda na elaboração é realizado um modelagem de análise, guiada pelo desenvolvimento de cenários, que os usuários finais iram interagir. Em cada cenário é possível extrair classes, de classes atributos e domínios (PRESSMAN, 2006).

### **2.2.4 Negociação**

Geralmente clientes e usuário pedem algo que não pode ser atendidos, diante dos recursos limitados do negócio. Pode ocorrer ocasiões em

que diferentes usuários ou clientes peçam algo que gere conflitos no sistema. É em ocasiões como essas que foram citadas que a negociação pode auxiliar, por meio de ordenação de requisitos e prioridades. Por haver mudanças de requisitos, busca-se através da negociação, realizar novas estimativas de desenvolvimento, novos prazos serão estabelecidos, aumento de custo do projeto, de modo que ambas as partes alcancem algum grau de satisfação (PRESSMAN, 2006).

### **2.2.5 Especificação**

Segundo Pressman (2006) entende-se por especificação, um documento escrito, um modelo matemático formal, um protótipo ou qualquer combinação desses elementos. É nessa etapa que se obtém a descrição completa e revisada do comportamento do software (PAULA FILHO, 2000).

A especificação é o produto final produzido pelo engenheiro de software, ela irá descrever o desempenho e o funcionamento do software e também as restrições no desenvolvimento (PRESSMAN, 2006).

### **2.2.6 Validação**

Na validação ocorre o processo de qualidade do trabalho resultante da engenharia de requisitos. Nesse processo procura-se analisar as especificações dos requisitos, procurando por erros de ambiguidades, inconsistências e omissões. Atualmente a principal técnica para realizar a validação de requisitos é a técnica formal, onde a mesma é realizada por engenheiros de software, clientes, usuários e outros (PRESSMAN, 2006).

### **2.2.7 Gestão de requisitos**

A gestão de requisitos tem início juntamente com a identificação de cada requisito, onde ao identifica-los é atribuído um identificador. Quando um requisito é identificado, criam-se tabelas de rastreamento (Figura 6), onde

serão relacionados e identificados com um ou mais aspectos do sistema (PRESSMAN, 2006).

Figura 6 - Tabela de rastreamento genérico

Requisitos	Aspecto específico do sistema ou do seu ambiente								
	A01	A02	A03	A04	A05				Aii
R01			✓		✓				
R02	✓		✓						
R03	✓			✓					✓
R04		✓			✓				
R05	✓	✓		✓					✓
Rnn	✓		✓						

Fonte: Pressman, (2006).

## 2.3 ANÁLISE

Segundo Paula Filho (2000), o modelo de análise deve conter os detalhes necessários para servir de base para o desenho do produto, porém os detalhes que pertencem ao domínio da implementação não devem ser colocados.

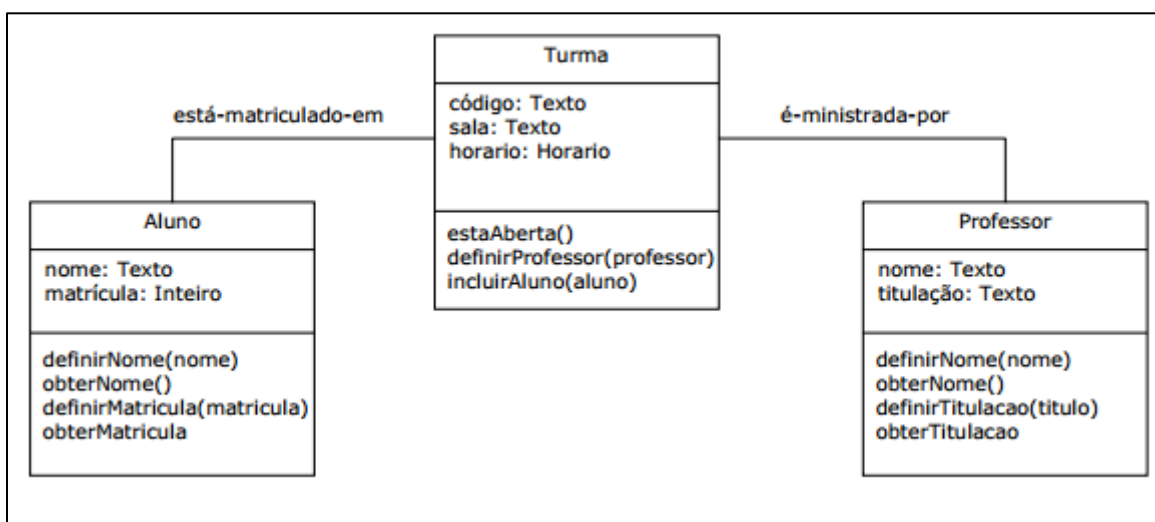
A análise de requisitos deve resultar nas características operacionais do software. A partir dela o engenheiro de software poderá construir modelos de cenários dos usuários, atividades funcionais, comportamentos do sistema, classes e fluxo de dados conforme são transformados (PRESSMAN, 2006).

### 2.3.1 Análise orientada a objetos

A análise orientada a objetos cria modelos orientado a classes, elaborando casos de uso. A partir desses casos de uso cria-se uma ponte funcional entre o processo de negócio e a solução esperada para o software.

Geralmente o resultado obtido da análise orientada a objetos, são diagramas *Unified Modeling Language* (UML) das classes, como mostra na figura 7 (PRESSMAN, 2006).

Figura 7 - Diagrama UML de classes



Fonte: Do autor.

### 2.3.2 Engenharia de projeto

A engenharia de projeto tem seu foco voltado para qualidade do software, para isso utiliza conceitos e práticas de desenvolvimentos. Através dela é reproduzido um modelo ou representação do que se espera do software, é fornecido detalhes sobre as estruturas de dados, interface, arquitetura e componentes necessários para implementar o sistema. O projeto de software situa-se no núcleo da engenharia de software e é iniciada logo após que os requisitos de software tenham sido analisados e modelados (PRESSMAN, 2006).

Segundo Pressman (2006), a importância do projeto de software pode ser definida apenas em uma palavra – qualidade. É durante o projeto que são apresentadas representações do software, podendo ser analisado a qualidade do mesmo. Sem realizar esta etapa, fica sujeito no desenvolvimento de um software instável, sujeito a erros quando forem feitas pequenas alterações.

### **2.3.3 Arquitetura de software**

Segundo Leite (2000) a arquitetura de software fornece uma especificação do funcionamento do software. Através dela é possível realizar operações como, especificar, visualizar e documentar a estrutura e o funcionamento do software. Ela pode descrever tanto a estrutura lógica quanto a arquitetura física dos componentes que formam o software.

Segundo Pressman (2006) os componentes de software são os módulos de programa e as representações de dados manipulados pelo mesmo. Sendo assim o projeto de dados está contido na arquitetura do software.

O projeto de dados utiliza do modelo de análise para identificar as estruturas de dados que estão contidas no software. Os atributos, relacionamentos dos objetos influenciam diretamente na estrutura de dados. Em um nível mais alto o projeto de dados pode ser utilizado no desenvolvimento da arquitetura de um banco de dados (PRESSMAN, 2006).

### **2.3.4 Interface**

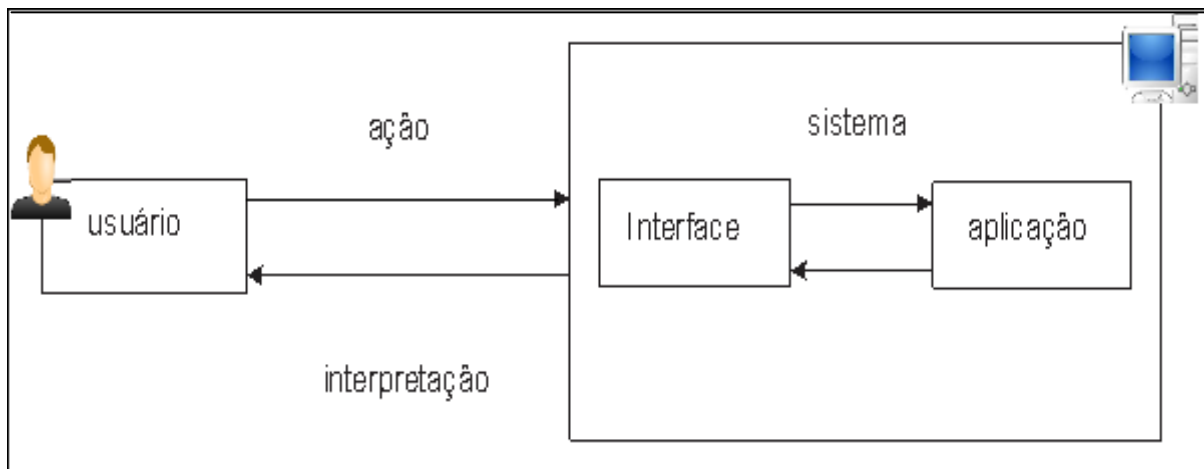
A interface com o usuário é uma das partes fundamentais no desenvolvimento de softwares, através dela que o usuário se comunica e realiza tarefas. Atualmente as interfaces procuram ser simples, de fácil utilização, deixando o usuário seguro nas tarefas de rotina (OLIVIERI et al, [entre 2003 e 2007]).

O projeto de interface com o usuário procura criar um meio de comunicação entre o usuário e o computador. Através de um conjunto de princípios de interface, o projeto identifica princípios e objetos de interface e posteriormente cria layout de tela, onde forma a base de um protótipo para o usuário (PRESSMAN, 2006).

O projeto de interface busca englobar as ações realizadas pelo usuário e as interpretações do mesmo com relação as respostas apresentadas na interface (SOUSA et al, [entre 2000 e 2003]).

Na figura 8 o processo de interação entre o usuário-computador.

Figura 8 - Processo interação usuário-computador



Fonte: Sousa et al [entre 2000 e 2003].

Segundo Pressman (2006), a interface com o usuário pode ser considerada uma das etapas mais importante de um sistema, pois uma interface mal projetada acarreta no desempenho do usuário, podendo também provocar falhas na aplicação.

### 2.3.5 Teste de software

O objetivo de realizar teste de software é em encontrar erros no software. Para que esses erros sejam localizados o software passa por uma série de testes – testes de unidade, integridade, validação e de sistema.

Segundo Pressman (2006, p. 312):

Os testes de unidade e de integração concentram-se na verificação funcional de um componente e na incorporação de componentes em uma estrutura de programa. Os testes de validação demonstram a rastreabilidade aos requisitos do software e os testes de sistema validam o software depois de ter sido incorporado a um sistema maior.

### **3 ARROZ EM SANTA CATARINA**

Segundo Epagri (2005), Santa Catarina é um tradicional estado produtor de arroz, diferenciando-se pela utilização do sistema de cultivo pré-germinado, em grande parte da área cultivada.

No ano agrícola 2008/09 em 83 municípios de Santa Catarina, foram cultivados 149.000ha, tendo uma produção de 1,05 milhão de toneladas de arroz em casca. A produtividade média obtida entre as últimas safras foi aproximadamente 7t/ha (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

Em Santa Catarina a maioria das propriedades em que se utiliza o sistema de cultivo pré-germinado, encontram-se pequenas lavouras, tendo em média 13,5ha. Nos últimos anos os proprietários vêm adotando a técnica de arrendamento, onde pode-se perceber o aumento do tamanho das áreas cultivadas, acarretando em uma média de 17,8ha (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

O crescimento da produtividade e produção alcançado em Santa Catarina, deve-se principalmente a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A (EPAGRI), que através de suas estações experimentais, vem gerando e fornecendo ao produtor tecnologia para que possa beneficiá-lo em sua produção (EPAGRI, 2005).

No estado de Santa Catarina, o manejo dos solos cultivado com arroz, pode parecer simples em função de baixa suscetibilidade à erosão, facilidade do uso de máquinas e de condições favoráveis a irrigação, pois apresentam áreas planas, amplas e contínuas. Porém, por apresentar características peculiares, o manejo de cada tipo de solo torna-se de extrema complexidade, exigindo que se tenha algum conhecimento sobre eles, para que se possa manejá-los (EMBRAPA, 2005).

#### **3.1 ANÁLISE DE SOLO**

Na cultura do arroz a adubação é uma das práticas de maior importância para que se obtenha alta produtividade. Visando saber quais

fertilizantes utilizar, é recomendado que faça uma análise de solo, assim o produtor poderá aplicar a quantidade e o produto certo, obtendo custo e benefício adequado (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

A análise de solos é um método onde o produtor poderá perceber a capacidade de um solo suprir nutrientes para a planta. É uma forma simples e rápida que trará benefícios para o produtor, pois o mesmo terá em mãos quais nutrientes estão escassos em um determinado talhão de terra, podendo assim aplicar corretivos e fertilizantes certos para a lavoura (CARDOSO; FERNANDES; FERNANDES, 2009).

A análise de solo pode ser dividida em três etapas: amostragem do solo, análise em laboratório e interpretação dos resultados (FURTINI NETO et al, 2001).

### **3.1.1 Amostragem do solo**

A amostragem do solo é a etapa mais crítica do processo de análise, pois é nela que se realiza a coleta do solo a fim de se obter uma amostra. O produtor ao realizar a coleta tem que tomar certos cuidados pois uma pequena amostra de terra representará alguns hectares de terras. O laboratório onde serão realizadas as análises nas amostras, não poderá diagnosticar uma amostra mal coletada (SOSBAI, 2012).

### **3.1.2 Época de amostragem**

A amostra do solo pode ser realizado em qualquer época do ano. Porém tendo-se em base que são necessárias de duas a três semanas para que se obtenha o resultado da análise, é recomendado que o produtor envie as amostras até dois meses antes da prática de adubação (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004).

### **3.1.3 Procedimentos na amostragem**

Tendo em vista o local a ser coletado a amostragem, o mesmo deve ser limpo, eliminando restos de plantas, pedras das superfícies, folhas ou ramos, contudo evitar de revirar o solo (FURTINI NETO et al, 2001). Ao se utilizar a pá-de-corte, deve-se abrir um buraco de aproximadamente 20 cm de profundidade, escolher entre uma das bordas e cortar uma fatia de 2 a 5 cm de espessura, conservar a fatia sobre a pá e, com o auxílio de uma ferramenta separar os bordos, coletando apenas o miolo e armazená-lo em um recipiente. Realizar esses procedimentos para quantas amostras forem coletadas, ao final misturar todas as amostras buscando uma mistura homogênea. Para que possa ser encaminhada ao laboratório é coletado  $\frac{1}{2}$  kg de solo dessa mistura obtida, armazenado em um saco limpo, etiquetar e preencher o formulário de informações (SOSBAI, 2012).

#### **3.1.4 Análise em laboratório**

Existem atualmente no país vários laboratórios, públicos e privados, que são capacitados para realizarem a análise de solo (CARDOSO; FERNANDES; FERNANDES, 2009).

Uma análise pode-se considerar completa se a mesma obter as seguintes determinações: pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, manganês, cobre, ferro, boro, alumínio, hidrogênio mais alumínio, teor de matéria orgânica e análise granulométrica.

O técnico deverá ter participação desde a escolha do laboratório aos resultados obtidos com ela, podendo juntamente com o produtor realizar uma definição de correção do solo (FURTINI NETO et al, 2001).

#### **3.1.5 Interpretação dos resultados**

Juntamente com o produtor, o técnico deverá obter a melhor forma dos fertilizantes em que deverão ser utilizados para correção do solo.

O próprio produtor influenciará muito na indicação dos fertilizantes, pois devem ser considerados o histórico da área e até mesmo a cultivar que o mesmo pretenderá utilizar (EPAGRI, 2005).

### 3.2 ADUBAÇÃO

As recomendações de adubação na cultura do arroz, visam proporcionar um retorno líquido maior por cultivo e por unidade de área. Para que se possa fornecer uma recomendação adequada, é necessário que o produtor tenha em mãos os resultados da análise de solo (SOSBAI, 2003).

#### 3.2.1 Adubação de base: fósforo e potássio

Fósforo (P) e Potássio (K) são elementos químicos indispensáveis para as plantas, para que possam ser mais bem utilizados podem ser incorporados no preparo do solo, ou quando o arroz estiver em fase de perfilhamento (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

A interpretação do teor de P obedece aos critérios da tabela 1.

Tabela 1 – Interpretação da análise de fósforo (P) para fins de recomendação de adubação fosfatada para o arroz.

<b>Interpretação do teor de P do solo</b>	<b>P extraído Mehlich -1(mg/dm<sup>3</sup>)</b>
Baixo	≤ 3
Médio	3,1 a 6
Alto	6,1 a 12
Muito Alto	> 12

Fonte: Sosbai (2012).

Considerando o valor de 6,0 mg P/dm<sup>3</sup> no solo, é considerado o teor crítico, tendo assim um retorno econômico a adubação muito pequena ou até mesmo nula (SOSBAI, 2012).

Os teores de potássio são interpretados em função da capacidade de troca de cátions do solo. Independentemente do valor admite-se que a probabilidade de retorno econômico da adubação potássica em solos contendo

teores acima do teor crítico é muito pequena ou nula (SOSBAI, 2012). Na tabela 2 é apresentada a interpretação do teor de K.

Tabela 2 – interpretação da análise de potássio (K) para fins de recomendação de adubação potássica para o arroz.

Interpretação do teor de K do solo	CTC <sub>Ph7,0</sub> – cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		
	< 5	5 – 15	>15
Baixo	≤ 30	≤ 40	≤ 60
Médio	31 a 45	41 a 60	61 a 90
Alto	46 a 90	61 a 120	91 a 180
Muito Alto	> 90	>120	>180

Fonte: Sosbai (2012).

A tabela 3 indica as doses de fósforo com base no seu teor no solo extraído da tabela 1.

Tabela 3 – recomendação de adubação fosfatada para o arroz, considerando a expectativa de resposta a adubação.

Interpretação do teor de P <sup>(2)</sup>	Expectativa de resposta à adubação	
	Média	Alta
	-----Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha-----	
Baixo	-----	
Médio	50	60
Alto	40	50
Muito Alto	30	40
	≤30	≤40

Fonte: Sosbai (2012).

A tabela 4 indica as doses de potássio com base no seu teor no solo extraído da tabela 2.

Tabela 4 – recomendação de adubação potássica para o arroz irrigado, considerando a expectativa de resposta a adubação.

Interpretação do teor de K <sup>(3)</sup>	Expectativa de resposta à adubação	
	Média	Alta
	-----Kg de K <sub>2</sub> O/ha-----	
Baixo	----	
Médio	75	90
Alto	55	70
Muito Alto	35	50
	≤35	≤50

Fonte: Sosbai (2012).

### 3.2.2 Adubação de cobertura: nitrogênio

Para a recomendação de Nitrogênio (N), o técnico ou engenheiro agrônomo responsável deverá analisar o histórico da área a ser aplicada, levando em consideração os cultivares anteriormente cultivados, o teor de matéria orgânica do solo e doenças que provavelmente ocorreram com o excesso da aplicação de nitrogênio (EPAGRI, 2005).

A quantidade de N a ser aplicada obedecem as recomendações da tabela 5, podendo sofrer alterações se o responsável, obter modificações anteriores na área a ser aplicada (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

Tabela 5 – Recomendação de adubação nitrogenada para o arroz, considerando expectativa de resposta a adubação

Teor de matéria orgânica do solo	Expectativa de resposta à adubação	
	Média	Alta
%	-----Kg de N/há-----	
≤ 2,5	-	
2,6 a 5,0	90	120
> 5,0	80	110
	≤70	≤100

Fonte: Sosbai (2012).

### 3.3 INFORMATIZAÇÃO NA AGRICULTURA

Apesar da agricultura brasileira ser uma das mais avançadas do mundo, o fator da globalização na economia, faz com que a mesma busque alternativas de melhoria no setor, como por exemplo aliando-se com o uso de tecnologias de ponta, podendo assim competir com grandes concorrentes do mercado internacional. Para obter esse espaço no mercado internacional, as tecnologias envolvidas devem proporcionar como resultado final um produto de qualidade e com preços competitivos (CÓCARO; JESUS, 2008).

Atualmente o Brasil vem perdendo espaço na competitividade econômica no setor agrícola, a falta de conhecimento sobre os diferentes ecossistemas e o uso de tecnologias inadequadas, estão agravando essa situação. Em países de tecnologias avançadas, vem se adotando o uso da Agricultura de Precisão, visando maximizar o uso de insumos agrícolas, aproveitando ao máximo o potencial dos solos. No Brasil, em algumas regiões já está sendo adotada a técnica da Agricultura de Precisão, mas ainda em fase experimental (JORGE; TORRE NETO, 2005).

A Agricultura de Precisão consiste de um ciclo (figura 9) de análise da produtividade e características do solo, controle preciso da aplicação de insumos, agrotóxicos e controle preciso da plantação. As vantagens na utilização da Agricultura de Precisão, tem como exemplo, a economia na aplicação de insumos sejam eles fertilizantes ou defensivos agrícolas, aumento da produtividade, devido a maximização de produtividade do solo, entre outros (ARVUS, 2005).

Figura 9 - Ciclo da Agricultura de Precisão



Fonte: Arvus (2005).

A informática poderá auxiliar no avanço tecnológico, pois a mesma pode encarregar-se de utilizar as novas tecnologias, para desenvolvimento de projetos, softwares, que possam auxiliar no processo decisório, permitindo um melhor planejamento das atividades agropecuárias (MEIRA et al, 1996).

A agroinformática, termo criado para referenciar a informática a agricultura, são empresas que buscam desenvolver possíveis soluções, para diferentes problemas no setor agrícola. Empresas que buscam através de novas tecnologias oferecer soluções, como exemplo softwares para manipulação dos dados, controle de máquinas, custos, enfim buscam desenvolver softwares que possam organizar as tarefas no setor agrícola (CÓCARO; JESUS, 2008).

Contudo, por melhores que sejam os softwares oferecidos, dificilmente o produtor terá bons resultados sem que haja um preparo

adequado na propriedade, se faz necessário, que se tenha uma rotina de trabalho organizada, independente de se ter computadores ou não. Nessa etapa é necessário que se tenha uma estruturação, para que posteriormente possa ser inserido a etapa de automação (MEIRA et al,1996).

No processo de automação, que é a parte onde é inserido o processo da tecnologia informática dentro da estrutura da propriedade, pode-se dividi-la em três estratégicas básicas (JESUS et al,1996).

Opção de longo prazo – o programa atende a todos os requisitos, mas o custo é alto, tanto de desenvolvimento, como de manutenção;  
Opção de curto prazo e menor custo – os pacotes mais utilizados são planilhas eletrônicas, gerenciadores de banco de dados e editores de texto, que tem aplicação limitada;  
Opção intermediária – corre-se o risco de aceitar que sejam controlados aspectos não relevantes em detrimento de outros mais relacionados com os objetivos e estratégias da organização (MEIRA et al, 1996, p. 6).

Através das agroinformáticas juntamente com o rápido avanço tecnológico, percebe-se que a mesma tende a oferecer cada vez mais soluções para o agronegócio. Um dos grandes problemas encontrados, é ainda por parte de empresas, como agropecuárias, que demoram ou até mesmo não integram o uso eficiente das TIs a seu favor. Muitas custam integrar-se, pelo fato do elevado custo inicial, dificuldade de prever retornos na área e pela dificuldade de encontrar profissionais qualificados (CÓCARO; JESUS, 2008).

## **4 PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS**

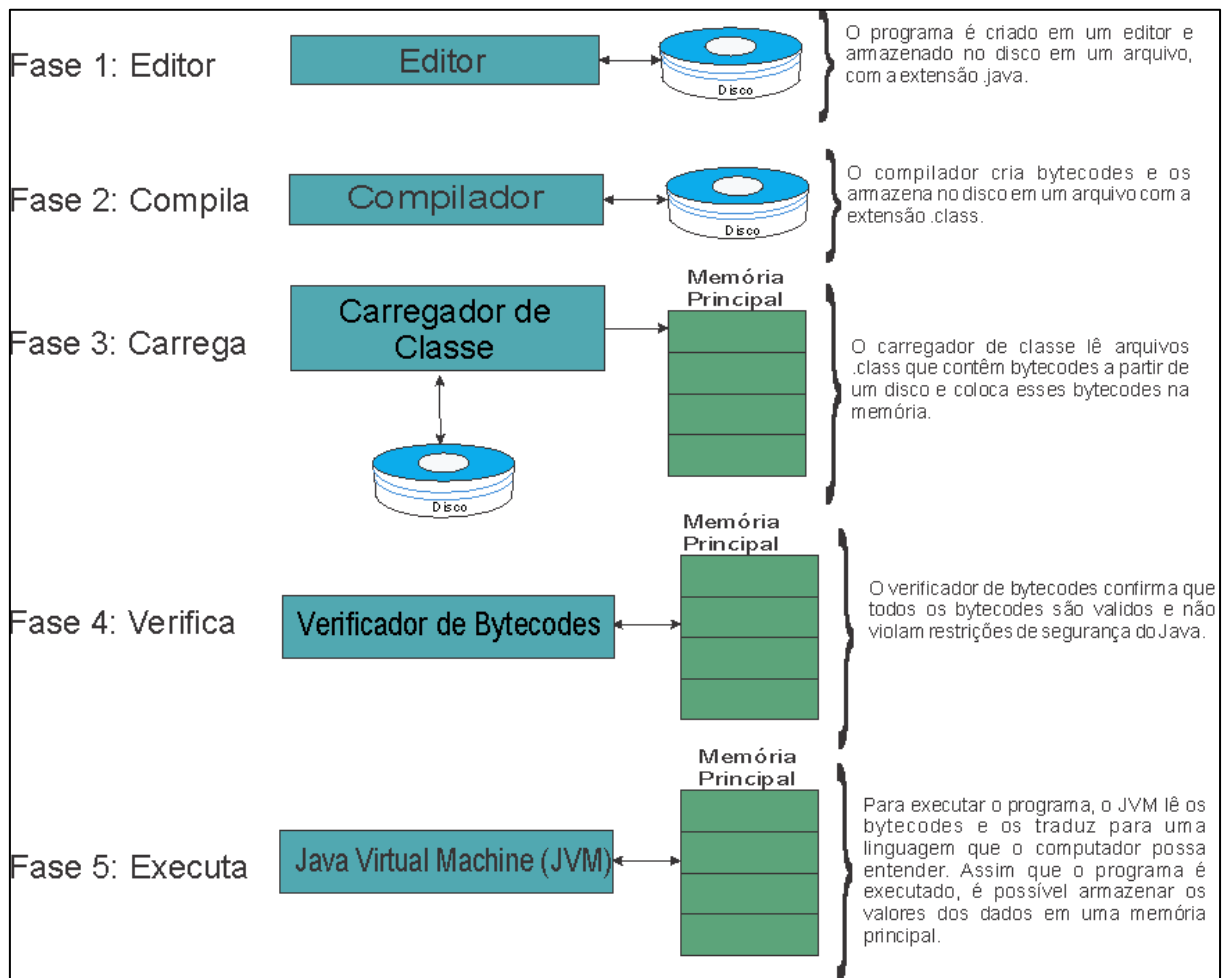
Programação Orientada a Objetos (POO) é um paradigma de programação de computadores, utiliza-se classes e objetos, que são criados a partir de modelos. Ao se utilizar POO os objetos são criados a partir de classes e relacionados diretamente com modelos (SANTOS, 2003).

### **4.1 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVA**

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos, onde os programas são construídos a partir de classes. Com essas classes é possível a criação de objetos, instâncias de classes. As classes possuem campos, sendo variáveis e métodos que são comandos que operam sobre os campos (ARNOLD, 2007).

Em Java os passos para criação e execução dos programas passam por cinco fases sendo elas: edição, compilação, carga, verificação, execução. As mesmas são apresentadas na figura 10.

Figura 10- Ambiente de desenvolvimento Java Típico.



Fonte: Deitel e Deitel (2005).

Na primeira fase segundo Deitel e Deitel (2005), é o processo ao qual o programa é escrito ou editado em um programa editor e posteriormente salvo com extensão .java .

Compondo a segunda fase o programador executa seu programa .java através do comando *javac*. O compilador java converte o código-fonte em *bytecodes* para poderem serem processados. Esses *bytecodes* gerados são executados pela Java Virtual Machine (JVM), que é uma máquina virtual Java, durante a fase de execução, ou seja, a quinta fase. Se o programa for compilado corretamente, o mesmo irá gerar um arquivo .class (DEITEL; DEITEL, 2005).

A terceira fase é definida apenas pelo carregamento do programa na memória antes do mesmo ser executado, esse processo é conhecido como carga (DEITEL; DEITEL, 2005).

Na quarta fase os *bytecodes* são verificados a fim de analisar se os mesmos são válidos ou possuem vírus que possam ser prejudiciais aos arquivos do sistema (DEITEL; DEITEL, 2005).

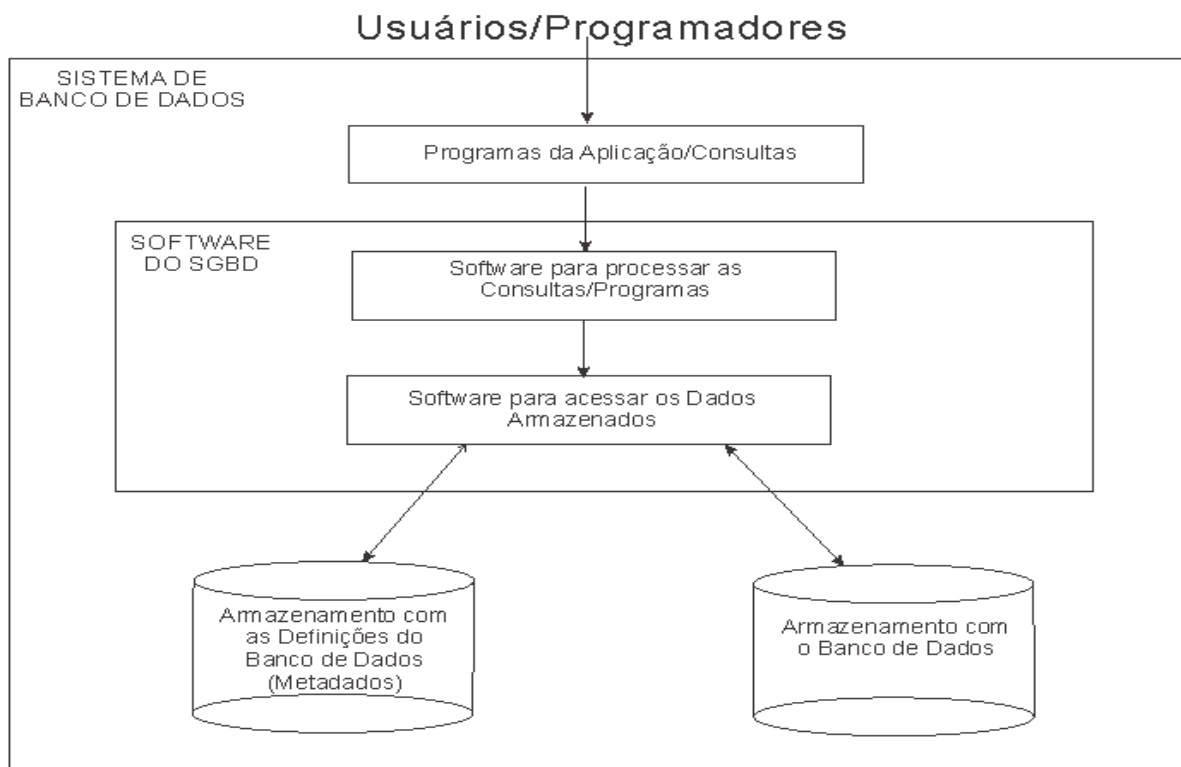
A quinta fase é composta pela execução dos *bytecodes*. Os mesmos são executados pela JVM, onde realizam operações específicas no programa (DEITEL; DEITEL, 2005).

## 4.2 BANCO DE DADOS

Com a evolução tecnológica, os computadores estão cada vez mais acessíveis, acarretando o aumento dos mesmos. Uma de suas utilidades é o armazenamento de dados, esses dados por muitas vezes são compartilhados para que várias outras pessoas possam acessar. Nessas condições que surgiram os bancos de dados, propostos a armazenar dados de forma segura e eficaz. Estando dispostos a organizar, armazenar, fornecer e atualizar informações quando solicitados. Para que haja comunicação entre o usuário e o banco de dados, existem os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD), que é uma coleção de softwares com finalidade de facilitar a construção e utilização do banco de dados pelo usuário (FREITAS; PARIS, 2007).

Na Figura 11 Apresenta-se um ambiente de banco de dados simplificado.

Figura 11 - Ambiente de Banco de Dados



Fonte: Elmasri e Navathe (2002).

Segundo Silberschatz, Korth e Sudarshn (2006), os SGBD são projetados a trabalharem com grandes blocos de informações, os mesmos devem definir estruturas de armazenamento e manipulação das informações. Contudo os SGBD devem garantir a segurança das informações armazenadas, mesmo se ocorrer falhas no sistema ou tentativas de acesso não supervisionado.

Uma importante finalidade dos SGBD é a forma como os dados são apresentados aos usuários, pois o mesmo oculta certos detalhes de como os dados estão armazenados, fornecendo apenas uma visão abstrata (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHN, 2006).

#### 4.2.1 Modelagem de banco de dados

Um modelo de banco de dados é uma descrição dos tipos de informações que estão contidas nele, por exemplo apresentam informações sobre produtos e não quais produtos estão armazenados. Na construção de um

modelo de dados utiliza-se uma linguagem de modelagem, que pode ser classificada em textuais ou gráficas. Na modelagem de banco de dados, são considerados dois níveis de abstração de dados, o modelo conceitual e o modelo lógico (HEUSER, 1998).

#### 4.2.1.1 Modelo conceitual

O modelo conceitual apresenta uma descrição do banco de dados independente de como foi implementado um SGBD, ele registra quais dados podem aparecer, mas não como estão armazenados a nível de SGBD. A técnica mais utilizada no modelo conceitual é a abordagem entidade-relacionamento (HEUSER, 1998).

O modelo entidade-relacionamento (ER) é baseado em uma percepção de mundo real, consiste em coleções de objetos, onde atribui-se entidades. As entidades em um projeto de banco de dados são descritas por atributos. Quando associa-se várias entidades, cria-se uma relação entre elas (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHN, 2006).

#### 4.2.1.2 Modelo lógico

O modelo lógico é uma descrição do banco de dados no nível de abstração que é visto pelo usuário do SGBD. Portanto o modelo lógico fica dependente do tipo de SGBD que está sendo usado. Para criação do modelo lógico deve ser levado em consideração a modelagem de dados realizados pelo modelo conceitual. O modelo lógico deve definir quais as tabelas e para cada tabela, nomes das colunas (HEUSER, 1998).

### 4.3 FIREBIRD

O Firebird é um sistema gerenciador de banco de dados Open Source que surgiu a partir do InterBase 6. O InterBase desenvolvido pela Borland, é um gerenciador de banco de dados com versões apenas pagas. O

Firebird foi desenvolvido por uma comunidade voltada a criar um SGBD-R totalmente Open Source que utilizou o código fonte do InterBase 6.0 originalmente liberado como Open Source (WILDEROM, 2002).

A primeira versão lançada do Firebird foi em março de 2002 sendo o mesmo licenciado sob a Interbase Public License (IPL) e sendo totalmente compatível com o padrão ANSI SQL-92. O Firebird vem crescendo e tornando-se um gerenciador de banco de dados robusto e confiável, ao longo do tempo passou por versões como a 1.0, 1.5, 2.0, 2.1 e 2.5 (FREITAS; PARIS, 2007).

Ao trabalhar com Firebird o desenvolvedor tem a possibilidade de trabalhar com três versões distintas, Classic, SuperServer e Embedded.

## **5 TRABALHOS CORRELATOS**

Abaixo são descritos alguns trabalhos, que abordaram problemas referentes ao agronegócio.

### **5.1 SOFTWARE PARA AUXILIAR O CONTROLE DE SAFRA DE ARROZ PARA AGEPAR**

Software para auxiliar o controle de safra de arroz para AGEPAR, desenvolvido por Gilberto Tellechea Goulart, Faculdade de Administração, Contabilidade e Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul campus Uruguaiana.

O software foi desenvolvido para a empresa Parceria Agrícola e Pecuária (AGEPAR). A AGEPAR realiza o plantio de arroz em uma grande área, então quando é realizada a colheita, os grãos são armazenados em silos da própria empresa. Para realizar o controle de entrada de arroz, vendas, compras, estoque, notas fiscais e caixa, a empresa utiliza planilhas do Excel. Contudo não é aconselhável o armazenamento de dados nessas planilhas, pois as mesmas não apresentam uma forma correta de segurança e classificação de informações. Com base nessas informações foi proposto o desenvolvimento de um software que pudesse realizar um melhor controle, segurança e praticidade de algumas atividades contábeis da empresa AGEPAR (GOULART, 2005).

### **5.2 ARTIGO TÉCNICO DO SOFTWARE PARA ESTIMATIVA DO CUSTO OPERACIONAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS – MAQCONTROL**

Artigo técnico do Software para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas – MAQCONTROL, desenvolvido por Liane Piacentini, Eduardo G. de Souza, Miguel A. Uribe-Opazo, Lúcia H. P. Nóbrega, Marcos Milan.

Com o grande avanço da mecanização na agricultura vem se exigindo cada vez mais investimentos em máquinas com maior potência e tecnologia. Contudo pela grande variedade de máquinas, é necessário que se realize cálculos de custos, manutenção, valores de mercado e desempenho. Com base nas informações apresentadas o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um software para determinar o custo operacional das máquinas agrícolas, sendo custos fixos e variáveis, custo real horário e o custo operacional (PIACENTINI et al, 2012).

### 5.3 SOFTWARE PARA FERTIRRIGAÇÃO DA CULTURA DO MORANGUEIRO

Software para fertirrigação da cultura do morangueiro desenvolvido por Roberta Bonamichi Guidi Garcia, Dissertação de Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária na Universidade José do Rosário Vellano-Unifenas.

A fertirrigação técnica utilizada para controle do uso de nutrientes e químicos, através do uso desses fatores de produção via água de irrigação, garantindo assim a qualidade na cultura. A maioria das culturas irrigadas no Brasil precisa de informações sobre o período, frequência, doses e tipos de fertilizantes a serem aplicados. Na cultura do morangueiro, o processo de irrigação localizada demonstrou ser eficiente e hoje é o mais indicado. Nesse processo está contido a fertirrigação que fornece nutrientes a planta. Em função da necessidade da aplicação de água e fertilizantes via fertirrigação, há necessidade de um controle minucioso do sistema, objetivou-se com este trabalho desenvolver um software para fertirrigação na cultura do morangueiro (GARCIA, 2012).

### 5.4 ADUBARROZ: SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM DO INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ

Este sistema serve para a recomendação de adubação e calagem do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), desenvolvido por Felipe de Campos Carmona, Ibanor Ahghinoni, Madalena Boeni e Valmir Gaedke

Menezes do IRGA. Ferramenta desenvolvida através do Boletim Técnico “Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil”. Seu objetivo é fornecer uma ferramenta gratuita aos produtores para que os mesmos produzam mais com menor custo, através da recomendação ideal de adubação.

O processo de adubação na cultura do arroz deve levar em conta uma série de fatores, sendo eles, histórico da área, a cultivar utilizada, a capacidade de investimento do produtor, etc. Porém o item mais importante para a recomendação é a análise de solo e sua interpretação, pois se houver erros nesse processo poderá ser realizado uma recomendação inadequada. Em função das informações apresentadas, foi desenvolvido uma ferramenta para auxiliar o processo de recomendação de adubação e interpretação da análise de solo (CARMONA, 2012).

## 5.5 SIRRAD – SOFTWARE DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA REGIÃO DO ALTO SERTÃO PARAIBANO

Software para irrigação e recomendação de adubação para região do alto sertão paraibano, desenvolvido por José Sebastião Costa de Sousa da Universidade Federal de Campina Grande, Dissertação apresentada, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Com o aumento da demanda mundial por alimento vem se estimulando, a obtenção de sistemas de produção cada vez mais eficientes. Contudo a irrigação e a correção de solo se tornaram um dos principais fatores de estudos para o setor agrícola. Atualmente essa prática vem sendo melhorada através do desenvolvimento de ferramentas específicas. Em função das informações apresentadas, foi desenvolvido uma ferramenta para auxiliar os produtores do alto sertão paraibano, com as práticas de adubação e calagem (SOUSA, 2009).

## **6 APLICAÇÃO ADUBAR**

Na pesquisa buscou-se um estudo sobre a cultura do arroz e dos processos que estão envolvidos na mesma. Com base no estudo do arroz, foi estabelecido como objetivo geral o desenvolvimento de um aplicativo capaz de realizar a recomendação de adubação, através do resultado apresentado por uma análise de solo. Para que o objetivo pudesse ser alcançado buscou-se estudos de desenvolvimento de software e dos processos que estão presentes na interpretação dos resultados de uma análise de solo.

No desenvolvimento do protótipo, buscou-se aplicar um dos métodos de desenvolvimento de software presentes no capítulo 2, que está inserido na engenharia de software.

Ainda no desenvolvimento do protótipo, foi de suma importância realizar estudos sobre a linguagem de programação JAVA, banco de dados Firebird e seguir etapas no desenvolvimento da aplicação, que estão presentes na engenharia de software.

### **6.1 METODOLOGIA**

Durante o desenvolvimento dessa pesquisa utilizou-se dos métodos que estão empregadas no modelo clássico de desenvolvimento de software, sendo utilizadas: levantamento bibliográfico; levantamento de requisitos; modelagem UML; implementação e realização de testes; análise e validação dos resultados.

A primeira etapa desta pesquisa compreende no levantamento bibliográfico, buscando referencial teórico. Um dos estudos empregado na pesquisa, foi em relação aos processos envolvidos na cultura do arroz. Também foram levantados conceitos sobre os tipos de solos existentes na região de Santa Catarina, um dos problemas que os mesmos encontram, com relação a adubação, e como veem amenizando essa situação. Com relação ao problema citado na cultura do arroz, buscou-se uma solução para o mesmo, propõe-se então o desenvolvimento de uma aplicação que realize a

recomendação de adubação a partir de uma análise de solo. Buscou-se um breve estudo da linguagem de programação JAVA, pois a mesma já vinha sendo utilizado durante o curso de Ciência da Computação. Buscaram-se também conceitos na área de engenharia de *software* e descrever os processos que estão presentes no desenvolvimento de *software*, aproveitou-se também desse estudo, para que fosse possível realizar as modelagens e os levantamentos de requisitos.

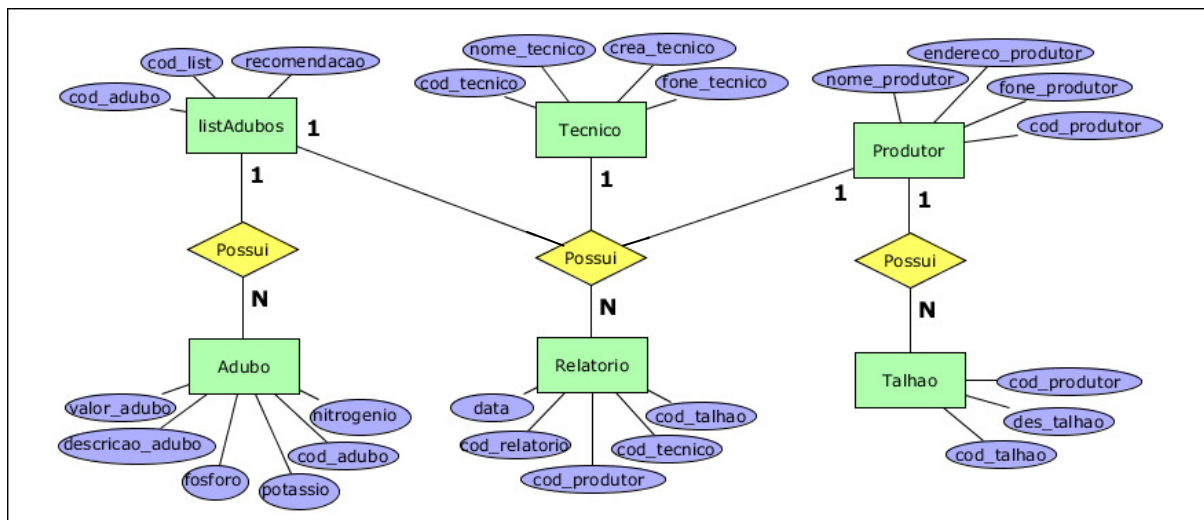
No desenvolvimento da aplicação foram necessários alguns recursos, onde todos foram disponibilizados pelo próprio acadêmico. No recurso de *hardware*, foi necessária a utilização de um computador com sistema operacional Windows. Também se fez necessário alguns recursos de *software*, para o desenvolvimento da aplicação foi necessário a utilização de um ambiente de desenvolvimento Netbeans, um gerenciador de banco de dados Firebird, um ambiente de modelagem de banco de dados IBexpert e um ambiente de modelagem de relatórios IReport.

### **6.1.1 Modelagem base de dados**

Segundo Heuser (1998) um modelo de banco de dados é uma descrição dos tipos de informações que estão contidas nele.

Para a aplicação ser desenvolvida buscou-se obter uma base de dados que pudesse, de forma simples realizar o gerenciamento e atender as necessidades para alcançar os objetivos propostos. A modelagem da base de dados foi realizada através do processo de levantamento de requisitos. O levantamento de requisitos segundo Paula Filho (2000), é a etapa onde se deve levantar os requisitos a um nível detalhado, buscando satisfazer ao cliente, usuários e desenvolvedores. Buscou-se por meio de um encontro com Renato Mota Bendo, técnico agrícola, levantar e refinar os requisitos necessários para modelar a base de dados. Com os requisitos levantados obteve-se o modelo ER, conforme observa-se na figura 12.

Figura 12 – Modelo ER



Fonte: Do autor.

Segundo Silberschatz, Korth e Sudarshn (2006) o modelo ER consiste em coleções de objetos do mundo real, onde se pode atribuir entidades. Essas entidades são descritas por atributos. Quando associa-se várias entidades, cria-se uma relação entre elas.

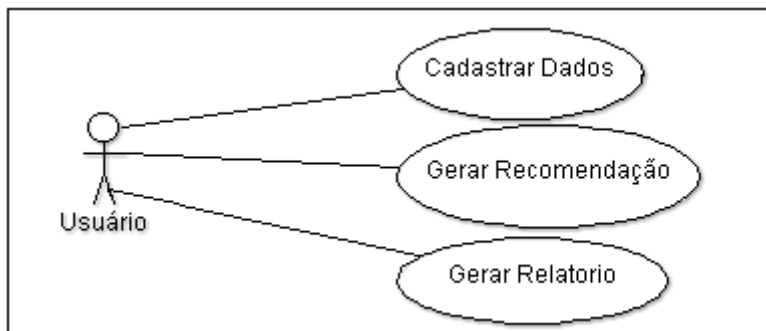
Através do modelo ER desenvolvido utilizou-se do auxílio da ferramenta IBexpert, para realizar a modelagem do banco de dados.

### 6.1.2 Modelagem Adubar

Após se obter a base de dados partiu-se para o desenvolvimento do protótipo em si. Através da ferramenta ArgoUML, foi desenvolvido um diagrama de caso de uso.

No diagrama de caso de uso é realizado um levantamento informal do que o sistema faz do ponto de vista do usuário, são levantadas as principais necessidades do usuário para o sistema que está sendo desenvolvido. (PRESSMAN, 2006). Através da figura 13 observam-se os métodos que foram definidos necessários para o protótipo.

Figura 13 – Diagrama de caso de uso



Fonte: Do autor.

### 6.1.3 Desenvolvimento Adubar

A aplicação foi desenvolvida utilizando a Integrated Development Environment (IDE) Netbeans 7.3. O Netbeans é uma ferramenta muito utilizada nos dias atuais, pois a mesma apresenta uma gama de utensílios que facilitam o desenvolvimento de softwares, também esta fora escolhida por ser uma ferramenta utilizado no período do curso de Ciência da Computação. Juntamente com o Netbeans, foi de suma importância a utilização do gerenciador de banco de dados Firebird 2.5, e para sua modelagem o IBexpert, ambas ferramentas muito utilizadas por desenvolvedores de software. Com o desenvolvimento da aplicação percebeu-se a necessidade de uma ferramenta para modelagem de relatórios, optou-se pela utilização do IReport 5.0 por ser uma ferramenta gratuita de código aberto e que também vinha sendo utilizada no curso de Ciência da Computação.

Para realizar a comunicação entre aplicação e banco de dados, utilizou-se da biblioteca do Firebird, sendo ela: jaybird-full-2.2.3. Para geração de relatórios foi utilizado bibliotecas do framework JasperReports, sendo elas: commons-collections 3.2.1, commons-digester-2.1 commons-javaflow, commons-logging-1.1 e jasperreports-5.0.0. Com a integração das ferramentas citadas acima pode-se chegar a uma aplicação que atende-se aos objetivos estabelecidos nesse projeto de pesquisa.

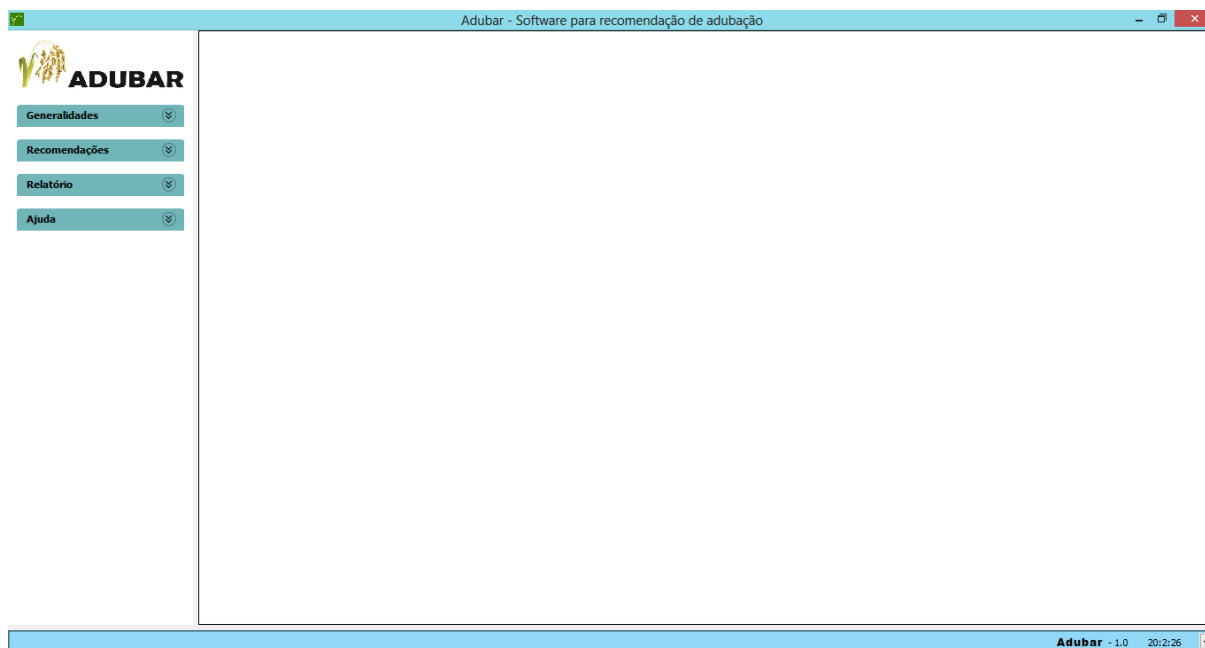
A interface com o usuário deve-se desenvolver algo que seja simples e de fácil utilização, deixando assim o usuário seguro nas tarefas de rotina (OLIVIERI et al, [entre 2003 e 2007]).

A interface foi modelada e projetada através do próprio ambiente de desenvolvimento do Netbeans, foram utilizados componentes do próprio e também foi realizado a importação de outra biblioteca, sendo ela SwingX, que é uma *Application Programming Interface* (API), que originou-se de um subprojeto do *SwingLabs*, que conta com suporte da Sun Microsystems. Com a integração dessa API ao Netbeans pode-se obter mais componentes para o desenvolvimento da interface. Foram utilizados componentes como *JButton*, *JPanel*, *JTextField*, *JTable*, *JXTaskPane*, *JXTaskPaneContainer* dentre outros.

No desenvolvimento da interface principal, onde seria o primeiro contato do usuário com a aplicação, procurou-se obter algo que pudesse ser de fácil compreensão e utilização, pois o objetivo é que além do técnico ou engenheiro agrônomo responsável, também o produtor rural possa ter acesso a aplicação.

A figura 14 mostra a interface principal do Adubar.

Figura 14 – Interface principal Adubar



Fonte: Do autor.

#### 6.1.4 Funcionamento Adubar

Ao abrir o Adubar o usuário se deparará com a tela inicial da aplicação onde o mesmo poderá realizar diferentes operações, sendo elas divididas em módulos dentro da aplicação. A aplicação apresenta 4 módulos, sendo eles denominados Generalidades, Recomendações, Relatório e Ajuda.

No módulo de Generalidades estão contidas as seguintes operações, Operações produtor, Operações fertilizante, Operações talhão, Operações eng. Agrônomo e a opção de sair.

**Operações Produtor:** nas operações de produtor o usuário poderá realizar o filtro dentro da aplicação buscando todos os produtores que estão cadastrados. Também nesse módulo terá a opção de cadastrar um novo produtor ou editar um produtor selecionado.

**Operações Fertilizante:** nas operações de fertilizante o usuário também poderá buscar todos os fertilizantes cadastrados, terá a opção de editar o que achar necessário e realizar o cadastro de um novo fertilizante.

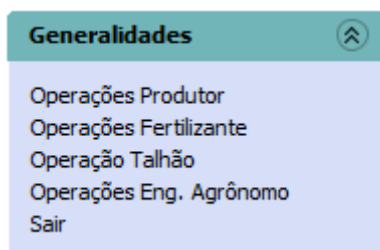
**Operações de Talhão:** nas operações de talhão, o usuário irá pressionar o botão Filtrar, o sistema abre uma nova tela com campo para pesquisa, onde a mesma será realizada pelo nome do produtor. O sistema realizara uma pesquisa, retornando ao fim todos os talhões referentes ao produtor pesquisado. Tendo o produtor selecionado da pesquisa o usuário terá a opção de alterar algum talhão já cadastrado ou efetuar o cadastro de um novo.

**Operações de Eng. Agrônomo:** as operações de eng. Agrônomo são destinadas a realizar o cadastro de um novo técnico ou eng. Agrônomo que possua CREA. O usuário também terá a opção de efetuar a alteração do técnico ou eng. Agrônomo selecionado e listar todos os que já estão cadastrados.

**Sair:** dentro do módulo generalidades que está contido a opção de Sair. Se acaso o usuário quiser encerrar a aplicação deverá ir nesse módulo.

Na figura 15 têm-se todas as operações que estão contidas dentro do módulo Generalidades.

Figura 15 – Módulo Generalidades

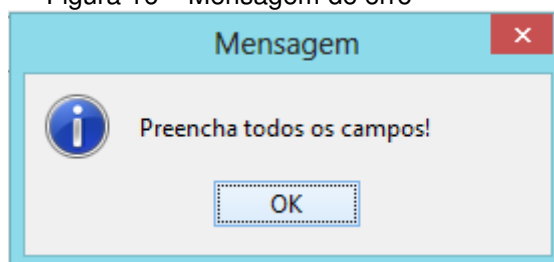


Fonte: Do autor.

No módulo de Recomendações está contida a seguinte operação, Nova Recomendação.

**Nova Recomendação:** é nessa operação que se baseia grande parte dos objetivos do projeto de pesquisa. Ao abrir essa operação o usuário deverá ter em mãos os resultados obtidos na análise de solo. O sistema traz por padrão predefinidos os campos obrigatórios a serem preenchidos, esses campos estão identificados pela presença do “\*” juntamente com a descrição. Se acaso o usuário não informar algum campo obrigatório e tentar realizar o cálculo da recomendação o sistema irá emitir uma mensagem (figura 16), para que o mesmo seja preenchido.

Figura 16 – Mensagem de erro



Fonte: Do autor.

Se todos os campos estiverem preenchidos corretamente o sistema irá efetivar os cálculos dos nutrientes necessários e posteriormente realizar a recomendação de adubos. Na figura 17 segue uma recomendação com todos os dados preenchidos perfeitamente.

Figura 17 – Nova recomendação preenchida

The screenshot shows a software window titled "Cálculo Amostra". The interface includes several input fields and buttons. On the left, there are fields for "Técnico \*" (RENATO MOTA BENDO), "Produtor \*" (JOSE GOMES SALVALAIO), "Talhão \*" (TERRENO SANGA DA AREIA), and "Data Entrada \*" (20/06/2014). There are "Filtrar" buttons next to the first two fields. Below these is a section for "Aproximação de valores" with a "10%" dropdown. On the right, the "Resultado Análise" section contains fields for "M.O \*" (2.2), "P \*" (4), and "K \*" (44), each with a "Média" dropdown. To the right of these are fields for "Ca" (1.7), "Mg" (1.1), and "CTC \*" (7.3). Below the main form are sections for "Soluções" and "Detalhes", both currently empty. At the bottom, there are input fields for "Valor Necessário" and "Total" for N, P, and K, along with a "Custo / ha" field. At the very bottom right, there are buttons for "Calcular", "Gravar", and "Cancelar[ESC]". A note in the top right corner states "\* Campos obrigatórios".

Fonte: Do autor.

No processo de uma nova recomendação, foram realizados alguns passos que são descritos a seguir.

Realizou-se o desenvolvimento de funções que as mesmas retornassem os valores necessários de N, P e K.

O método que retorna o valor necessário de N, é realizado pelo seguinte trecho de código:

```
public Integer calcNitrogenio(Double valor_amostra, String expectativa) {  
    int valor_nitrogenio = 0;  
  
    if (valor_amostra <= 2.5) {  
        if ("Média".equals(expectativa)) {  
            valor_nitrogenio = 90;  
        } else {  
            valor_nitrogenio = 120;  
        }  
    } else if (valor_amostra > 2.5 && valor_amostra <= 5) {  
        if ("Média".equals(expectativa)) {  
            valor_nitrogenio = 80;  
        } else {
```

```

        valor_nitrogenio = 110;
    }
} else if (valor_amostra > 5) {
    if ("Média".equals(expectativa)) {
        valor_nitrogenio = 70;
    } else {
        valor_nitrogenio = 100;
    }
}
}
return valor_nitrogenio;
}

```

O método que retorna o valor necessário de P, é realizado pelo seguinte trecho de código:

```

public Integer calcFosforoexp(Double valor_amostra, String expectativa) {
    String interpretacao;
    Integer valor_fosforo = 0;
    interpretacao = calcFosforo(valor_amostra);

    if ("baixo".equals(interpretacao)) {
        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_fosforo = 50;
        } else {
            valor_fosforo = 60;
        }
    } else if ("medio".equals(interpretacao)) {
        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_fosforo = 40;
        } else {
            valor_fosforo = 50;
        }
    } else if ("alto".equals(interpretacao)) {
        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_fosforo = 30;
        } else {
            valor_fosforo = 40;
        }
    } else if ("alto".equals(interpretacao)) {
        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_fosforo = 30;
        } else {
            valor_fosforo = 40;
        }
    }
    return valor_fosforo;
}

```

O método que retorna o valor necessário de K, é realizado pelo seguinte trecho de código:

```

public Integer calcPotassioexp(Double valor_amostra, Double valor_ctc,
String expectativa) {
    String interpretacao;
    Integer valor_potassio = 0;
    interpretacao = calcPotassio(valor_amostra, valor_ctc);

    if ("baixo".equals(interpretacao)) {

```

```

        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_potassio = 75;
        } else {
            valor_potassio = 90;
        }
    } else if ("medio".equals(interpretacao)) {
        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_potassio = 55;
        } else {
            valor_potassio = 70;
        }
    } else if ("alto".equals(interpretacao)) {
        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_potassio = 35;
        } else {
            valor_potassio = 50;
        }
    } else if ("alto".equals(interpretacao)) {
        if ("Média".equals(expectativa)) {
            valor_potassio = 35;
        } else {
            valor_potassio = 50;
        }
    }
    }
    return valor_potassio;
}

```

Com os respectivos valores de N, P e K calculados, foi implementado o método `calculaRecomendacao()`, onde o mesmo é encarregado de calcular e montar as recomendações de adubação. Esse método utiliza dos valores de N, P e K, onde visa buscar valores que os satisfaçam. A seguir segue um trecho de código do método:

```

while (a == true) {
    if ((fosforo + (fosforo * margem)) >= (p + auxP) && (potassio + (potassio * margem)) >= (k + auxK) && (nitrogenio + (nitrogenio * margem)) >= (n + auxN)) {
        p = p + auxP;
        k = k + auxK;
        n = n + auxN;
        fertilizante.add(adubos_percorre.get(0));
    } else {
        adubos_percorre = controle.selectadubospercorre(nitrogenio, fosforo, potassio, p, k, n);
        if (adubos_percorre.size() > 0) {
            auxK = Double.valueOf(adubos_percorre.get(0).getPotassio()) / 2;
            auxN = Double.valueOf(adubos_percorre.get(0).getNitrogenio()) / 2;
            auxP = Double.valueOf(adubos_percorre.get(0).getFosforo()) / 2;
        } else {
            a = false;
        }
    }
}
}

```

O primeiro passo nesse código, é a seleção de um fertilizante no banco de dados, a partir do mesmo ser selecionado, é realizado o incremento do mesmo até que um valor seja satisfeito seja ele N, P ou K. A medida que um valor seja satisfeito, é realizado novamente uma busca no banco de dados com objetivo de retornar fertilizantes que se adequam a completar os valores faltantes. Ao terminar de percorrer todos os fertilizantes, a recomendação passa por um processo de validação, sendo ele apresentado pelo trecho de código a seguir:

```
if ((potassio - k <= (potassio * margem)) && (fosforo - p <= (fosforo * margem)) &&
(nitrogenio - n <= (nitrogenio * margem))) {
    fertilizante.add(aux);
    solu.add(j++);
}
```

No trecho citado acima, os valores finais obtidos nas variáveis **n**, **p** e **k** são subtraídos dos valores necessários da recomendação e comparados se os mesmos estão dentro do valor de margem definido. Considerando que os fertilizantes armazenados na variável **fertilizante** são validos, o mesmo recebe a adição do conteúdo de uma nova variável sendo ela **aux**, essa adição só é realizada para controle entre as recomendações. Sendo que ao final da validação não obtivesse sucesso, os valores inseridos na variável **fertilizante** são removidos.

Ao pressionar o botão de calcular o protótipo retornará para o usuário em uma tabela (figura 18), quantas recomendações foram possíveis ser estabelecidas com os dados informados.

Figura 18 – Recomendações encontradas

\* Campos obrigatórios

Técnico \*

Produtor \*

Talhão \*

Data Entrada \*  Aproximação de valores

Resultado Análise

M.O \*  Média

P \*  Média

K \*  Média

Soluções

Código	Solução
Solução	1

Detalhes

Valor Necessário N  P  K

Total N  P  K  Custo / ha

Fonte: Do autor.

Ao calcular a proposta de recomendação, são fornecidos ao usuário os valores necessários de N, P e K, assim o usuário poderá comparar com as soluções proposta pelo aplicativo. Na figura 19 são destacados os valores fornecidos assim que é calculada a proposta.

Figura 19 – Valores fornecidos de N, P e K

**Cálculo Amostra** \* Campos obrigatórios

Técnico \*   **Resultado Análise**

Produtor \*   **M.O \***   **Ca**

Talhão \*  **P \***   **Mg**

Data Entrada \*  Aproximação de valores  **K \***   **CTC \***

**Soluções**

Código	Solução
Solução	1

**Detalhes**

Valor Necessário **N**  **P**  **K**

Total **N**  **P**  **K**  **Custo / ha**

Fonte: Do autor.

Com as soluções disponíveis caberá ao usuário selecionar uma recomendação, que o protótipo automaticamente preencherá em uma outra tabela (figura 20) a descrição dos adubos a serem utilizados. Assim o usuário poderá analisar e comparar uma recomendação que o satisfaça.

Figura 20 – Detalhes de uma recomendação

**Cálculo Amostra** \* Campos obrigatórios

Técnico \*

Produtor \*

Talhão \*

Data Entrada \*  Aproximação de valores

Resultado Análise

M.O \*   Ca

P \*   Mg

K \*   CTC \*

Soluções

Código	Solução
Solução	1

Detalhes

Código	Descrição	Valor	Nitrogênio	Fosforo	Potássio
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
2	UREIA	63.0	45.0	0.0	0.0
2	UREIA	63.0	45.0	0.0	0.0
2	UREIA	63.0	45.0	0.0	0.0
6	PLUS	72.0	25.0	0.0	25.0

Valor Necessário N  P  K

Total N  P  K  Custo / ha

Fonte: Do autor.

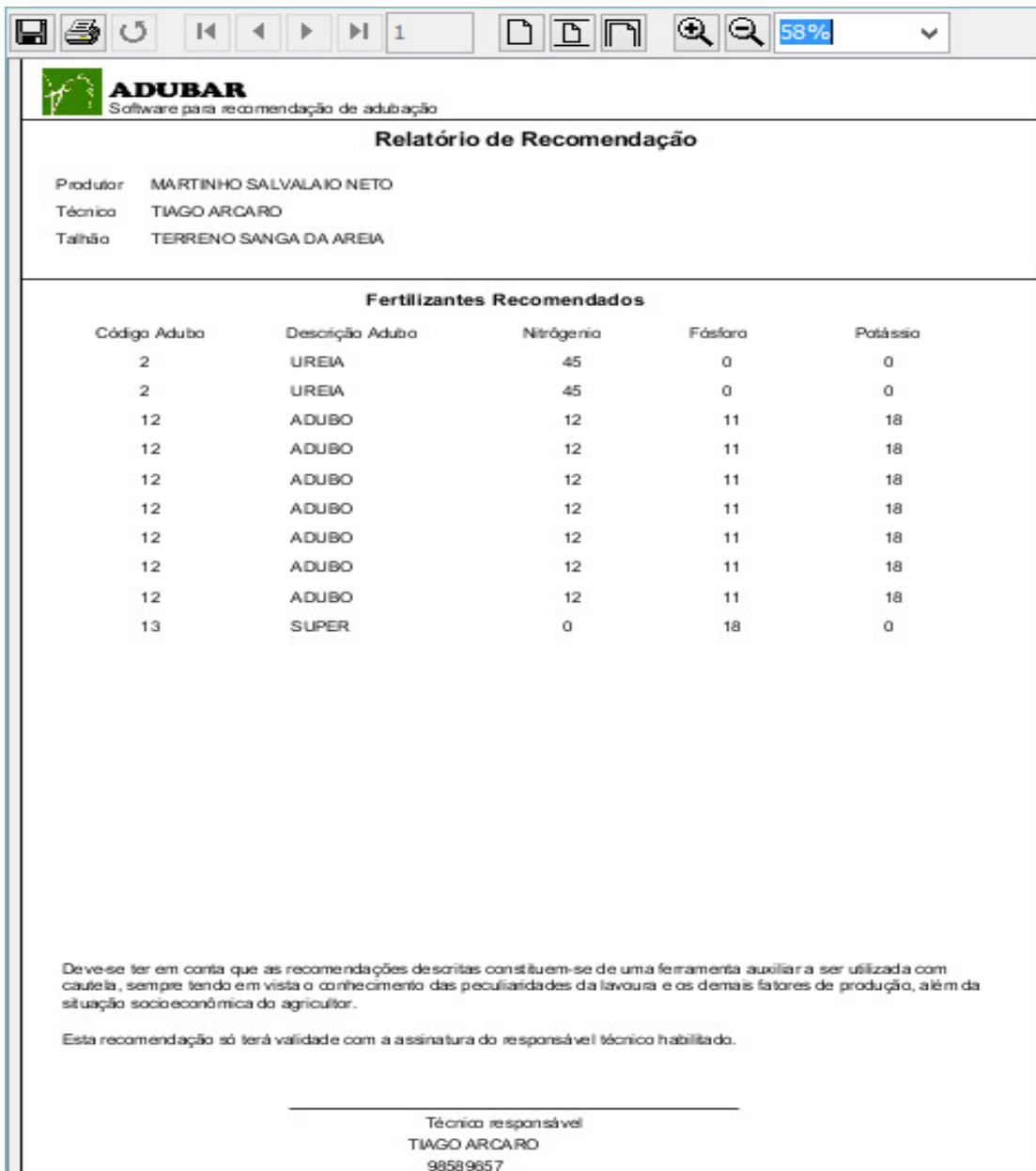
Incumbirá ao usuário escolher quais recomendações melhor o satisfazem e realizar a gravação. As gravações são realizadas ao clicar no botão Gravar, o protótipo realizará a gravação da recomendação que estará selecionada, do produtor, técnico ou engenheiro agrônomo responsável, do talhão e a data em que foi realizada a recomendação.

No módulo de Relatório está contida a operação de Relatório.

**Relatório:** estão contidas nesta operação, as relacionadas com a gravação realizada pelo usuário na operação de nova recomendação. É nesse módulo que o usuário poderá imprimir ou simplesmente visualizar as recomendações salvas. O usuário devera filtrar pelo produtor desejado, e o protótipo retornará as recomendações que tem salvas para o produtor em questão, então o usuário necessitaria selecionar uma recomendação e então

pressionar o botão Gerar. Assim que o protótipo finalizar a geração do relatório, o mesmo aparecerá para o usuário visualizar (figura 21).

Figura 21 – Relatório gerado com sucesso



The screenshot shows a web browser window displaying the ADUBAR software interface. The browser's address bar shows a URL starting with 'http://'. The software interface has a header with the ADUBAR logo and the text 'Software para recomendação de adubação'. Below this is the title 'Relatório de Recomendação'. The report details include: Produtor: MARTINHO SALVALAIO NETO; Técnico: TIAGO ARCARO; and Talhão: TERRENO SANGA DA AREIA. The main content is a table titled 'Fertilizantes Recomendados' with columns for 'Código Adubo', 'Descrição Adubo', 'Nitrógeno', 'Fósforo', and 'Potássio'. The table lists 11 rows of fertilizer recommendations. At the bottom, there is a disclaimer in Portuguese and a signature line for the responsible technician, TIAGO ARCARO, with the ID 98589657.

Código Adubo	Descrição Adubo	Nitrógeno	Fósforo	Potássio
2	UREIA	45	0	0
2	UREIA	45	0	0
12	ADUBO	12	11	18
12	ADUBO	12	11	18
12	ADUBO	12	11	18
12	ADUBO	12	11	18
12	ADUBO	12	11	18
12	ADUBO	12	11	18
12	ADUBO	12	11	18
12	ADUBO	12	11	18
13	SUPER	0	18	0

Deve-se ter em conta que as recomendações descritas constituem-se de uma ferramenta auxiliar a ser utilizada com cautela, sempre tendo em vista o conhecimento das peculiaridades da lavoura e os demais fatores de produção, além da situação socioeconômica do agricultor.

Esta recomendação só terá validade com a assinatura do responsável técnico habilitado.

Técnico responsável  
TIAGO ARCARO  
98589657

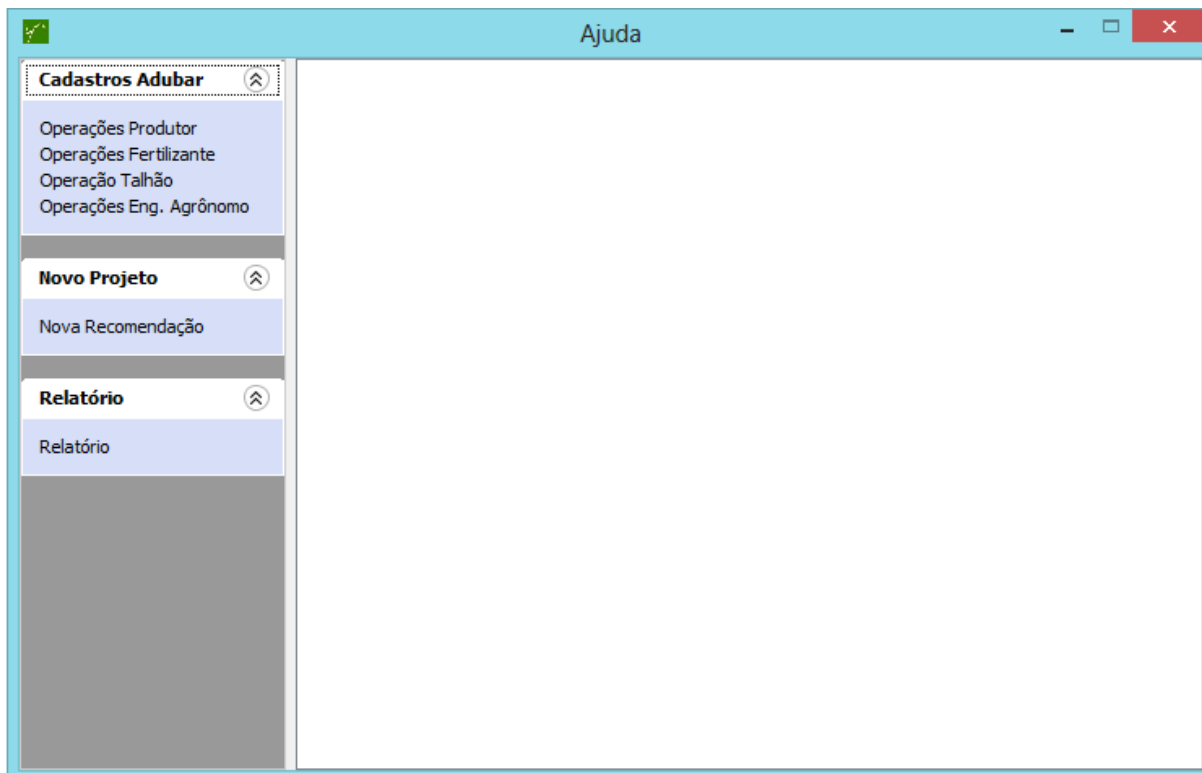
Fonte: Do autor.

No último módulo do protótipo, denominado Ajuda tem-se a operação de Ajuda.

**Ajuda:** na operação de Ajuda, o usuário poderá realizar uma consulta em caso de ter alguma dúvida no funcionamento do protótipo. Ali, encontrará os procedimentos corretos que são realizados em cada operação. O menu de ajuda está organizado da mesma forma que a tela principal do

protótipo, onde facilita a utilização do mesmo. Na figura 22 pode-se observar o menu de ajuda.

Figura 22 – Menu de ajuda



Fonte: Do autor.

### 6.1.5 Testes de implementação

Os testes de implementação da aplicação ocorreram dentro do próprio Netbeans 7.3.1. A partir do funcionamento adequado da aplicação, buscou-se a instalação e configuração da aplicação em outros computadores, para que o mesmo pudesse ser utilizado por outros usuários. Em dos computadores que foram realizadas as instalações, é de uso de trabalho do técnico agrícola Renato Mota Bento, que se propôs a analisar e testar o software. Também para fins de testes da aplicação, foram realizados todos os cadastrados e alterações que é encontrado no modulo de Generalidades, manipulou-se também o modulo de Recomendações, onde foi utilizado os dados já cadastrados no sistema e também do resultado de uma análise de solo para que fosse possível realizar a recomendação. Com uma

recomendação realizada e salva, manipulou-se o modulo Relatório, onde buscou-se pelo produtor, para que o relatório fosse gerado. Abriu-se o modulo Ajuda, simulando que houvessem questionamentos e dúvidas nos processos realizados.

## 6.2 RESULTADOS OBTIDOS

Os testes realizados após a etapa de implementação da aplicação Adubar, compreendem-se nos resultados obtidos.

Como resultado dessa pesquisa, obteve-se através dos conceitos levantados e do conhecimento adquirido uma aplicação desktop, onde é possível realizar o cadastro e alteração de fertilizantes, produtores, talhões e engenheiros agrônomos. Também pode-se realizar recomendações de adubação e gerar relatórios a partir das mesmas.

O protótipo denominado Adubar, conta com funcionalidades simples, de cadastro, alterações e geração de relatórios, até funcionalidades onde realizam a ligação de todas as informações cadastradas no protótipo, ou seja, a realização de recomendação de adubos na cultura do arroz.

Para fins de testes, a aplicação desenvolvida foi instalada e configurada na máquina de uso do técnico agrícola Renato Mota Bento, onde o mesmo realizou comparativos entre os resultados da aplicação e os obtidos pelo método manual. Com os resultados levantados foram desenvolvidas tabelas, para que de forma mais clara pudesse ser compreendido. A seguir são demonstradas tabelas com os dados obtidos da análise de solo, e posteriormente suas interpretações e recomendação de adubação.

Tabela 6 – resultados análise de solo

<b>Resultado análise de solo</b>					
<b>M.O</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>CA</b>	<b>MG</b>	<b>CTC</b>
2.4	9.4	44	2.3	1	6.51

Fonte: Do autor.

Tabela 7 – interpretação dos resultados da análise de solo e suas recomendações, realizadas pelo técnico agrícola e pela aplicação desenvolvida

<b>Interpretação técnico agrícola</b>		<b>Expectativa</b>	<b>Interpretação Adubar</b>	
<b>N</b>	90	<b>Média</b>	<b>N</b>	90
<b>P</b>	40	<b>Alta</b>	<b>P</b>	40
<b>K</b>	70	<b>Alta</b>	<b>K</b>	70

<b>Recomendação Fertilizantes</b>	
<b>Técnico</b>	<b>Adubar</b>
04 sc – 05-20-20	04 sc – 05-20-27
2,5 sc – 25-00-25	03 sc – 45-00-00
02 sc – 45-00-00	01 sc – 25-00-25

Fonte: Do autor.

Comparando os resultados obtidos para N, P e K respeitando a expectativa de resposta a adubação nas tabelas demonstradas acima, foi igual. Com relação à recomendação de adubação, podem-se haver diferentes fertilizantes sendo utilizados, pela variedade que é encontrada nos dias de hoje. Mas as duas recomendações são válidas pelas mesmas estarem oferecendo valores aproximados para N, P e K.

Abaixo segue um comparativo que foi realizado com os valores que foram obtidos de outra análise de solo.

Tabela 8 – resultados análise de solo

<b>Resultado análise de solo</b>					
<b>M.O</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>CA</b>	<b>MG</b>	<b>CTC</b>
4.3	8	138	16.8	3.7	22.05

Fonte: Do autor.

Tabela 9 – interpretação dos resultados da análise de solo e suas recomendações, realizadas pelo técnico agrícola e pela aplicação desenvolvida

<b>Interpretação técnico agrícola</b>		<b>Expectativa</b>	<b>Interpretação Adubar</b>	
<b>N</b>	110	<b>Alta</b>	<b>N</b>	110
<b>P</b>	40	<b>Alta</b>	<b>P</b>	40
<b>K</b>	50	<b>Alta</b>	<b>K</b>	50

**Recomendação Fertilizantes**

<b>Técnico</b>	<b>Adubar</b>
04 sc – 05-00-10	04 sc – 05-20-20
2,5 sc – 25-00-25	04 sc – 45-00-00
02 sc – 45-00-00	01 sc – 20-00-20

Fonte: Do autor.

Com as funcionalidades implementadas e o correto funcionamento do protótipo Adubar, pode-se afirmar que o mesmo poderá servir como uma ferramenta de auxílio a quem desejar obter valores de N, P e K e também estar realizando uma recomendação de adubação na cultura do arroz.

## 7 CONCLUSÃO

Os processos envolvidos na cultura do arroz veem passando por uma série de mudanças em decorrência do forte avanço tecnológico empregado neste setor. Cada vez mais a informática está sendo utilizada para fundir áreas, através da mesma utiliza-se da alta tecnologia envolvida nesse setor, para fortalecer ou buscar soluções para problemas em diferentes áreas. Atualmente existem empresas que desenvolvem soluções específicas para problemas encontrados no setor agrônomo.

Essa pesquisa fundamentou-se no desenvolvimento de um aplicativo desktop, que através de uma análise de solo possa fornecer valores de N, P e K e estar gerando uma recomendação de adubação. Foram realizados estudos dos processos que estão envolvidos na cultura do arroz, levantamentos dos processos da engenharia de software e também buscou-se conhecimentos na área de desenvolvimento. Com os estudos levantados e os objetivos que foram alcançados, pode-se afirmar que é possível realizar a junção de diferentes áreas a fim de um mesmo propósito, ou seja, utilizar a tecnologia empregada no setor da informática, possibilitando assim propiciar soluções de problemas em outras áreas, no caso a área dos agronegócios.

Dentre as diversas dificuldades encontradas durante o desenvolvimento da pesquisa, destacam-se os processos no desenvolvimento da aplicação, conceitos e técnicas na cultura do arroz e o próprio levantamento bibliográfico da cultura do arroz. Contudo todas as dificuldades foram superadas, através de pesquisas em fóruns e livros, e entrevistas com engenheiros agrônomos.

Foi de suma importância os estudos realizados na área de engenharia de software, linguagem de programação Java e dos conhecimentos adquiridos durante o Curso de Ciência da Computação, para que fosse superadas as dificuldades encontradas no desenvolvimento do protótipo. A linguagem Java, por ser bem conhecida no desenvolvimento de softwares comerciais, proporciona ao desenvolvedor uma certa facilidade em utilizá-la.

Atualmente existem vários fóruns que servem para tirar dúvidas, auxiliar no aprendizado e até mesmo compartilhar projetos.

Em meio às dificuldades encontradas ao longo da pesquisa, todos os objetivos foram alcançados, o protótipo desenvolvido obteve um correto funcionamento. Considerando os resultados obtidos, com os mesmos, pode-se afirmar que poderá ser utilizado como uma ferramenta de auxílio no processo de interpretar uma análise de solo e estar realizando uma recomendação de adubação.

Com base em todo conhecimento adquirido durante a pesquisa, bem as tecnologias e métodos abordados, ficam como sugestão de trabalhos futuros:

- a) desenvolvimento de uma versão para dispositivos móveis;
- b) trabalhar com outras culturas, para possíveis gerações de recomendação de adubação;
- c) introduzir técnicas e normas de plantio da cultura de arroz;
- d) desenvolver outros métodos associados a apresentação de relatório, em forma de gráficos.

## REFERÊNCIAS

ALMENTERO, Eduardo Kinder. **Engenharia de requisitos**. Disponível em: <[http://139.82.24.160/wiki/images/8/86/PRDS\\_Requisitos\\_Eduardo\\_Almentero\\_2011.1.pdf](http://139.82.24.160/wiki/images/8/86/PRDS_Requisitos_Eduardo_Almentero_2011.1.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2013.

ARNOLD, Ken. **A linguagem de programação java**. 4. ed São Paulo: Bookman, 2007. 799 p.

ARVUS (Org.). **Agricultura de precisão**. Disponível em: <[http://www.arvus.com.br/publicacoes\\_exibe.html?id=1](http://www.arvus.com.br/publicacoes_exibe.html?id=1)>. Acesso em: 5 nov. 2013.

BEZERRA, Eduardo. **Princípios de análise e projeto de sistemas com UML**. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 286 p. Disponível em: <[http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/Ciclo\\_de\\_Vida\\_Iterativo\\_e\\_Incremental](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/Ciclo_de_Vida_Iterativo_e_Incremental)>. Acesso em: 18 jun. 2014

BRAUDE, Eric J. Projeto de software: da programação à arquitetura : uma abordagem baseada em java. Porto Alegre: Bookman, 2005. 619 p. ISBN 8536304936

CARDOSO, Evaldo Luis; FERNANDES, Ana Helena Bergamim Marozzi; FERNANDES, Fernando Antonio. **Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem**. Disponível em: <[http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=COT79](http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT79)>. Acesso em: 20 abr. 2013.

CÓCARO, Henri; JESUS, José Carlos dos Santos. **A agroinformática em empresas rurais: algumas tendências**. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/919.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

DEITEL, H.M; DEITEL, P. J. **Java: como programar**. 6.ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2005. 1110 p.

EBERHARDT, Domingos Sávio; SCHIOCCHET, Moacir Antonio. **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa catarina (Sistema pré-germinado)**. Florianópolis: Epagri, 2012. 83 p.

EBERHARDT, Domingos Sávio et al. **Sistema de produção clearfield de arroz: manejo da lavoura em sistema pré-germinado**. Florianópolis: Epagri, 2007. 14 p.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Sham. **Sistemas de banco de dados: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, c2002. 837 p.

EMBRAPA. Agroinformática: qualidade e produtividade na agricultura. In: MEIRA, Carlos Alberto Alves et al. **Agroinformática: qualidade e produtividade na agricultura**. Campinas: Embrapa, 1996. p. 175-194.

EMBRAPA (Rio Grande do Sul) (Org.). **Adubação e Calagem para o Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul**. Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular\\_62.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular_62.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2013.

EMBRAPA. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado)**. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2005. 87 p.

FALBO, Ricardo de Almeida. **Engenharia de Requisitos**. Espírito Santo, 2011. UFES-Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <[www.inf.ufes.br/~falbo/files/Notas\\_Aula\\_Engenharia\\_Requisitos.pdf](http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/Notas_Aula_Engenharia_Requisitos.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2014.

FREITAS, Gustavo André de; PARIS, Riliane Alpoim. **Firebird**. Disponível em: <<http://www.gfsolucoes.net/trabalhos/Firebird.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2013.

FURTINI NETO, Antonio Eduardo et al. **Fertilidade do solo**. Disponível em: <[http://www.dcs.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/pdf/Pof\\_Furtini/Fertilidade do Solo \(Livro\).pdf](http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Pof_Furtini/Fertilidade_do_Solo_(Livro).pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2013.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de banco de dados**. Disponível em: <[http://blog.samuelcavalcante.com/itil/Carlos\\_Alberto\\_Heuser\\_-\\_Projeto\\_de\\_Banco\\_de\\_Dados.pdf](http://blog.samuelcavalcante.com/itil/Carlos_Alberto_Heuser_-_Projeto_de_Banco_de_Dados.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2013.

JESUS, J.C.S.; ZAMBALDE, A.L.; SEGRE, L.M.; BORNSTEIN, C.T. **Considerações estratégicas sobre o processo de informatização das empresas/propriedades rurais**. Disponível em: <<http://www.agrosoft.com/agroport/docs95/doc30.htm>>. Acesso em: 20 out. 2013.

JORGE, Lúcio André de Castro; TORRE-NETO, André. **Agrosoft 2002: Agricultura de Precisão**. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/58.htm>>. Acesso em: 22 out. 2013.

LEITE, Jair C. **Design da arquitetura de componentes de software**. Disponível em: <<http://www.dimap.ufrn.br/~jair/ES/c7.html>>. Acesso em: 15 out. 2013.

LUDVIG, Diogo. REINERT, Jonatas Davson. **Estudo do uso de Metodologias Ágeis no Desenvolvimento de uma Aplicação de Governo Eletrônico**. 2007. Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina Disponível em:

<[http://projetos.inf.ufsc.br/arquivos\\_projetos/projeto\\_589/Artigo\\_Diogo\\_Jonatas.pdf](http://projetos.inf.ufsc.br/arquivos_projetos/projeto_589/Artigo_Diogo_Jonatas.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2014.

MAZZOLA, Vitório Bruno. **Engenharia de Software**: Conceitos Básicos. Florianópolis, 2010. INE/CTC/UFSC. Disponível em: <[http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao\\_ES.pdf](http://algol.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_ES.pdf) >. Acesso em 19 jun. 2014.

OLIVEIRA, Gilberto Braga de. **Firebird / interbase**. Disponível em: <[http://gilbertexbom.com/bd2/2InfoN\\_110/Firebird\\_Interbase.pdf](http://gilbertexbom.com/bd2/2InfoN_110/Firebird_Interbase.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2013.

OLIVIERI, Bruno et al. **Interface com o usuário**. Disponível em: <[http://www2.ic.uff.br/~aconci/Trab\\_IU.pdf](http://www2.ic.uff.br/~aconci/Trab_IU.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2013.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de software: fundamentos, métodos e padrões**. Disponível em: <[http://aulasprof.6te.net/Arquivos\\_Aulas/07-Process\\_Desen\\_Soft/Livro\\_Eng\\_Soft\\_Fund\\_Met\\_Padrees.pdf](http://aulasprof.6te.net/Arquivos_Aulas/07-Process_Desen_Soft/Livro_Eng_Soft_Fund_Met_Padrees.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2013.

PARREIRA JUNIOR, Walteno Martins. **Engenharia de Software**. Universidade do Estado de Minas Gerais. 2011. 108 f. Apostila - Fundação Educacional de Ituiutaba. Curso de Engenharia da Computação e Engenharia de Software. Disponível em: <[http://www.waltenomartins.com.br/ap\\_es\\_v1.pdf](http://www.waltenomartins.com.br/ap_es_v1.pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2014.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. 6. ed São Paulo: McGraw-Hill, 2006. 720 p.

SANTOS, Rafael. **Introdução à programação orientada a objetos usando Java**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 319 p.

SCIVITTARO, Walkyria Bueno; GOMES, Algenor da Silva. **Adubação e Calagem para o Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul**. Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular\\_62.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular_62.pdf) >. Acesso em: 10 nov. 2013.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 781 p.

SOARES, Michel dos Santos. **Comparação entre Metodologias Ágeis e Tradicionais para o Desenvolvimento de Software**. DCC/UFLA – RCC/Infocomp. Vol. 3, n. 2. Minas Gerais, nov. 2004. Artigos. Disponível em: <<http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v3.2/art02.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem**. Disponível em: <<http://www.sbcs->

nrs.org.br/docs/manual\_de\_adubacao\_2004-versao\_internet.pdf>. Acesso em: 15 set. 2013.

SOLO, Comissão de Fertilidade do (Org.). **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: Epagri, 1994. 224 p.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. São Paulo: Addison-Wesley, 2003. 592 p.

SOSBAI. **Arroz irrigado**: recomendações Técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Pelotas: Embrapa, 2012. 179 p.

SOUZA, Clarisse Sieckenius de et al. **Projeto de interfaces de usuário**: perspectivas cognitivas e semióticas. Disponível em: <[http://www.dimap.ufrn.br/~jair/piu/JAI\\_Apostila.pdf](http://www.dimap.ufrn.br/~jair/piu/JAI_Apostila.pdf)>. Acesso em: 5 nov. 2013.

WILDEROM, Bastiaan Pieter Marinus; WILDEROM, Stella Martinez. **Firebird/InterBase 6.0 : cliente/servidor com Delphi 6 : tópicos avançados**. São Paulo: Érica, 2002. 294 p.

## **APÊNDICE**

# Desenvolvimento de um aplicativo para realizar a recomendação de adubação para o plantio do arroz

Renato Salvalaio<sup>1</sup>, Luciano Antunes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) Av.Universitária, 1105 – Bairro Universitário – Criciúma – SC - Brasil

<sup>2</sup>Professor do Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) Av.Universitária, 1105 – Bairro Universitário – Criciúma – SC - Brasil

renatosalvalaio@hotmail.com, luc@unesc.net

***Abstract.** This article describes the work of completion submitted for the degree of Bachelor of Computer Science from the University of the Extreme South of Santa Catarina, whose goal was to develop an application that provides the values of Nitrogen, Phosphorus and Potassium and subsequently perform a fertilizer recommendation by the results obtained in an analysis of soil. For its realization, we performed studies on software development and the processes of soil analysis. As a result we obtained a application that can assist in the fertilizer recommendation process in rice.*

***Resumo.** O presente artigo descreve o trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, cujo objetivo foi o desenvolvimento de um aplicativo que forneça os valores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio e posteriormente realize uma recomendação de adubação através dos resultados obtidos em uma análise de solo. Para a realização do mesmo, efetuou-se estudos sobre desenvolvimento de software e sobre os processos de análise de solo. Como resultado obteve-se uma aplicação que possa auxiliar no processo de recomendação de adubação na cultura do arroz.*

## 1. Introdução

Atualmente o Brasil está entre os dez principais produtores mundiais de arroz. A região sul do Brasil vem se destacando no sistema de cultivo de arroz, em média 53% da produção nacional. No estado de Santa Catarina, a produção vem aumentando juntamente com as áreas cultivadas.

O cultivo do arroz pode parecer simples pelo fato da alta tecnologia empregada no setor agrícola, com máquinas, insumos e sementes de grande qualidade e potencial tecnológico, mas os produtores enfrentam dificuldades e uma delas é pelo fato da região sul apresentar solos de diferentes tipos e características. Para conter este problema na cultura do arroz, é realizada a prática de adubação.

A adubação é de suma importância na cultura do arroz, a sua utilização é necessária para que se possa corrigir as deficiências de nutrientes do solo, visando obter alta produtividade. Por possuir diferentes tipos de fertilizantes e preços é necessário que o produtor tenha em mãos a análise de solos, para que juntamente com um técnico ou engenheiro, possa realizar a recomendação de adubação.

O Brasil vem buscando espaço no mercado internacional, onde visa concorrer com grandes países como Estados Unidos, França, Rússia entre outros. Embora apresentar um setor agrícola com tecnologias avançadas, ainda busca aprimorar mais esse setor, através de novas tecnologias visa-se obter métodos onde possa ter um produto de qualidade e preço competitivo.

Com o avanço tecnológico, empresas como as do ramo agroinformáticas buscam otimizar operações manuais no setor agrícola, utilizando tecnologias de ponta para desenvolver possíveis soluções em softwares, para amenizar problemas no setor agrícola. Apesar das iniciativas de algumas empresas, as mesmas encontram dificuldades por encontrar ambientes desestruturados, sem organização e a falta de investimentos no setor de Tecnologia da Informação (TI).

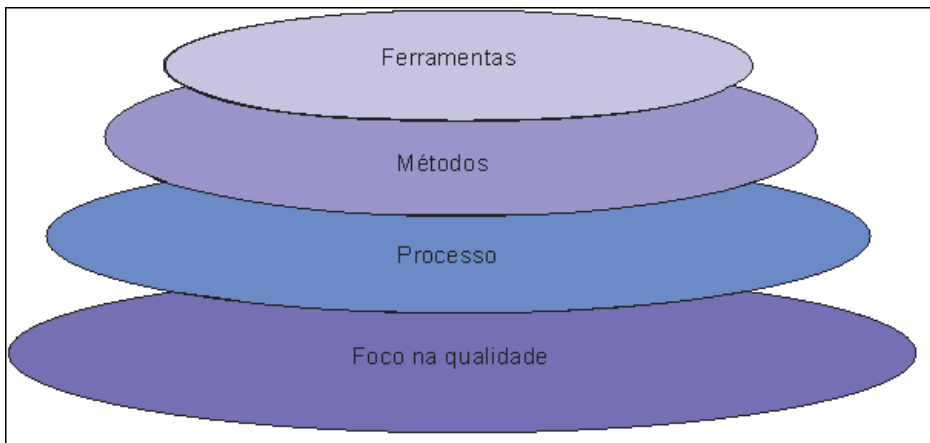
Devido aos problemas encontrados no setor agrícola e a possibilidade de utilizar recursos da área da informática para amenizar problemas solúveis, busca-se com conhecimentos adquiridos durante o curso e com o auxílio de ferramentas de programação o desenvolvimento de um software para realizar a recomendação de adubação na cultura do arroz.

## **2. Engenharia de Software**

Segundo Pressman (2006), o software tornou-se um elemento chave para a evolução de sistemas e dos produtos baseados em computadores. Nos últimos 50 anos passou de apenas ser uma ferramenta para resolução de problemas, a um produto indispensável na indústria. Contudo ainda a dificuldades na construção do mesmo, problemas encontrados em se desenvolver softwares de alta qualidade, prazo e dentro do orçamento. Em meio a essas dificuldades, a engenharia de software propõe-se auxiliar no desenvolvimento de software de alta qualidade, através de estruturas e planejamentos.

A engenharia de software é uma tecnologia em camadas (Figura 1), todas as etapas dessa camada devem se apoiar na qualidade organizacional. A base dessa tecnologia é o foco na qualidade. O processo, dentro das camadas de engenharia de software é o alicerce, ele é responsável por manter unidas as tecnologias empregadas no desenvolvimento de softwares para computadores. Os métodos de engenharia de software, é a técnica que será empregada no desenvolvimento do software. Abrangem diversas tarefas como, comunicação, análise de requisitos, modelagem, construção, testes e manutenção. As ferramentas de engenharia de software fornecem apoio as camadas de processo e métodos, através de ferramentas automatizadas ou semi-automatizado (PRESSMAN, 2006).

Figura 1 - Engenharia de Software em camadas



Fonte: Pressman (2006).

## 2.1 Modelos de desenvolvimento de software

Segundo Sommerville (2003) um processo de *software* é um conjunto de atividades e resultados que auxiliam no desenvolvimento de um *software*. Existem diferentes tipos de processos, sendo que pode-se utilizar diferentes processos para a produção de um mesmo produto. Embora existir vários tipos de processos, é comum encontrar mesmas atividades entre eles, sendo algumas delas, Especificação de *software*, Projeto e implementação de *software*, Validação de *software*, Evolução de *software*.

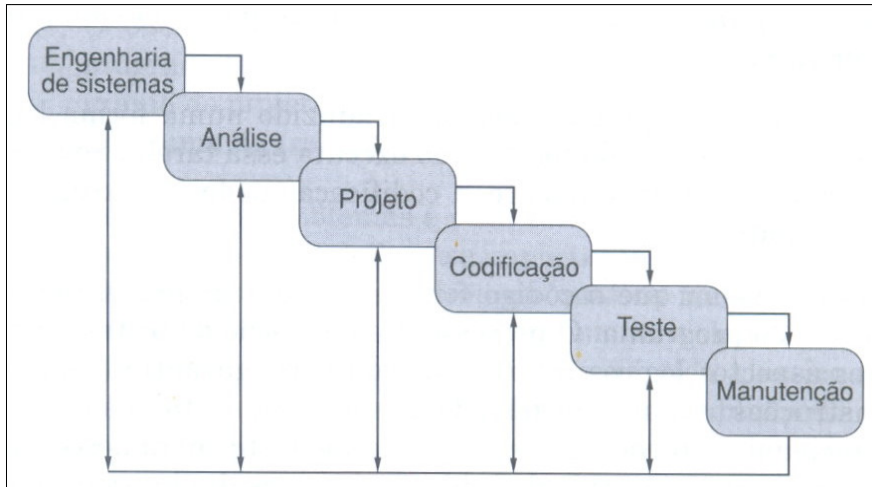
Na primeira etapa, especificação de *software*, busca-se obter as funcionalidades do software, como será sua operação. Na segunda etapa do projeto e implementação de *software*, são disponibilizados modelos através de diagramas para que possam ser implementados em uma linguagem de programação. Na próxima etapa, a validação do *software*, será analisado se todas as funcionalidades foram implementadas. Na última etapa, a evolução de *software*, precisa-se garantir que o mesmo irá evoluir, sendo assim continuar útil ao cliente (SOARES, 2004).

### 2.1.1 Modelo Clássico

O modelo clássico também conhecido como Modelo em Cascata, compreende-se em um modelo onde considera-se os processos de especificações, desenvolvimento, validação e evolução, onde os mesmos são fundamentais ao processo (PRESSMAN, 2006).

É apresentado na figura 2, o ciclo de desenvolvimento de *software* utilizando o modelo clássico.

Figura 2 – Modelo Clássico



Fonte: Pressman (2006).

Segundo Pereira Junior (2011), o resultado de cada fase envolve documentações onde as mesmas necessitam ser aprovadas e assinadas. A fase seguinte só é iniciada após a conclusão da fase que a antecede.

Devido ao alto custo empregado nesse modelo, pode acontecer de se realizar a suspensão de algumas especificações e prosseguir então para próximas fases. Quando são levantados problemas, os mesmos são repassados para fases posteriores, são ignorados ou podem ser programados para serem solucionados. Deve-se então atentar aos requisitos e as etapas posteriores do projeto, pois pode-se ao final obter-se um sistema que não atenderá as necessidades do cliente (PRESSMAN, 2006).

### 3. Arroz em Santa Catarina

Segundo Epagri (2005), Santa Catarina é um tradicional estado produtor de arroz, diferenciando-se pela utilização do sistema de cultivo pré-germinado, em grande parte da área cultivada.

No ano agrícola 2008/09 em 83 municípios de Santa Catarina, foram cultivados 149.000ha, tendo uma produção de 1,05 milhão de toneladas de arroz em casca. A produtividade média obtida entre as últimas safras foi aproximadamente 7t/ha (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

Em Santa Catarina a maioria das propriedades em que se utiliza o sistema de cultivo pré-germinado, encontram-se pequenas lavouras, tendo em média 13,5ha. Nos últimos anos os proprietários vêm adotando a técnica de arrendamento, onde pode-se perceber o aumento do tamanho das áreas cultivadas, acarretando em uma média de 17,8ha (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

O crescimento da produtividade e produção alcançado em Santa Catarina, deve-se principalmente a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A (EPAGRI), que através de suas estações experimentais, vem gerando e fornecendo ao produtor tecnologia para que possa beneficiá-lo em sua produção (EPAGRI, 2005).

No estado de Santa Catarina, o manejo dos solos cultivado com arroz, pode parecer simples em função de baixa suscetibilidade à erosão, facilidade do uso de máquinas e de condições favoráveis a irrigação, pois apresentam áreas planas, amplas e contínuas. Porém, por

apresentar características peculiares, o manejo de cada tipo de solo torna-se de extrema complexidade, exigindo que se tenha algum conhecimento sobre eles, para que se possa manejá-los (EMBRAPA, 2005).

### **3.1 Análise de solo**

Na cultura do arroz a adubação é uma das práticas de maior importância para que se obtenha alta produtividade. Visando saber quais fertilizantes utilizar, é recomendado que faça uma análise de solo, assim o produtor poderá aplicar a quantidade e o produto certo, obtendo custo e benefício adequado (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

A análise de solos é um método onde o produtor poderá perceber a capacidade de um solo suprir nutrientes para a planta. É uma forma simples e rápida que trará benefícios para o produtor, pois o mesmo terá em mãos quais nutrientes estão escassos em um determinado talhão de terra, podendo assim aplicar corretivos e fertilizantes certos para a lavoura (CARDOSO; FERNANDES; FERNANDES, 2009).

#### **3.1.2 Análise em laboratório**

Existem atualmente no país vários laboratórios, públicos e privados, que são capacitados para realizarem a análise de solo (CARDOSO; FERNANDES; FERNANDES, 2009).

Uma análise pode-se considerar completa se a mesma obter as seguintes determinações: pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, manganês, cobre, ferro, boro, alumínio, hidrogênio mais alumínio, teor de matéria orgânica e análise granulométrica.

O técnico deverá ter participação desde a escolha do laboratório aos resultados obtidos com ela, podendo juntamente com o produtor realizar uma definição de correção do solo (FURTINI NETO et al, 2001).

#### **3.1.3 Interpretação dos resultados**

Juntamente com o produtor, o técnico deverá obter a melhor forma dos fertilizantes em que deverão ser utilizados para correção do solo.

O próprio produtor influenciará muito na indicação dos fertilizantes, pois devem ser considerados o histórico da área e até mesmo a cultivar que o mesmo pretenderá utilizar (EPAGRI, 2005).

### **3.2 Adubação**

As recomendações de adubação na cultura do arroz, visam proporcionar um retorno líquido maior por cultivo e por unidade de área. Para que se possa fornecer uma recomendação adequada, é necessário que o produtor tenha em mãos os resultados da análise de solo (SOSBAI, 2003).

#### **3.2.1 Adubação de base: fósforo e potássio**

Fósforo (P) e Potássio (K) são elementos químicos indispensáveis para as plantas, para que possam ser mais bem utilizados podem ser incorporados no preparo do solo, ou quando o arroz estiver em fase de perfilhamento (EBERHARDT; SCHIOCCHET, 2012).

Os teores de potássio são interpretados em função da capacidade de troca de cátions do solo. Independentemente do valor admite-se que a probabilidade de retorno econômico da adubação potássica em solos contendo teores acima do teor crítico é muito pequena ou nula (SOSBAI, 2012).

### 3.2.2 Adubação de cobertura: nitrogênio

Para a recomendação de Nitrogênio (N), o técnico ou engenheiro agrônomo responsável deverá analisar o histórico da área a ser aplicada, levando em consideração os cultivares anteriormente cultivados, o teor de matéria orgânica do solo e doenças que provavelmente ocorreram com o excesso da aplicação de nitrogênio (EPAGRI, 2005).

## 6. Metodologia

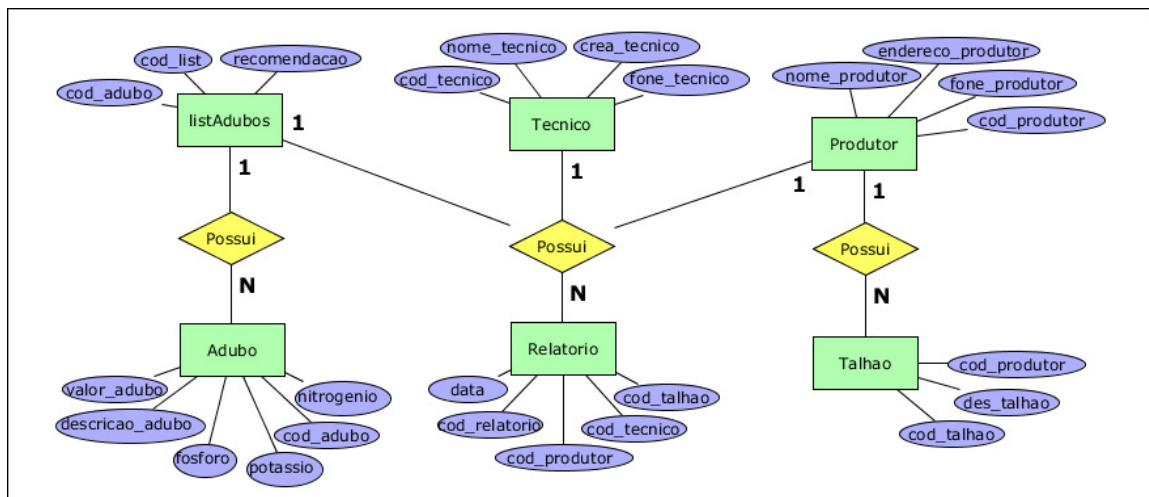
Na pesquisa buscou-se um estudo sobre a cultura do arroz. Com base no estudo do arroz, foi estabelecido como objetivo geral o desenvolvimento de um aplicativo capaz de realizar a recomendação de adubação, através do resultado apresentado por uma análise de solo. Para que o objetivo pudesse ser alcançado buscou-se estudos de desenvolvimento de software e dos processos que estão presentes na interpretação dos resultados de uma análise de solo.

Durante o desenvolvimento dessa pesquisa utilizou-se dos métodos que estão empregadas no modelo clássico de desenvolvimento de software, sendo utilizadas: levantamento bibliográfico; levantamento de requisitos; modelagem UML; implementação e realização de testes; análise e validação dos resultados

### 6.1 Modelagem base de dados

A modelagem da base de dados foi realizada através do processo de levantamento de requisitos. O levantamento de requisitos segundo Paula Filho (2000), é a etapa onde se deve levantar os requisitos a um nível detalhado, buscando satisfazer ao cliente, usuários e desenvolvedores. Buscou-se por meio de um encontro com Renato Mota Bendo, técnico agrícola, levantar e refinar os requisitos necessários para modelar a base de dados. Com os requisitos levantados obteve-se o modelo ER, conforme observa-se na figura 2.

Figura 2 - Modelo ER



Fonte: Do autor.

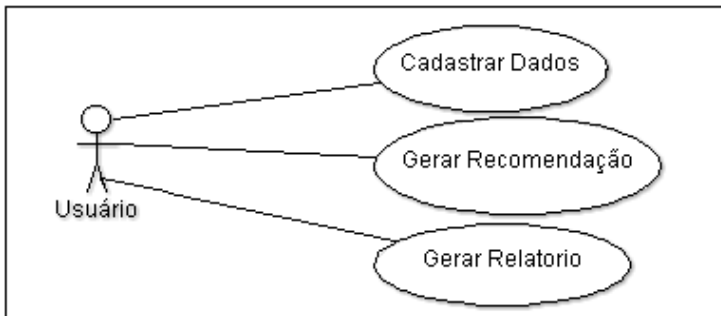
Com os requisitos que foram levantados foi desenvolvida a base de dados da aplicação.

### 6.2 Modelagem Adubar

Após se obter a base de dados partiu-se para o desenvolvimento do protótipo em si. Através da ferramenta ArgoUML, foi desenvolvido um diagrama de caso de uso.

No diagrama de caso de uso é realizado um levantamento informal do que o sistema faz do ponto de vista do usuário, são levantadas as principais necessidades do usuário para o sistema que está sendo desenvolvido. (PRESSMAN, 2006). Através da figura 3 observam-se os métodos que foram definidos necessários para o protótipo.

Figura 3 – diagrama de caso de uso



Fonte: Do autor.

### 6.3 Desenvolvimento Adubar

A aplicação foi desenvolvida utilizando a Integrated Development Environment (IDE) Netbeans 7.3. O Netbeans é uma ferramenta muito utilizada nos dias atuais, pois a mesma apresenta uma gama de utensílios que facilitam o desenvolvimento de softwares, também esta fora escolhida por ser uma ferramenta utilizado no período do curso de Ciência da Computação. Juntamente com o Netbeans, foi de suma importância a utilização do gerenciador de banco de dados Firebird 2.5, e para sua modelagem o IBExpert, ambas ferramentas muito utilizadas por desenvolvedores de software. Com o desenvolvimento da aplicação percebeu-se a necessidade de uma ferramenta para modelagem de relatórios, optou-se pela utilização do IReport 5.0 por ser uma ferramenta gratuita de código aberto e que também vinha sendo utilizada no curso de Ciência da Computação.

### 6.4 Funcionamento Adubar

Ao abrir o protótipo desenvolvido o usuário se depara com a tela inicial onde o mesmo poderá realizar diferentes operações, sendo elas divididas em módulos dentro da aplicação. Tem-se o módulo de Generalidades, onde está contida toda a parte de cadastro e alterações, o módulo Recomendações está contida a operação de uma nova recomendação de adubação, no módulo Relatório o usuário poderá estar gerando relatórios a partir das recomendações geradas e tem-se o módulo de Ajuda, onde o usuário tem a disposição um tutorial de cada operação.

No modulo de Recomendações está contida grande parte dos objetivos, pois é ali que o usuário estará realizando a interpretação dos resultados de uma análise de solo. Ao inserir os dados da análise de solo e pressionar o botão “Calcular” a aplicação retorna os valores necessários para Nitrogênio, Fósforo e Potássio juntamente com recomendações de adubação para correção do solo. Na figura 4 observa-se uma interpretação de análise de solo, realizada pela aplicação desenvolvida.

Figura 4 – Interpretação dos resultados de uma análise de solo

**Cálculo Amostra**

Técnico \*

Produtor \*

Talhão \*

Data Entrada \*  Aproximação de valores

Resultado Análise \* Campos obrigatórios

M.O \*   Ca

P \*   Mg

K \*   CTC \*

Soluções

Código	Solução
Solução	1

Detalhes

Codigo	Descrição	Valor	Nitrógeno	Fosforo	Potássio
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
1	ADUBO FOLIAR	68.0	5.0	20.0	20.0
2	UREIA	63.0	45.0	0.0	0.0
2	UREIA	63.0	45.0	0.0	0.0
2	UREIA	63.0	45.0	0.0	0.0
2	UREIA	63.0	45.0	0.0	0.0
8	CLORETADA	66.0	20.0	0.0	20.0

Valor Necessário N  P  K

Total N  P  K  Custo / ha

Fonte: Do autor.

## 6.5 Testes

A partir do funcionamento adequado da aplicação, buscou-se a instalação e configuração da aplicação em outros computadores, para que o mesmo pudesse ser utilizado por outros usuários. Em dos computadores que foram realizadas as instalações, é de uso de trabalho do técnico agrícola Renato Mota Bento, que se propôs a analisar e testar o software.

## 6.6 Resultados obtidos

Os testes realizados após a etapa de implementação da aplicação Adubar, compreendem-se nos resultados obtidos.

Para fins de testes, a aplicação desenvolvida foi instalada e configurada na máquina de uso do técnico agrícola Renato Mota Bento, onde o mesmo realizou comparativos entre os resultados da aplicação e os obtidos pelo método manual. Com os resultados levantados foram desenvolvidas tabelas, para que de forma mais clara pudesse ser compreendido. A seguir são demonstradas tabelas com os dados obtidos da análise de solo, e posteriormente suas interpretações e recomendação de adubação.

1. Tabela 6 – resultados análise de solo

Resultado análise de solo					
M.O	P	K	CA	MG	CTC
2.4	9.4	44	2.3	1	6.51

Fonte: Do autor.

**2. Tabela 7 – interpretação dos resultados da análise de solo e suas recomendações, realizadas pelo técnico agrícola e pela aplicação desenvolvida**

Interpretação técnico agrícola		Expectativa	Interpretação Adubar	
N	90	Média	N	90
P	40	Alta	P	40
K	70	Alta	K	70

Recomendação Fertilizantes	
Técnico	Adubar
04 sc – 05-20-20	04 sc – 05-20-27
2,5 sc – 25-00-25	03 sc – 45-00-00
02 sc – 45-00-00	01 sc – 25-00-25

Fonte: Do autor.

## 7. Conclusão

Os processos envolvidos na cultura do arroz veem passando por uma série de mudanças em decorrência do forte avanço tecnológico empregado neste setor. Cada vez mais a informática está sendo utilizada para fundir áreas, através da mesma utiliza-se da alta tecnologia envolvida nesse setor, para fortalecer ou buscar soluções para problemas em diferentes áreas. Atualmente existem empresas que desenvolvem soluções específicas para problemas encontrados no setor agrônômico.

Essa pesquisa fundamentou-se no desenvolvimento de um aplicativo desktop, que através de uma análise de solo possa fornecer valores de N, P e K e estar gerando uma recomendação de adubação. Foram realizados estudos dos processos que estão envolvidos na cultura do arroz, levantamentos dos processos da engenharia de software e também buscou-se conhecimentos na área de desenvolvimento. Com os estudos levantados e os objetivos que foram alcançados, pode-se afirmar que é possível realizar a junção de diferentes áreas a fim de um mesmo propósito, ou seja, utilizar a tecnologia empregada no setor da informática, possibilitando assim propiciar soluções de problemas em outras áreas, no caso a área dos agronegócios.

Foi de suma importância os estudos realizados na área de engenharia de software, linguagem de programação Java e dos conhecimentos adquiridos durante o Curso de Ciência da Computação, para que fosse superadas as dificuldades encontradas no desenvolvimento do protótipo. A linguagem Java, por ser bem conhecida no desenvolvimento de softwares comerciais, proporciona ao desenvolvedor uma certa facilidade em utilizá-la.

Considerando os resultados obtidos, com os mesmos, pode-se afirmar que poderá ser utilizado como uma ferramenta de auxílio no processo de interpretar uma análise de solo e estar realizando uma recomendação de adubação

## 8. Referências

CARDOSO, Evaldo Luis; FERNANDES, Ana Helena Bergamim Marozzi; FERNANDES, Fernando Antonio. **Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem.** Disponível em:

<[http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=COT79](http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT79)>. Acesso em: 20

abr. 2013.

- EBERHARDT, Domingos Sávio; SCHIOCCHET, Moacir Antonio. **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sistema pré-germinado)**. Florianópolis: Epagri, 2012. 83 p.
- EMBRAPA (Rio Grande do Sul) (Org.). **Adubação e Calagem para o Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul**. Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular\\_62.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular_62.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2013.
- EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado)**. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2005. 87 p.
- FURTINI NETO, Antonio Eduardo et al. **Fertilidade do solo**. Disponível em: <[http://www.dcs.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/pdf/Pof Furtini/Fertilidade do Solo \(Livro\).pdf](http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Pof Furtini/Fertilidade do Solo (Livro).pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de software: fundamentos, métodos e padrões**. Disponível em: <[http://aulasprof.6te.net/Arquivos\\_Aulas/07-Proces\\_Desen\\_Soft/Livro\\_Eng\\_Soft\\_Fund\\_Met\\_Padroses.pdf](http://aulasprof.6te.net/Arquivos_Aulas/07-Proces_Desen_Soft/Livro_Eng_Soft_Fund_Met_Padroses.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2013.
- PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. 6. ed São Paulo: McGraw-Hill, 2006. 720 p.
- SOARES, Michel dos Santos. **Comparação entre Metodologias Ágeis e Tradicionais para o Desenvolvimento de Software**. DCC/UFLA – RCC/Infocomp. Vol. 3, n. 2. Minas Gerais, nov. 2004. Artigos. Disponível em: <<http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v3.2/art02.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2014.
- SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. São Paulo: Addison-Wesley, 2003. 592 p.
- SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações Técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa, 2012. 179 p.

**ANEXO**

## ANEXO A – Projeto de análise de solo



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.  
Gerência Regional de Ituporanga  
Estação Experimental de Ituporanga

## Epagri Laboratório de Análises de Solo

24/05/2010 08:59:22

Laudo N° 3386

Produtor: José Gomes Savaiaio

Remetente: Gerência Regional de Araranguá

Localidade: Novo Paraíso

Empresa: Epagri

Município: Meleiro

Município: Araranguá

## RESULTADO DA ANÁLISE BÁSICA

Amostra	pH Água	Índice SMP	P	K	M.O.	Al	Ca	Mg	Argila
			(mg / dm <sup>3</sup> )	(mg / dm <sup>3</sup> )	(%)	(Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )			(%)
4733	4,9	6,0	4,0	44	2,2	0,8	1,7	1,1	25

Amostra	Acidez Potencial H+Al (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Relações			Soma de Bases S	CTC pH (7,0)	Saturação Al	Saturação de Bases V
		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	(Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	(%)	(%)
4733	4,4	1,55	15,11	9,78	2,91	7,3	21,5	40,0

## MICRONUTRIENTES

Amostra	Fe	Zn	Cu	Mn
	(g/dm <sup>3</sup> )	(mg/dm <sup>3</sup> )	(mg/dm <sup>3</sup> )	(mg/dm <sup>3</sup> )

## RESULTADOS DE OUTRAS ANÁLISES

Amostra				

## RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS


## IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra	Identificação
4733	01 Sarga de areia

CLAUDINEI KURTZ  
Eng. Agr. MSc  
CREA 033389-2  
kurtz@epagri.sc.gov.br

Laboratório integrante da ROLAS do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina

EPAGRI S.A. - Estação Experimental de Ituporanga - Laboratório de Análises de Solo  
Lageado Águas Negras - Caixa Postal 121 - CEP 88 400-000 - Ituporanga - SC  
Home Page: www.epagri.rct-sc.br - e-mail: las-eetu@epagri.rct-sc.br  
Fone/Fax: (047) 3533-1409