UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

CÁSSIO GRANCER STEIN

DESENVOLVIMENTO DE UM *SOFTWARE* DE GESTÃO DE ANÁLISES DE SOLO PARA O LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLO RAPHAEL M. BLOISE

ALEGRE – ES
2014

CÁSSIO GRANCER STEIN

DESENVOLVIMENTO DE UM *SOFTWARE* DE GESTÃO DE ANÁLISES DE SOLO PARA O LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLO RAPHAEL M. BLOISE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Computação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof.ª. MSc. Valéria Alves da Silva

ALEGRE – ES

2014

CÁSSIO GRANCER STEIN

DESENVOLVIMENTO DE UM *SOFTWARE* DE GESTÃO DE ANÁLISES DE SOLO PARA O LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLO RAPHAEL M. BLOISE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Computação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em 08 de dezembro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof.ª. MSc. Valéria Alves da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. MSc. Rodrigo Freitas Silva
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. MSc. Juliana Pinheiro Campos
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, pois sem fé nele eu não teria começado esta caminhada. Dedico aos meus pais Antônio Maria Stein e Neide Grancer Stein e as minhas irmãs Raquel Grancer Stein e Beatriz Grancer Stein por sempre terem me incentivado a estudar e por acreditarem que seus esforços em prol do meu estudo valeriam a pena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Antônio Maria Stein, a minha mãe Neide Grancer Stein e as minhas irmãs Raquel Grancer Stein e Beatriz Grancer Stein pelo apoio, pelo incentivo, pela compreensão nos momentos em que estive distante e por acreditarem em mim. Agradeço a Deus por cada dia e por todas as minhas conquistas.

RESUMO

O Laboratório de Análises Químicas de Solo Raphael M. Bloise realiza análises de solo química, granulométrica e de matéria orgânica, para clientes com objetivos de pesquisa, busca por apoio financeiro ou produzir de forma mais sustentável. O laboratório possui clientes em Minas Gerais e Rio de Janeiro além de atender todo o sul do estado do Espírito Santo. Diante do porte do laboratório é preciso garantir qualidade no resultado de seu serviço. Atualmente isso tem sido uma dificuldade, a confiabilidade nos resultados das análises é perdida no momento de armazenar a informação, é difícil garantir que o resultado que sai das salas de análise do solo cheguem com integridade às mãos do cliente, pois o processo utilizado não realiza as verificações necessárias e é muito dependente da qualidade do trabalho humano. Para suprir essa deficiência do processo esse projeto desenvolveu um *software* de gestão de análises, com funcionalidades feitas especificamente para suprir as necessidades do laboratório. O *software* aumentou a confiabilidade nos resultados e garantiu a integridade das análises, pois o sistema também fornece condições melhores de trabalho e diminui o impacto das falhas humanas no momento de salvar o resultado das análises. A implantação do *software* também contribuiu para o laboratório conseguir o Certificado de Excelência da Embrapa Solo.

Palavras-Chave: Análise de solo, Engenharia de Software, Engenharia de Requisitos.

DEVELOPING A SOFTWARE SOIL ANALYSIS FOR MANAGEMENT CHEMICAL LABORATORY OF SOIL RAPHAEL M. BLOISE

ABSTRACT

The laboratory of chemical analysis of soil Raphael M. Bloise carries out chemical soil analysis, particle size and organic matter to customers with research objectives, check for financial support or produce in a way more sustainably. The laboratory has customers in Minas Gerais and Rio de Janeiro and yet they assist all the southern state of Espirito Santo. Because of the lab's size, they need to ensure quality in the result of their service. Currently it has been a difficulty, the reliability of the results of the analysis is lost at the time of store information, it is difficult to ensure that the result coming out of the analysis rooms of soil come with integrity the customer's hands. Because the process used does not perform the necessary checks and is very dependent on the quality of human labor. To meet this process deficiency this project developed an analytical management software, with features made specifically to meet the laboratory's needs, in order to increase the reliability of the results and ensure the integrity of the analysis. The software has increased the reliability of the results and ensured the integrity of analyzes, because the system also provides better working conditions and reduces the impact of human error when you save the test results. The software deployment also contributed to the lab to get the Certificate of Excellence Embrapa Solo.

Keywords: Soil Analysis, Software Engineering, Requirements Engineering.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO10
1.1. PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA11
1.2. OBJETIVOS16
1.2.1. Objetivo Geral16
1.2.2. Objetivos Específicos16
2. REVISÃO DA LITERATURA17
2.1. ANÁLISE DE SOLO17
2.1.1. Configuração de Solo17
2.1.2. Ações Corretivas17
2.1.2.1. Calagem17
2.1.2.2. Adubação17
2.1.3. Análises18
2.1.3.1. Análise Granulométrica18
2.1.3.2. Análise de Matéria Orgânica18
2.1.3.3. Análise Química18
2.1.4. Crédito Rural18
2.1.5. Laboratório19
2.2. DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARE*20
2.2.1. Engenharia de *Software*20
2.2.2. Metodologia de desenvolvimento ágil21
2.2.3. Ciclo de Vida21
2.2.4. Caso de Uso22
2.2.5. Sistemas Similares ou Correlatos23
3. METODOLOGIA24
4. RESULTADOS OBTIDOS33
5. CONCLUSÃO37
6. REFERÊNCIAS38
7. ANEXOS41

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Curva de resposta à adição de um nutriente.12
Figura 2. Coluna com valores calculados.13
Figura 3. Frequência de amostras por cidade.19
Figura 4. Diagrama de atividades do laboratório.25
Figura 5. Diagrama de Casos de Uso.26

Figura 6. Modelo de laudo utilizado pelo laboratório.28
Figura 7. Protótipo da janela do caso de uso Cadastrar Análise Química.28
Figura 8. Diagrama de pacotes.29
Figura 9. Cadastrar Análise Física.31
Figura 10. Triangulo de grupamento textural.32
Figura 11. Tela do caso de uso Cadastrar Analise Química.33
Figura 12 - Tela de Erro de Análise.34
Figura 13. Tela de alerta para resultado.34
Figura 14. Laudo Técnico de Análise Química.35
Figura 15. Laudo Técnico de Análise Granulométrica.35
Figura 16. Tela do caso de uso Pesquisar por Laudo.36
Figura 17 - Modelo Entidade-Relacionamento.48
Figura 18 - Diagrama de classes do pacote persistencia.49
Figura 19 - Modelo Entidade-Relacionamento final.50
Figura 20 - Tela de Login.54
Figura 21 - Cadastrar Novo Usuário.54
Figura 22. Tela Gráfico.54
Figura 23 - Tela Principal Bloqueada.55
Figura 24 - Tela Principal.56
Figura 25 - Tela Cadastro Proprietário.57
Figura 26 – Tela Cadastrar Cidade.57
Figura 27 - Tela Cadastrar Solicitante.57
Figura 28 - Tela Editar Proprietário.58
Figura 29 - Tela Gerenciamento de Professores.58
Figura 30 - Tela Cadastrar Professor.58
Figura 31 - Tela Pesquisar por Cidade.58
Figura 32 - Tela Pesquisar por Solicitante.59
Figura 33 - Tela Visualizar Amostra.59
Figura 34 - Tela Cadastrar Análise Física.59
Figura 35 - Tela de Listagem de Proprietários.60
Figura 36 - Tela Listagem de Amostras.61
Figura 37 - Tela Pesquisar por Laudo.62
Figura 38 - Tela Cadastrar Análise Química.63
Figura 39 - Tela Cadastrar Análise Química com Matéria Orgânica.64
Figura 40 - Tela Editar Curva de Fósforo.65
Figura 41 - Tela de Erro da Análise.65
Figura 42 - Tela Configurar Gráfico.65

1. INTRODUÇÃO

O solo é composto de elementos responsáveis pela sobrevivência e saúde da planta. Cada planta necessita de determinadas quantidades desses elementos de acordo com suas características. Tendo em vista que cada planta possui uma configuração de solo favorável a sua produção, o que a produção sustentável busca é otimizar o solo de forma a chegar o mais próximo da configuração ideal para a planta em questão. Para tal, a análise de solo vem sendo usada desde o início da década de 1930 como fator de tomada de decisão para adubação e calagem segundo Boaretto et al. (1988 apud Santos et al., 2009 p. 25).

Atualmente as atividades de correção da quantidade de elementos presente no solo ocupam uma parcela considerável dos custos de produção, porém, possibilitam a obtenção de rendimentos econômicos que justificam o investimento (Santos et al.; 2009).

A análise de solo é feita sobre uma amostra representativa de uma área específica. Essa análise vai expor as deficiências nutricionais do solo para um cultivo especifico. A partir destas informações é possível promover ações corretiva do solo, como calagem e adubação, na área que a amostra representa em favorecimento das necessidades nutricionais da plantação e da segurança ambiental (Santos et al.; 2009).

Para diferentes finalidades, são feitas diferentes análises de solo, são três tipos de análises, granulométrica, matéria orgânica e química. A análise granulométrica vai classificar o solo conforme o tamanho dos grãos. A análise de matéria orgânica vai expor a quantidade de matéria orgânica presente no solo. E a análise química vai expor a quantidade de nutrientes presente no solo.

Além das finalidades descritas acima, as análises de solo são exigidas para concessão de empréstimo pelo Crédito Rural.

O Laboratório de Análises Químicas de Solo Raphael M. Bloise possui clientes com os diferentes objetivos e de três estados da região sudeste do Brasil. Atendendo a muitos clientes, porém, tem encontrado dificuldade de garantir a

qualidade das suas análises de solo, muitas laudos contendo resultados inconsistentes com a realidade são entregues aos clientes.

Com o objetivo de melhorar qualidade dos laudos e aumentar a confiabilidade nos resultados, um *software* de gestão de análise foi desenvolvido e obteve bons resultados. Melhorou a qualidade de trabalho dos usuários, aumentou a integridade das informações, tornou os dados menos vulneráveis a falhas humanas e aumentou a confiabilidade nos laudos.

1.1. PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

Na busca pelo aumento da produtividade, a adubação e calagem são responsáveis por 50% dos ganhos em produtividade, e a análise de solo é fundamental para alcançar a eficiência em fertilização e adubação (Lopes, 2000).

O ato de corrigir os nutrientes do solo não é simples, existe a Lei do Liebig afirma que o crescimento de uma planta vai ser limitado pelo nutriente em menor proporção no solo. Por outro lado, existe a Lei de Mitscherlich que afirma que a adição do nutriente em falta vai ter cada vez menos efeito na produtividade conforme a dose do nutriente aumentar (Mendes, 2007), como a Figura 1 representa. Dessa forma é possível concluir que não é viável visar a produção máxima, mas sim a produção econômica máxima (Lopes, 2000).

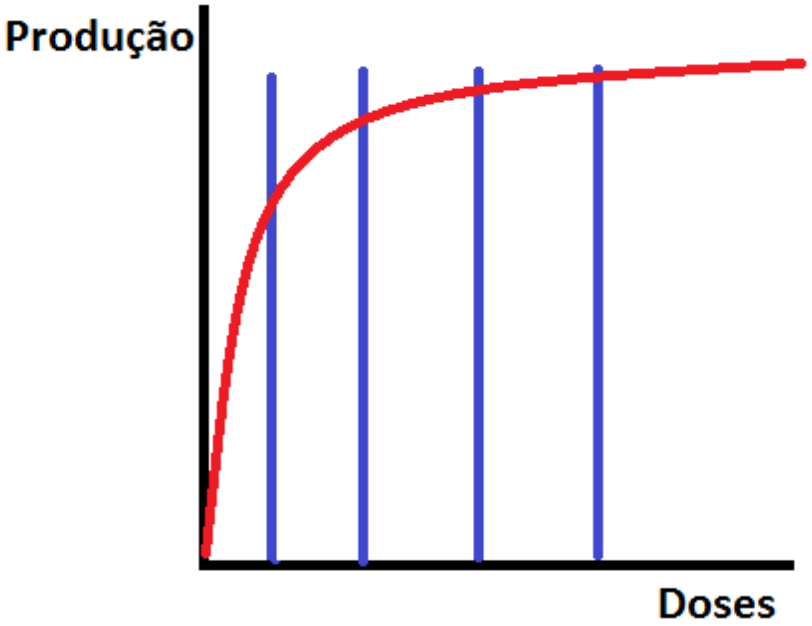


Figura 1. Curva de resposta à adição de um nutriente.
Fonte: Mendes (2007)

Um erro da análise pode definir uma dosagem de adubação que não traga benefício ao produtor.

Um resultado diferente da realidade já é algo esperado, uma vez que os nutrientes são distribuídos de forma heterogênea, porém, essa variação não faz com que o resultado da análise seja discrepante a ponto da indicação de adubação estar em inconformidade com as suas necessidades (Caíres, 2014). Mas devido a essa variação esperada, é importante que outras variações sejam evitadas para não aumentar as chances do resultado estar inconsistente com a realidade ao ponto de comprometer a adubação. O maior cuidado deve ser com relação a amostragem do solo, e as regras para coleta das amostras devem ser seguidas (Caíres, 2014).

Pressupondo que todas as recomendações para coleta de amostras tenham sido seguidas, podemos concluir que a dosagem definida para correção do solo com base no resultado da análise vai coincidir com a real necessidade do solo e então o produtor vai realizar a adubação e calagem alcançando a eficiência esperada. Mas para isto é preciso garantir que o laboratório faça a análise corretamente e entregue o resultado correto ao cliente. Dentro das salas de análise do Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise há professores e alunos atualizados sobre os procedimentos e realizam as análises corretamente.

O problema é que, para realização de alguns cálculos finais e confecção dos laudos técnicos, o Laboratório de Análises Químicas de Solo Raphael M. Bloise usa planilhas de texto, e está gerando muitos laudos com resultados diferentes dos obtidos na sala de análises.

Esses resultados errados são devidos a falhas que ocorrem por conta de algumas características das planilhas de texto usadas pelo Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise, as características que mais afetam a garantia de qualidade do laudo são descritas a seguir:

- Fórmulas em aberto: Todas as fórmulas usadas nos cálculos finais da análise ficam expostas e sujeitas à possíveis alterações do usuário.
- Complexidade para preencher registros: Cada planilha de texto comporta todos os registros de um lote de amostras analisadas, conforme observado nas planilhas do laboratório. São entre 50 (cinquenta) e 60 (sessenta) registros por planilha. Cada registro de uma análise é preenchido em uma linha, e entre uma coluna e outra existem colunas com valores calculados conforme a Figura 2 destaca. O preenchimento destes registros exige muita atenção do usuário para que o mesmo não insira valores na coluna errada e nem troque valores de análises diferentes, tornando o processo lento e propenso a falhas do usuário.

3,04	21	3,19	0,68	21
2,55	41	5,23	1,01	21
1,72	21	1,81	0,34	21
0,07	21	0,07	0,03	21
3,53	21	3,71	0,66	21
1,08	21	1,13	0,19	21
3,46	21	3,63	0,56	21
3,81	21	4,00	0,70	21
0,45	21	0,47	0,08	21
2,32	21	2,44	0,40	21

Figura 2. Coluna com valores calculados.
Fonte: Autor

- Perda de dados na planilha: Depois de ter vários registros já preenchidos, o usuário pode acidentalmente apagar vários dados em definitivo, seja uma coluna, uma linha, ou um grupo de células da

planilha. O conteúdo também pode ser variado como dados da análise, valores padrões ou fórmulas. A correção desse erro é demorada, pois o usuário deve inserir todos os registros novamente, tornando os registros que já estavam preenchidos corretamente propensos a erro do usuário novamente.

- Aceitação de valores incorretos: As planilhas usadas no laboratório aceitam valores que não fazem parte do conjunto de valores aceitáveis. Dessa forma, um erro do usuário se propaga até o engenheiro agrônomo identificá-lo ou ainda mais adiante.
- Preparação da planilha: Cada vez que a análise de um lote de amostras é concluído, o usuário deve fazer uma cópia de uma planilha modelo, nomeá-la seguindo um padrão para facilitar sua identificação posteriormente e editar valores usados em fórmulas, para depois dar início ao preenchimento dos registros. Esse processo torna a planilha propensa a erros do usuário, onde o mesmo pode nomear a planilha de forma errada, esquecer de editar os valores da fórmula, modificar a fórmula e não apenas os valores ou mesmo alterar uma fórmula que não deveria ser alterada.

O laudo técnico, antes de ser entregue ao cliente, é revisado e assinado por um engenheiro agrônomo do Laboratório de Análises Químicas de Solo Raphael M. Bloise. Nesse momento, anormalidades são identificadas caso existam e o engenheiro agrônomo pode pedir que a análise seja feita novamente. Porém, nem todo erro se caracteriza por uma anomalia, pode ser que o valor esteja dentro da normalidade e apenas esteja inconsistente com a realidade, dessa forma o agrônomo não pode identificá-lo. As falhas que resultam nesses erros acontecem no momento de inserir os resultados nas planilhas, conforme foi identificado em entrevista com os funcionários do laboratório.

Além dessas características das planilhas usadas no laboratório descritas já descritas nesta introdução, existem características comuns a qualquer planilha de texto que tornam o uso da mesma no Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise indevida. O primeiro item está relacionado à garantia de qualidade do laudo, e os dois últimos se referem a integridade dos registros:

1. Ausência de autenticação: Planilhas de texto podem exigir autenticação de usuário para que possam ser manipuladas, mas as utilizadas no laboratório não são configuradas para tal, deixando os registros a mercê da índole dos usuários da máquina, podendo qualquer usuário da máquina copiar, inserir, editar e excluir registros.
2. Perda de arquivos: Cada lote de amostras analisadas têm seus resultados registrados em um arquivo. Na nomenclatura do arquivo é inserido o ano da análise, um número identificador do primeiro registro e o número identificador do último registro da planilha. Dessa forma os usuários sabem que qualquer número no intervalo entre esses identificadores possui sua análise correspondente neste arquivo. Porém, para o usuário achar o registro é preciso saber primeiro onde está o arquivo, e este pode estar em qualquer diretório da máquina, ou ainda pior, pode ter sido excluído.
3. Cópia dos arquivos: Assim como os arquivos podem ser excluídos da máquina, eles também podem ser facilmente copiados para fora da mesma. Informações pessoais e das amostras dos clientes podem sair da posse do Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise.

Esses pontos são motivadores para criação de um *software* de gestão das análises de solo para o Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise para suprir as necessidades de confiabilidade e integridade dos resultados obtidos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um *software* para o Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise capaz de realizar os cálculos necessários para conclusão das análises, sejam análises químicas, granulométricas e/ou matéria orgânica. O mesmo deve confeccionar os laudos técnicos das análises de solo realizadas pelo laboratório preservando a integridade dos dados de forma a melhorar a confiabilidade nos laudos gerados.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Especificar um *software* para o Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise.
- Implementar o *software*.
- Testar o *software*.
- Implantar o *software*.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ANÁLISE DE SOLO

Com objetivo de compreender melhor a área de atuação do *software*, alguns conceitos e temas referentes a análise de solo foram estudados e são apresentados a seguir.

2.1.1. Configuração de Solo

O solo é composto de minerais, matéria orgânica e água. Estes são uns dos fatores responsáveis pela sobrevivência e saúde da planta (Santos, 2014) e cada planta necessita de determinadas quantidades desses elementos de acordo com suas características. Essa quantidade que a planta necessita é chamada de configuração de solo.

2.1.2. Ações Corretivas

Ações corretivas são atividades realizadas a fim de deixar o solo com a configuração necessário para a planta cultivada.

2.1.2.1. Calagem

O processo de calagem se trata da aplicação de calcário no solo, e seu objetivo é descrito da seguinte forma:

> “A calagem tem como objetivos a neutralização do alumínio e manganês trocáveis, elevação dos teores de cálcio e magnésio e aumento da disponibilidade de nutrientes como o fósforo. {...} A dosagem a aplicar deve ser referente a necessidade corretiva para elevar o pH a 6,0.” (Melo, 2005).

2.1.2.2. Adubação

A adubação consiste em aplicar insumos ao solo de forma a atender uma das três finalidades possíveis: correção, crescimento e manutenção. Para a finalidade de correção, são aplicados insumos de forma a corrigir a fertilidade para os padrões da plantação. Para crescimento tem como foco apoiar o

crescimento da planta cultivada, e a adubação de manutenção tem por objetivo repor os elementos que a planta absorve do solo (Melo; 2005).

2.1.3. Análises

O laboratório realiza três tipos de análise.

2.1.3.1. Análise Granulométrica

A análise granulométrica vai separar o solo em partículas de diferentes tamanhos e vai dar como resultado a porcentagem de areia, silte e argila que compõem o solo e a classificação textural deste solo representada pelos percentuais obtidos na análise (Neto, 2012).

2.1.3.2. Análise de Matéria Orgânica

A análise de matéria orgânica vai expor a porcentagem de matéria orgânica presente no solo. Para a análise é considerada matéria orgânica organismos vivos pouco ou bem decompostos (Silva et al., 1999).

2.1.3.3. Análise Química

E a análise química tem por objetivo avaliar a capacidade do solo de fornecer nutrientes para as plantas, expondo a quantidade de nutrientes presente no mesmo (IAPAR, 1996).

2.1.4. Crédito Rural

Para empréstimos com finalidade de custeio pelo Proagro com valor financiado acima de R$5.000,00 (cinco mil reais) o beneficiário se compromete a entregar à instituição financeira o resultado de análise química e análise granulométrica do solo (Banco Central do Brasil, 1994).

2.1.5. Laboratório

O Laboratório de Análises Químicas de Solo Raphael M. Bloise possui clientes com os diferentes objetivos descritos acima, além de atender também a pesquisadores e estudantes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, que compõem uma quantidade de clientes significativa, conforme podemos observar na Figura 3. A maioria dos clientes do Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise são do sul do estado do Espírito Santo, mas o laboratório também possui clientes do estado de Minas Gerais, conforme podemos observar na Figura 3, e do estado do Rio de Janeiro conforme foi constatado em entrevista com os funcionários do Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise.

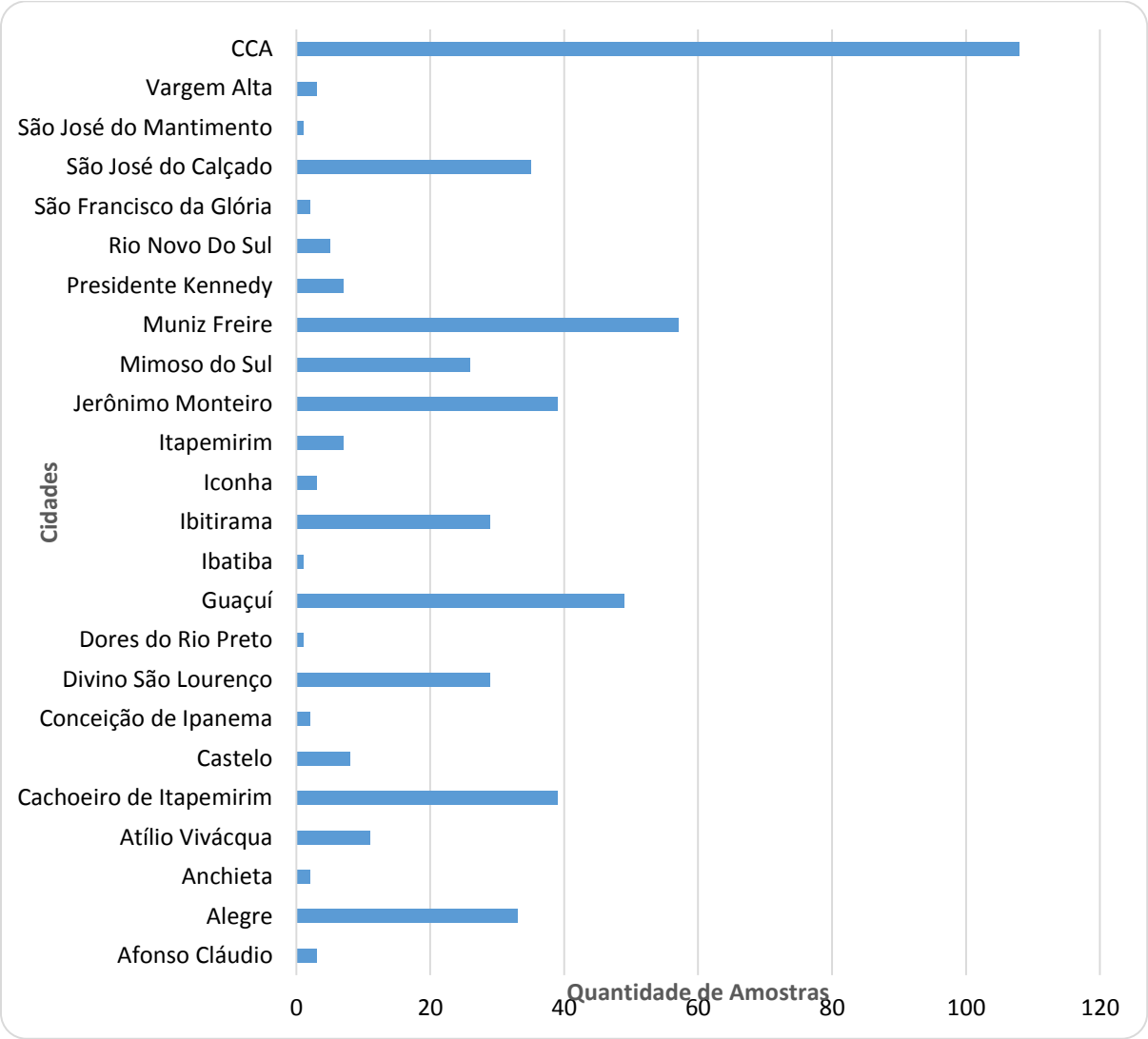


Figura 3. Frequência de amostras por cidade.
Fonte: Autor.

2.2. DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARE*

Com o objetivo de facilitar a compreensão do processo de desenvolvimento do *software* são apresentados os conceitos a seguir, que por sua vez, apresentam relação direta com o processo utilizado no desenvolvimento do projeto em questão.

2.2.1. Engenharia de *Software*

Segundo Leite (2000), o processo de desenvolvimento de *software* deve determinar práticas a serem realizadas pela equipe através de métodos e ferramentas selecionados em um planejamento. A Engenharia de *Software* descreve algumas dessas práticas, também denominadas disciplinas:

- Modelagem de Negócio: Tem por objetivo tornar visível conceitos de domínio do negócio em que o *software* vai ser aplicado (Larman, 2005). Segundo Júnior (2003), modelos que demonstram o fluxo de dados e o comportamento operacional devem ser criados.
- Requisitos: Segundo Almeida (2014), requisitos devem expor as funções do *software* (requisitos funcionais) e as suas limitações (requisitos não funcionais), tanto em nível de usuário como de desenvolvedor. Os requisitos passam pelo processo de descoberta, análise, documentação e verificação. Requisitos devem ser representados em forma de casos de uso, que vamos falar mais a frente, e de outros modelos suplementares (Larman, 2005).
- Projeto: Consiste em buscar uma solução lógica de como o *software* vai realizar os processos (Gudwin, 2010). O *software* é materializado através de um modelo de representação do código (Larman, 2005).
- Implementação: É o ato de construir o *software* (Larman, 2005).
- Teste: Conjunto de atividades planejadas e executadas sistematicamente para verificar se a implementação está correta e para validar as funções do *software* (Pressman, 2011).
- Implantação: Segundo Reis (2001), a implantação consiste de promover a aceitação ao *software* por parte dos usuários, fazer uso do apoio dos patrocinadores para motivar os usuários a superar as dificuldades

encontradas na mudança do modelo antigo de processo para com o uso do *software*, e treinar os usuários e os responsáveis pela manutenção do mesmo.

2.2.2. Metodologia de desenvolvimento ágil

Processos de desenvolvimento ágeis são caracterizados por 12 princípios estabelecidos pela Agile Alliance segundo Pressman (2011). Esses princípios dizem para se usar metodologias ágeis deve-se:

1. Entregar antes para satisfazer o cliente.
2. Aceitar mudanças.
3. Entregar funcionalidades constantemente.
4. Envolver desenvolvedores com clientes diariamente.
5. Estar motivado.
6. Dar preferência pela comunicação cara a cara.
7. Medir o progresso através de *software* funcionando.
8. Capacitar os envolvidos para o desenvolvimento ágil.
9. Dar atenção as questões técnicas do desenvolvimento.
10. Priorizar a simplicidade.
11. Ter uma equipe auto gerenciável.
12. Buscar melhorar o processo constantemente.

Pressman (2011) destaca ainda a importância de características da equipe no desenvolvimento:

- Foco comum: Todos da equipe devem ter um objetivo comum.
- Colaboração: Integrantes da equipe devem colaborar entre si para construção de informações que agreguem valor ao cliente.
- Auto-organização: O objetivo é melhorar a colaboração da equipe, organizando o que precisa ser feito, o processo para melhora-lo e o cronograma para melhor cumprir a entrega.

2.2.3. Ciclo de Vida

O ciclo de vida de um software define todas as etapas que um software passa desde a sua concepção até o fim da sua utilização.

Larman (2005) destaca alguns termos importantes do ciclo de vida:

- Iteração: Ato de repetir uma ou várias tarefas.
- Marco: Acontecimento que marca o término de uma iteração.
- Versão: Ao fim de cada iteração um executável do produto é gerada.
- Incremento: É o progresso feito de uma iteração para a outra.
- Entrega final: Ponto em que o software é entregue ao cliente.

2.2.4. Caso de Uso

Caso de uso é uma representação de um comportamento do *software*, comportamento esse que gera um resultado observável por um ator (usuário ou outro *software*) e sua interação com o ator (Júnior, 2001). Caso de uso é um texto, nunca um diagrama (Larman, 2005).

Porém existe um diagrama de casos de uso, que representa todos os casos de uso do escopo e como eles se relacionam entre si.

Um caso de uso é composto de um ator, uma lista de pré-condições, um fluxo principal, fluxos alternativos, fluxos de exceções e uma lista de pós-condições (Pressman, 2011):

- Ator: Elemento que interage com o sistema, pode ser um usuário ou outro sistema.
- Pré-condições: Uma condição pré-existente necessária para que o caso de uso ocorra.
- Fluxo principal: Sequência de passos a serem realizados para o caso de uso ser executado.
- Fluxo alternativo: Sequência de passos que podem ser executados, o caso de uso é executado com sucesso mesmo que um fluxo alternativo seja executado.

- Fluxo de exceção: Sequência de passos executados caso o fluxo principal não execute corretamente.
- Pós-condições: Uma condição existente após o caso de uso ser executado com sucesso.

2.2.5. Sistemas Similares ou Correlatos

O único sistema encontrado similar ao que é proposto neste trabalho é o SILAS, desenvolvido pela Megatecnologia SI (Megatecnologia, 2014). Ele é adequado para a realização de gestão de dados de diversos tipos de análises, inclusive análise química e física do solo. Foi desenvolvido utilizando a linguagem Java, banco de dados MySql, interface gráfica via web e servidor Tomcat.

Segundo a própria Megatecnologia SI, o sistema necessita que seja paga uma licença para poder ser utilizado, precisa ser configurado por uma pessoa com conhecimentos em sistemas de informação e das regras de negócio e precisa de algum responsável pela infraestrutura. O laboratório não utiliza o SILAS por que não conta com os recursos humanos citados acima.

Trabalhos relacionados à análise de solos são comuns quando se fala de interpretação de resultados, como o trabalho de Carvalho (2008) em que o *software* poderá ser operacionalizado por agricultores e tendo como entrada os dados que compõem o laudo técnico gerado pelos laboratórios de análise de solos.

3. METODOLOGIA

Antes de iniciar o projeto o patrocinador apresentou os motivos para realização deste. Após isto foi preciso definir o que viria a ser desenvolvido. Para tal foi feito uso das disciplinas de modelo de negócio e requisitos, que tem por objetivo conhecer a área de atuação do sistema e as necessidades que ele precisa atender.

Uma série de entrevistas foram realizadas para conhecer o funcionamento do laboratório. Foi necessário entrevistar envolvidos com diferentes responsabilidades, começando com o engenheiro agrônomo responsável pelo laboratório, que também é o patrocinador do projeto, onde foi possível identificar outros envolvidos e então entrevistá-los. Ao realizar as entrevistas com os demais envolvidos foi possível identificar como o laboratório funciona e as necessidades que podem ser atendidas pelo sistema. Todos envolvidos diretamente no processo foram identificados e foram entrevistados.

Para detalhar ainda mais foi realizado um acompanhamento do laboratório funcionando e coletados documentos e rascunhos utilizados durante o processo.

Com a análise das entrevistas e dos documentos foi possível compreender o funcionamento do laboratório e o processo desde a chegada da amostra até a entrega do laudo, conforme podemos observar pelo diagrama de atividades da Figura 4. Também foi possível propor soluções para atender as necessidades. Essas vão compor o sistema a ser desenvolvido.

Neste ponto foi feito um estudo de viabilidade das partes da solução para evitar de prometer algo aos envolvidos que não pudesse ser cumprido. A partir dessas informações foi definido o escopo, representado pelo diagrama de casos de uso da Figura 5, acordado com os patrocinadores.

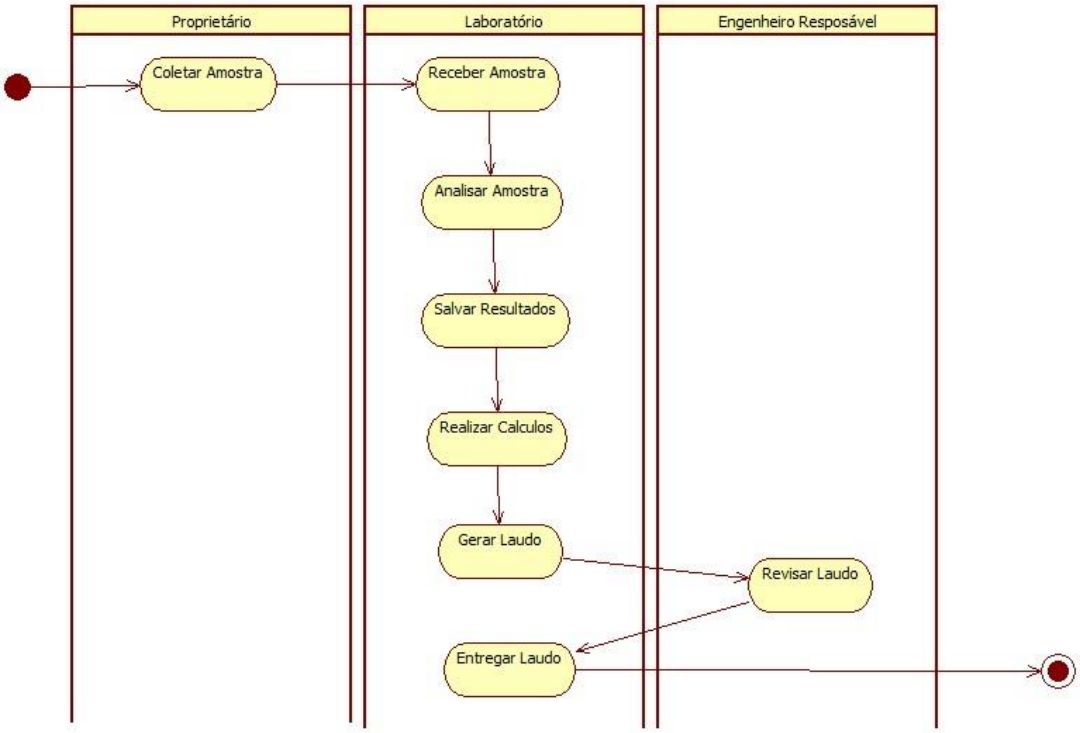


Figura 4. Diagrama de atividades do laboratório.
Fonte: Autor.

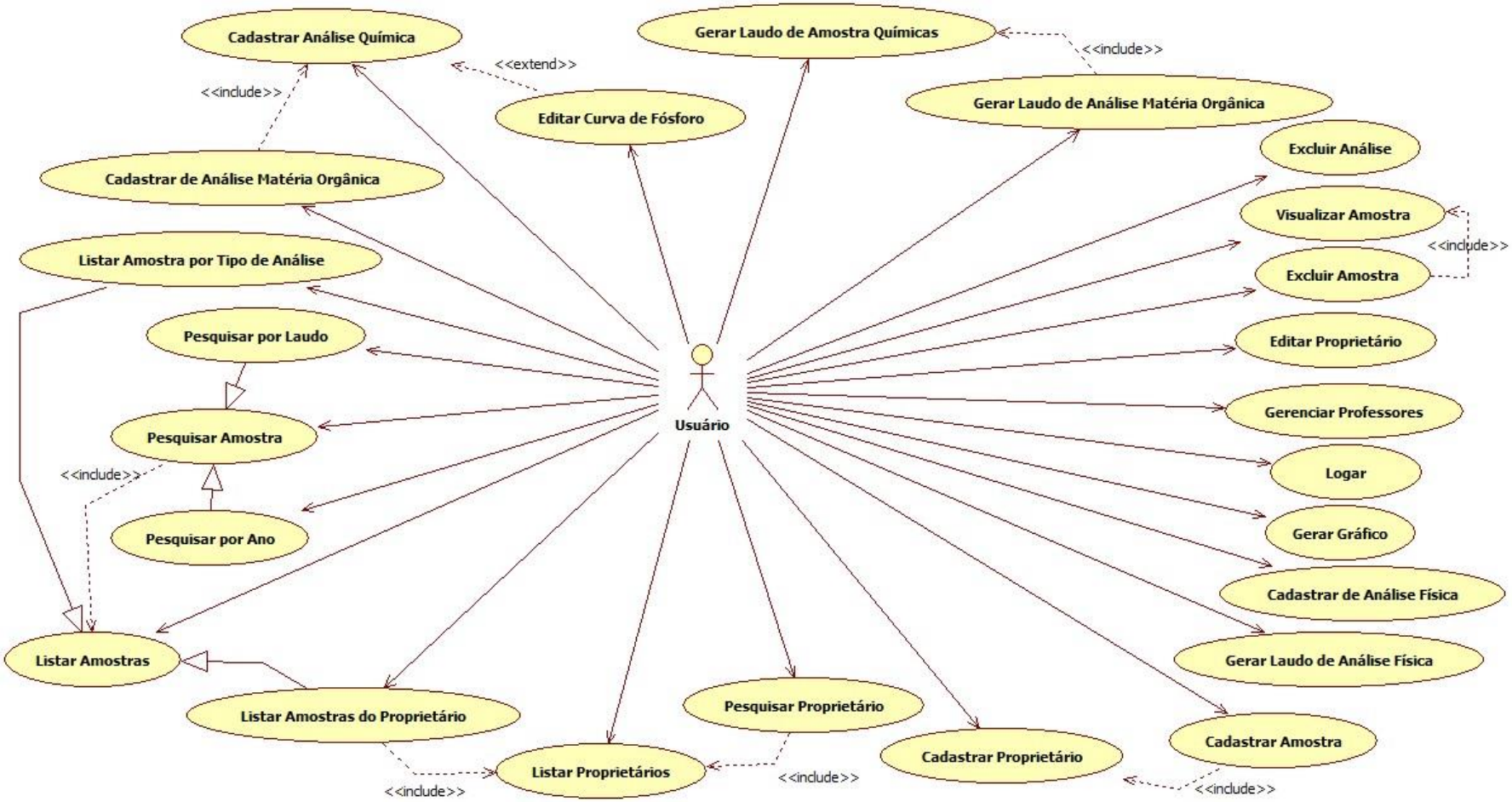


Figura 5. Diagrama de Casos de Uso.
Fonte: Autor.

Após o escopo estar fechado o desenvolvimento teve início. O desenvolvimento foi dividido em iterações para identificar mudanças no sistema o mais cedo possível e para dar um retorno aos patrocinadores também o mais rápido possível.

Para primeira iteração foi selecionado o mínimo de casos de uso necessários para colocar o sistema em ambiente de produção. Abaixo está a relação de casos de uso selecionados, a descrição de cada caso de uso está no Anexo A:

- Cadastrar Proprietário;
- Cadastrar Amostra;
- Cadastrar Análise Química;
- Listar Proprietários;
- Listar Amostras;
- Pesquisar Proprietário;
- Pesquisar Amostra;
- Editar Curva de Fósforo;
- Gerar Laudo de Amostra Química.

Estes casos de uso foram escolhidos com base nos requisitos e em conversa com agrônomo responsável.

Depois de escolhidos os casos de uso foram detalhados (ver exemplo no Anexo C), todos dados de entrada, saída e o fluxo dos dados foram definidos, com base em novas entrevistas e análise mais detalhada dos documentos recolhidos no laboratório, como por exemplo o laudo utilizado pelo laboratório, Figura 6. Também foram gerados protótipos evolutivos que foram aprovados pelos usuários, como por exemplo o protótipo da tela do caso de uso Cadastrar Analise Química, Figura 7.

LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUIMICA DE SOLO RAPHAEL M. BLOISE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL
Alto universitario, Caixa Postal 16, Tel: 35528934

Proprietário: José Renato Lopes Moura

Propriedade: Tumopilas

Solicitante: Projetagro

Cidade: Mimoso do Sul 01/10/2013

Amostra: 2818

Identificação: café

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	V	m
H_2O	mg/dm^3			cmol$_c$/dm^3							%	
6,07	13,90	112,00	0,00	2,71	0,51	0,00	3,80	3,50	3,50	7,30	48,00	0,00

pH: relação solo-água 1:2,5; P: extrator Mehlich-1 e determinação por colorimetria; K^+ e Na^+: extrator Mehlich-1 e determinação por espectrofotometria de chama; Ca^{2+} e Mg^{2+}: extrator KCl 1 mol/L e determinação por espectrometria de absorção atômica; Al^{3+}: extrator KCl 1 mol/L e determinação por titulometria. H + Al^{3+}: extrator Ca(Oac)2 0,5 mol/L pH 7,0 e determinação por ; MO: oxidação de carbono via umido com dicromato de potassio em meio acido (H_2SO_4)

SB - Soma de bases trocáveis
m = Índice de saturação em alumínio
t - Capacidade de troca catiônica efetiva
T - Capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC)
V - Índice de saturação em bases

Responsável

Figura 6. Modelo de laudo utilizado pelo laboratório.
Fonte: Laboratório de Análises Químicas de solo Raphael M. Bloise.

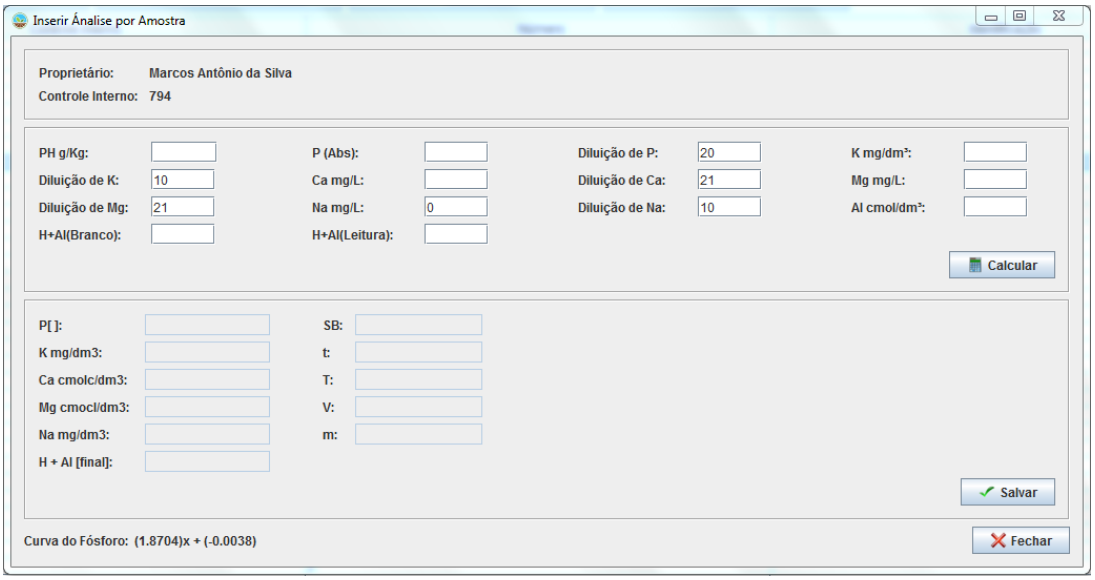


Figura 7. Protótipo da janela do caso de uso Cadastrar Análise Química.
Fonte: Autor.

Após a disciplina de requisitos, teve início a disciplina de projeto, em que foi definido que a linguagem de programação utilizada seria Java, o banco de dados MySql e a arquitetura central do sistema, representado pelo diagrama de pacotes da Figura 8 e o Modelo Entidade-Relacionamento do Anexo D.

A ferramenta utilizada para geração do Modelo Entidade-Relacionamento é a MySQL WorkBench CE e para os demais diagramas o StarUML. A IDE de programação NetBeans IDE.

Ficou definido que as interfaces com o usuário seriam responsáveis apenas pelas requisições de entrada e saída de dados e que a persistência utilizaria uma classe abstrata para comunicar com o banco de dados e a responsabilidade pelas ações de CRUD (Inserir, Selecionar, Editar e Remover) seriam implementadas por classes que herdam da classe abstrata, conforme diagrama de classes do Anexo E.

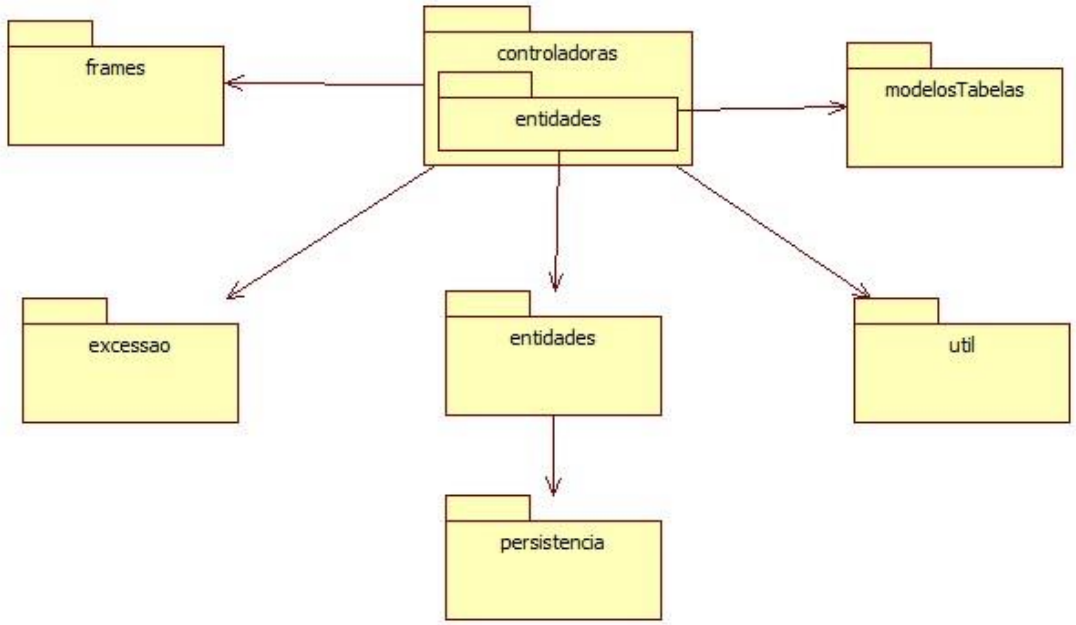


Figura 8. Diagrama de pacotes.
Fonte: Autor.

Antes de levar o sistema para o ambiente de produção, testes foram realizados. Para isto foram coletados dados no laboratório e a sua utilização foi simulada a fim de avaliar se o sistema estava fazendo corretamente o que era destinado a fazer. Após passar por estes testes o sistema foi instalado no laboratório para um período de validação, em que os funcionários foram

treinados a usarem o sistema. O processo antigo continuou sendo executado paralelamente ao novo processo e o sistema foi avaliado pelos usuários.

O processo de validação resultou em uma lista de solicitações de mudanças. As mudanças foram atendidas, com exceção de um novo caso de uso, Editar Pasta do Laudo, que ficou combinado de ser implementado na próxima iteração.

O processo de implantação foi simples. Os dados do processo antigo não precisavam ser migrados para o novo. Foi preciso apenas remover os dados gerados no período de validação, pois os mesmos estavam armazenados pelo processo antigo, e então o sistema ficou pronto para uso.

Para a segunda iteração outros casos de uso foram selecionados para serem desenvolvidos, os casos de uso foram selecionados com base nas necessidades identificadas durante a validação das funcionalidades desenvolvidas na iteração anterior, são eles:

- Editar Proprietário;
- Visualizar Amostra;
- Listar Amostras do Proprietário;
- Editar Pasta do Laudo;
- Gerenciar Professores;
- Cadastrar Análise de Matéria Orgânica;
- Gerar Laudo de Análise de Matéria Orgânica.

Neste momento alguns desses casos de uso já estavam definidos como consequência do levantamento de requisitos da iteração anterior. Porém, foi preciso especificar um novo modelo de laudo técnico, que foi apresentado e aceito pelo agrônomo responsável.

Os casos de uso foram implementados, testados e integrados aos casos de uso implementados na iteração anterior. Foram feitos testes dos casos de uso integrados e o sistema foi validado, apresentado aos usuários e testados por eles, depois foi implantado.

Para terceira iteração realizamos os casos de uso restantes, são eles:

- Excluir Amostra;
- Excluir Análise;
- Cadastrar Análise Física;
- Gerar Laudo de Análise Física;
- Logar;
- Pesquisar por Laudo;
- Gerar Gráfico.

Na fase de análise estes casos de uso foram detalhados.

O protótipo do caso de uso Cadastrar Análise Física está na Figura 9 e a regra de negócio para a classificação da amostra está na Figura 10.

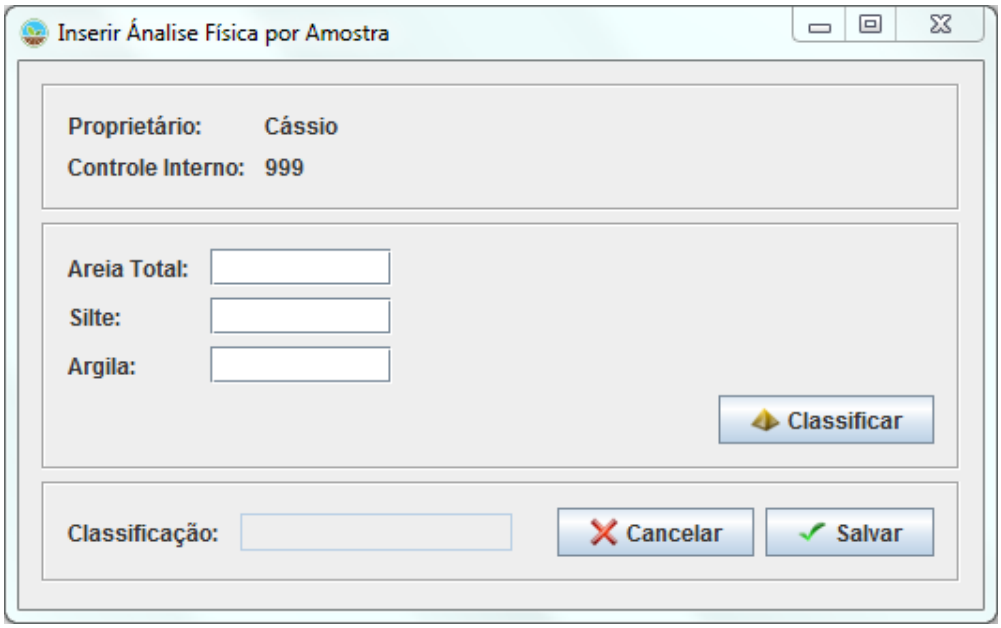


Figura 9. Cadastrar Análise Física.
Fonte: Autor.

A classificação granulométrica da amostra é dada a partir da combinação da quantidade de areia, silte e argila na amostra. Como é possível observar no triangulo de grupamento textural da Figura 10, quando a porcentagem de argila é menor que 35% e de areia é menor que 30% simultaneamente, é preciso uma fórmula para o sistema classificar corretamente a amostra em Média ou Siltosa. Mas não temos esta fórmula, então a solução a ser adotada será emitir uma mensagem informando que a classificação desta amostra será dada manualmente pelo usuário do sistema, o mesmo acontece quando a porcentagem de argila é menor que 15% e de areia é maior que 70%.

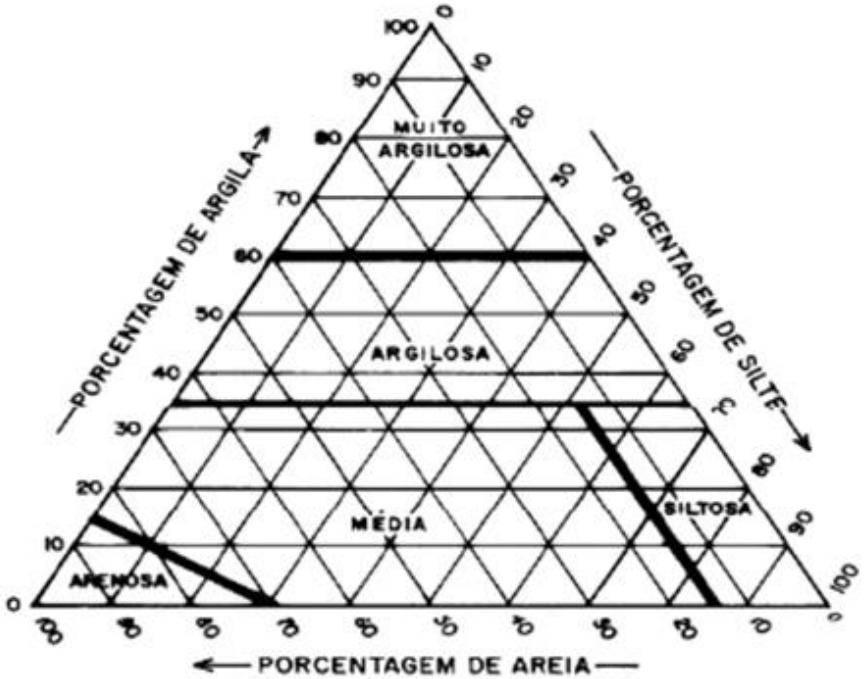


Fig. 2.3. Triangulo de grupamento textural.
Fonte: EMBRAPA, 2006.

Figura 10. Triangulo de grupamento textural.
Fonte: Embrapa, 2006.

Por conta dos casos de uso definidos na segunda e na terceira iteração o banco de dados sofreu grandes alterações. Como é possível observar comparando o modelo de entidade-relacionamento do Anexo D com o do Anexo F, no Anexo G é possível encontrar a descrição de cada tabela.

Após implementados, os casos de uso foram testados, validados e implantados.

A utilização do sistema foi acompanhada por duas semanas com objetivo de identificar necessidades de alterações ou defeitos, mas nenhuma mudança foi necessária.

4. RESULTADOS OBTIDOS

O principal resultado obtido foi a implantação do *software* no Laboratório de Análises Química de Solo Raphael M. Bloise.

O *software* aumentou a confiabilidade e a integridade dos dados, pois as fórmulas não podem mais serem comprometidas por erros humanos, o sistema realiza validações nos dados inseridos e nos cálculos realizados, emite alertas caso necessário ou invalida uma análise se identificar que ela produziu um valor inválido.

Na Figura 11 temos a tela do caso de uso Cadastrar Analise Química, em que os valores Proprietário, Controle Interno e Curva do Fósforo são carregados junto com a tela. A análise química só pode ser salva após todos os valores serem preenchidos e o usuário clicar em Calcular. Conforme podemos observar a tela carrega com valores padrões para alguns campos, mas que podem ser editados caso o resultado da análise tenha retornado um valor diferente.

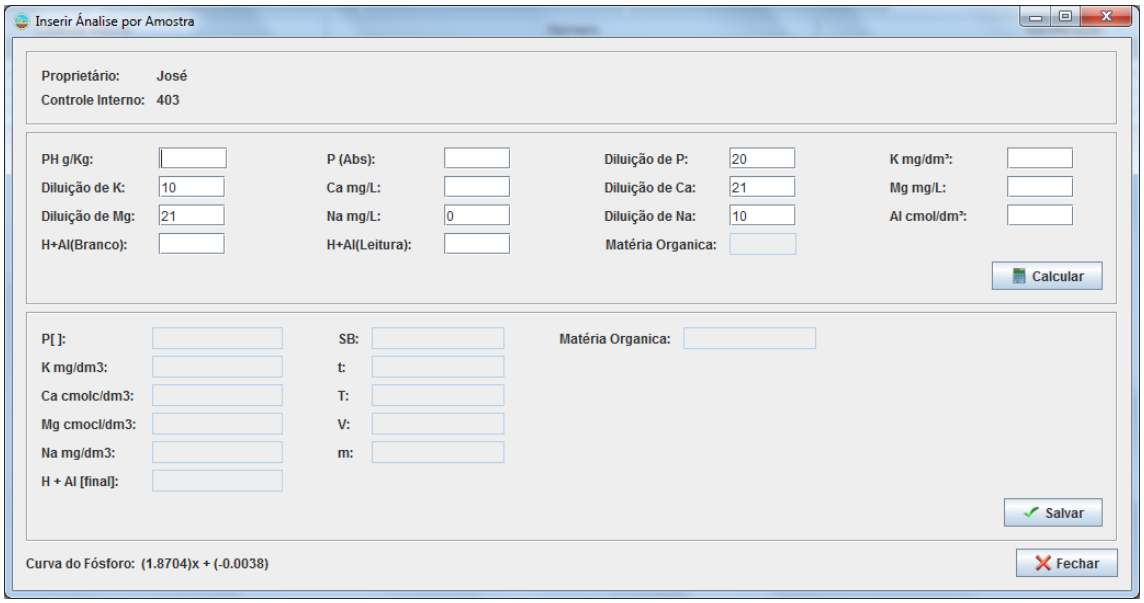


Figura 11. Tela do caso de uso Cadastrar Analise Química.
Fonte: Autor.

Nas Figuras 12 e 13 temos exemplos de alerta que o sistema emite. Na Figura 12 o resultado é invalido, portanto a análise deve ser realizada novamente. Na Figura 13 um resultado muito improvável foi constatado e o sistema informa ao usuário para que o mesmo verifique se os valores foram preenchidos

corretamente. Com as várias verificações realizadas pelo sistema, o resultado da análise se tornou menos propenso a falhas humanas.

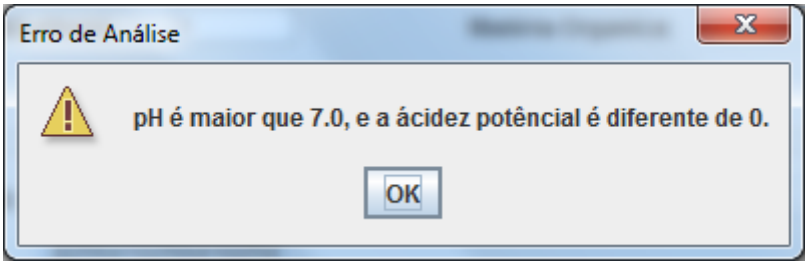


Figura 12 - Tela de Erro de Análise.
Fonte: Autor.

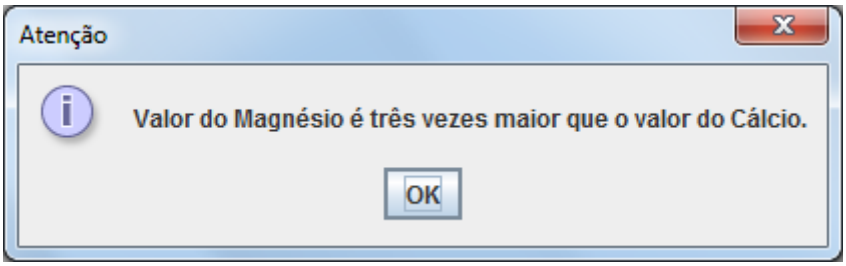


Figura 13. Tela de alerta para resultado.
Fonte: Autor.

Com a tela de cadastro de análise em que as análises são inseridas uma a uma, a chance do usuário errar diminuiu, pois antes eram inseridas aproximadamente cinquenta analises em uma única página do Excel, podendo um erro se propagar por várias analises.

O caso de uso Cadastrar Análise de Matéria Orgânica possui a mesma tela do Cadastrar de Análise Química, sendo que o campo Matéria Orgânica vai estar habilitado.

O software agilizou o trabalho no laboratório pois agora todas as informações ficam concentradas em um único local enquanto antes as informações ficavam espalhas em arquivos do Excel. Isso também facilitou a localização das informações e geração dos laudos técnicos. Também não é mais necessário preparar a planilha para receber os dados.

Na Figura 14 temos o laudo técnico de análise química. Caso a análise seja de matéria orgânica, a última coluna vai conter o resultado da análise e as demais colunas o da análise química. Neste modelo de laudo podemos colocar o resultado de até cinco amostras em uma mesma página. Caso o proprietário

possua mais que cinco amostras elas ficarão em uma segunda página idêntica a primeira.

LABORATÓRIO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO RAPHAEL M. BLOISE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL
Alto universitario, Caixa Postal 16, Tel: 35528934

Laboratório de SOLOS CCA-UFES

Proprietário: Gilmar
Propriedade: Fazenda Paraíso
Solicitante: o mesmo

Localidade: São José do Calçado, ES
Data: 20/11/2014

Amostra	Identificação
393	plantio de capim

Amostras	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	V	m	Matéria Orgânica
	H2O	mg/dm³			cmolc/dm³							%	%	g/Kg
393	5,00	10,55	88,00	3,00	2,22	1,14	0,35	5,77	3,59	3,94	9,37	38,35	8,88	-

SB - Soma de bases trocáveis t - Capacidade de troca catiônica efetiva m = Índice de saturação em alumínio
T - Capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC) V - Índice de saturação em bases

pH: relação solo-água 1:2,5; P: extrator Mehlich-1 e determinação por colorimetria; K e Na: extrator Mehlich-1 e determinação por espectrofotometria de chama; Ca e Mg: extrator KCl 1 mol/L e determinação por espectrometria de absorção atômica; Al: extrator KCl 1 mol/L e determinação por titulometria. H + Al: extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L pH 7,0 e determinação por ; MO: oxidação de carbono via úmida com dicromato de potassio em meio acido (H_2SO_4)

Código Único: 2011201483329375 Responsável: _____

Figura 14. Laudo Técnico de Análise Química.
Fonte: Autor.

Na Figura 15 está o protótipo do laudo técnico para análise do tipo física, também conhecida como análise granulométrica.

LABORATÓRIO DE ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO RAPHAEL M. BLOISE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL
Alto universitario, Caixa Postal 16, Tel: 35528934

Laboratório de SOLOS CCA-UFES

Proprietário: Miguel Perim
Propriedade: Moitão do Sul
Solicitante: Incaper

Localidade: Atílio Vivacqua
Data: 20/11/2014
Laudo de Análise Física do Solo
Análise Granulométrica

Amostra	Identificação
649	café / banana

Amostras	Areia Total	Silte	Argila	Classificação
	%	%	%	
649	660	80	260	Textura MEDIA

Método utilizado: Agitação lenta a 50 rpm por 16 horas, com agitador tipo Wagner; dispersante químico: NaOH 0,1 mol/L e determinação das frações silte e argila pelo método da pipeta (Almeida et al., 2012).

Código Único: 20112014231737630 Responsável: _____

Figura 15. Laudo Técnico de Análise Granulométrica.
Fonte: Autor.

Na Figura 16 temos a tela do caso de uso Pesquisar por Laudo. Como podemos observar existe um botão chamado Gerar Laudo nesta tela, isso é para atender uma necessidade que o laboratório possui constantemente, em que um proprietário chega ao mesmo com um laudo em mãos e pede para que seja gerado um novo laudo. Fazendo a pesquisa pelo código único do laudo, o sistema retornará as amostras que compuseram o primeiro laudo e ao gerar o

segundo laudo é certo que ele será composto pelas mesmas amostras do primeiro.

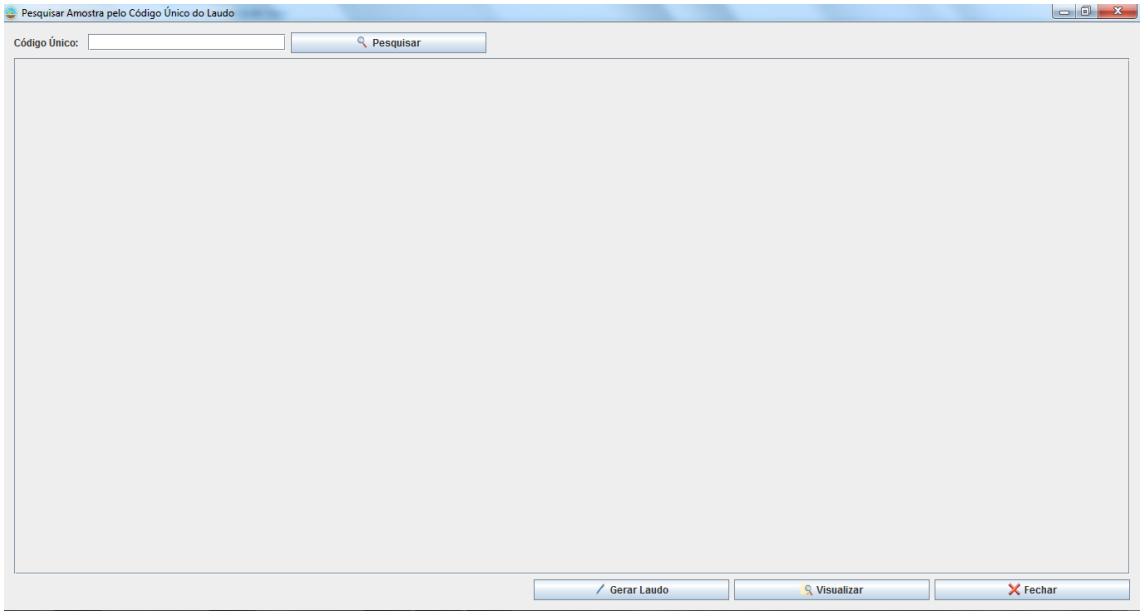


Figura 16. Tela do caso de uso Pesquisar por Laudo.
Fonte: Autor.

No Anexo H estão todas as telas do sistema implantado.

Um resultado obtido importante foi a contribuição do software para o laboratório conseguir o Certificado de Excelência da Embrapa Solo, o que segundo os patrocinadores não seria possível utilizando o processo antigo.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho propôs a criação de um *software* de gestão de amostras de solo, assim como receber os resultados da análise e gerar o laudo técnico, o *software* foi desenvolvido e implantado no Laboratório de Análises Químicas de Solo Raphael M. Bloise.

O *software* realiza autenticação dos usuários, valida as informações, mantêm as fórmulas integras, facilita a inserção dos resultados e minimiza o impacto das falhas humanas. Essas e outras melhorias descritas nos resultados obtidos contribuíram para o aumento da confiabilidade na análise e para manter a integridade das análises.

Dessa forma conclui-se que os objetivos do trabalho foram atingidos.

6. REFERÊNCIAS

SANTOS, Angélica Freitas. **Natureza e composição do solo**. Disponível em: <http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/so_composicao.html#INICIO>. Acesso em: 07 de maio de 2014.

Santos, A. D. et al. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. **Embrapa Informação Tecnológica**. Brasília, 2 ed. 2009.

MELO, Wellington George; BRUNETTO, Gustavo. **Sistema de Produção de Uva de Mesa do Norte de Minas Gerais**. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteMinas/calagem.htmhttp://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteMinas/calagem.htm>. Acesso em: 08 de maio de 2014.

NETO, João Chrisóstomo Pedroso; Costa, Jeferson de Oliveira. **Análise do solo:** determinações, cálculos e interpretação. Lavras-MG. Governo de Minas. 2012

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; JUNIOR, J. S. A. **Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo**. Alfenas, 1999.

IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná. **Amostragem de solo para análise química: plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. Londrina, 1996. (IAPAR. Circular, 90).

Banco Central do Brasil. **Programa de garantia da atividade agropecuária (PROAGRO)**. Divulga o documento n. 23 do MCR, referente ao regulamento do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO). Brasília, 1994. (Banco Central do Brasil. Circular, 2493)

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas:** Aspectos Agronômicos, São Paulo - SP, n. 4, 3ª ed. Revisada e atualizada. Boletim técnico da Associação nacional para difusão de adubos. Setembro de 2000.

MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo**. Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Barreiras-BA. 01 de Junho de 2007.

CAÍRES, Martinho. **Centro de pesquisa e desenvolvimento de solos e recursos ambientais**. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/diferencas.php>. Acesso em: 27 de maio de 2014.

Pressman, Roger S. **Engenharia de software:** Uma abordagem profissional. Nova York: AMGH, 2011.

Larman, Graig. **Utilizando UML e Padrões:** Uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento iterativo. Porto Alegre: Artmed, 2005.

AQUINO, Rodrigo S. Prudente. **O processo unificado integrado ao desenvolvimento Web**. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/artigo-engenharia-de-software-o-processo-unificado-integrado-ao-desenvolvimento-web/8032>. Acesso em: 26 de junho de 2014

SOUZA, Vítor E. Silva. **O paradigma orientado a objetos**. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~vitorsouza/wp-content/uploads/academia-br-paradigmaoo.pdf>. Acesso em: 27 de junho de 2014.

MANSSOUR, Isabel Harb. **Paradigma orientado a objetos**. Disponível em: <http://www.inf.pucrs.br/~gustavo/disciplinas/pli/material/paradigmas-aula12.pdf>. Acesso em: 26 de junho de 2014.

LEITE, Jair C. **O processo de desenvolvimento de software**. Disponível em: <http://www.dimap.ufrn.br/~jair/ES/c2.html>. Acesso em: 26 de junho de 2014.

JÚNIOR, Delmir Peixoto de Azevedo. **Aplicação da técnica de modelagem de negócio com UML a processos iterativos de desenvolvimento de software**. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciência das Engenharias) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ, 2003.

JÚNIOR, Rodolfo Moacir Seabra. **Análise e projeto orientado a objetos usando UML e o processo unificado**. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação). Universidade Federal do Pará. Belém-PA. 2001

ALMEIDA, E. S. **Engenharia de Software: Requisitos de Software**. Universidade São Judas Tadeu. 2014. Disponível em <http://sistemas.me/arquivos/3MSIN/ENGSOFT%20-Engenharia%20de%20Software/cap6%20-%20requisitos%20de%20software.pdf> Acessado em: 27 de junho de 2014.

GUDWIN, R. R. **A Fase de Design no Processo Unificado**. DCA-FEEC-UNICAMP. 09 de Setembro de 2010.

REIS, Sérgio Luiz Viegas. **Sistemas integrados – o sucesso empresarial?** Disponível em: <http://www.apinfo.com/artigo3.htm>. Acesso em: 27 de junho de 2014.

DANTAS, Cristine. **Gerência de configuração de software**. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/gerencia-de-configuracao-de-software/9145>. Acesso em: 27 de junho de 2014.

MEGATECNOLOGIA SI. **SILAS – Sistema Informatizado para Laboratórios de Análises**. Disponível em: < http://megatecnologia-si.com.br/silas/secao.htm?idSecao=698> Acesso em: 23 de novembro de 2014.

Carvalho, Renato M. **Software para recomendação de adubação e calagem para cafeeiro em produção**. Alfenas: UNIFENAS, 2008.

7. ANEXOS

Anexo A

Descrição dos casos de uso que fazem parte do escopo da solução:

- Cadastrar Proprietário: Deve permitir a inserção de um proprietário com as informações necessárias para a identificação do mesmo, identificação do local de retirada das amostras, e qual o tipo de análise deverá ser realizada, não pode ser exigido documentos do proprietário para realizar o cadastro, pois muitas vezes quem leva a amostra para a análise não é o proprietário dela, pode ser um terceiro que presta serviço para o proprietário, um representante de uma associação, entre outros e muitas vezes estes não tem dados particulares dos proprietários. Os dados necessários são: nome do proprietário, nome da propriedade que as amostras foram retiradas, cidade da propriedade, solicitante da amostra, data em que a amostra foi recebida pelo laboratório e o tipo de análise a ser realizada.
- Cadastrar Amostra: Deve permitir a inserção de dados de identificação da amostra. Os dados são: controle interno, identificação e número, os dois últimos são informações utilizadas pelo proprietário para identificar a amostra e controle interno é para o laboratório identificar. É importante ressaltar a necessidade de cadastrar um novo proprietário para cada conjunto de amostras, pois como não é permitido utilizar dados de documentos para identificar um proprietário, não é possível garantir que o laboratório não receberá amostras de proprietários diferentes porém com o mesmo nome, para garantir que as amostras de um proprietário não serão relacionadas à outro proprietário, é exigido o cadastro de um novo proprietário para cada conjunto de amostras. As amostras cadastradas juntas também devem constituir um mesmo laudo. Por isso amostras com tipos de análise diferentes não devem ser cadastradas juntas.
- Cadastrar Análise Química: Este caso de uso deve permitir que os dados gerados pela análise química realizada no laboratório sejam relacionados à amostra. Antes de relacioná-los é preciso tratá-los

conforme requisitos do laboratório, que consiste na realização de cálculos conforme especificado no Anexo B. A análise química também é chamada de análise de rotina e esta segunda opção foi a escolhida para aparecer no sistema, pois é a nomenclatura utilizada com os proprietários de amostras, mas a utilizada entre os funcionários do laboratório é análise química.

- Listar Proprietários: Listar todos os proprietários que já foram cadastrados.
- Listar Amostras: Listar todas as amostras que já foram cadastradas. Também deve possibilitar a listagem separada das amostras que foram analisadas, que não foram e as que já tiveram laudo gerado.
- Pesquisar Proprietário: Fornecer opção de pesquisar o proprietário por nome, solicitante e cidade.
- Pesquisar Amostra: Pesquisar a amostra pelo número do Controle Interno e pelo Tipo de Análise.
- Editar Curva de Fósforo: A curva de fósforo é uma função de segundo grau utilizada na análise das amostras. Muitas amostras são analisadas com a mesma curva e o sistema utilizará essa fórmula para realizar cálculos. Quando for necessário o usuário edita os valores da função no sistema.
- Gerar Laudo de Amostra Química: Gerar um laudo contendo todas informações que constam no modelo de laudo coletado na fase de análise, Figura 6. Caso o proprietário possua mais de uma amostra todas devem estar no laudo, basta o usuário selecionar uma amostra e ao gerar o laudo todas as demais serão buscadas para compor o laudo. Também deve constar no laudo um código único para o laboratório identifica-lo, vale ressaltar que a data que consta no laudo é a data de emissão do laudo.
- Editar Proprietário: Permitir a edição de um proprietário. Os dados editáveis são somente o nome do proprietário, nome da propriedade, solicitante e cidade.
- Visualizar Amostra: Consiste em exibir algumas informações referentes a uma amostra. As informações são o nome do proprietário, tipo de

análise, número do controle interno, número, data de entrada e identificação.

- Listar Amostras do Proprietário: Permitir selecionar um proprietário e listar as amostras relacionadas a ele.
- Editar Pasta do Laudo: Permitir selecionar um diretório para que o sistema salve os laudos neste diretório selecionado, sem ter que ficar abrindo uma janela de seleção de diretório toda vez que for salvar um laudo.
- Gerenciar Professores: Este caso de uso permite cadastrar um professor. Os professores do CCA podem levar amostras para análise gratuitamente, mas o laboratório necessita saber quantas amostras cada professor levou e o sistema é que deve fazer esta contagem. Este caso de uso altera o caso de uso Cadastrar Proprietário, pois a partir de agora após preencher os dados de um proprietário, o usuário pode optar por selecionar um professor como o responsável pela amostra e selecionar qual a finalidade da amostra, como sendo de Extensão, Pesquisa ou Normal.
- Cadastrar Análise de Matéria Orgânica: Permitir que seja cadastrado o resultado da análise de matéria orgânica, mas esta análise sempre vem acompanhada da análise química. Sendo assim, basta alterar o caso de uso Cadastrar Análise Química para receber a análise de matéria orgânica quando for o caso.
- Gerar Laudo de Análise de Matéria Orgânica: Consiste em gerar um laudo contendo o resultado da análise de matéria orgânica, para tal basta alterar o laudo de análise química para receber o resultado da análise de matéria orgânica quando for o caso.
- Excluir Amostra: Este caso de uso permite que uma amostra seja excluída.
- Excluir Análise: Permitir que uma análise seja excluída, possibilitando que uma nova analise seja cadastrada.
- Cadastrar Análise Física: Este caso de uso permite ao usuário inserir os dados de uma análise física e classificar a amostra quanto a sua granularidade.

- Gerar Laudo de Análise Física: Permitir que um laudo seja gerado contendo os valores resultantes da análise e a classificação da amostra.
- Logar: Consiste em permitir que o sistema seja utilizado apenas por quem possui um nome de login e senha de acesso.
- Pesquisar por Laudo: Permitir que as amostras sejam encontradas a partir do código único gerado para cada laudo, como um laudo pode conter mais de uma amostra, esta pesquisa pode retornar mais de uma amostra que certamente pertencem a um mesmo proprietário.
- Gerar Gráfico: Possibilitar a geração de um gráfico contendo a quantidade de laudos gerados por cidade.

Anexo B

Regras de cálculo da análise química:

Os valores que estão entre aspas duplas (“”) são valores que resultaram da análise realizada pelos funcionários do laboratório, os valores numéricos são fixos das fórmulas e os demais são resultados das fórmulas abaixo.

- P = ((“x” * “fósforo”) + “y”) * “diluição do Fósforo”, onde x e y são valores que compõem a curva de fosforo.
- K = “potássio” * “diluição do Potássio”
- Ca = (“cálcio” * “diluição do Cálcio” * 10) / 200
- Mg = (“magnésio” * “diluição do Magnésio” * 10) / 120
- Na = “sódio” * “diluição do Sódio”
- H + Al = (“Acidez Potencial” – “Branco”) * 1.65
- SB = (Ca + Mg + (Na / 230) + (K / 390))
- t = (SB + “Al”)
- T = (SB + H + Al), onde H + Al é um único valor referente ao cálculo (“Acidez Potencial” – “Branco”) * 1.65.
- V = (SB * 100) / (T)
- m = (100* “Al”) / (SB + “Al”)

Anexo C

Caso de Uso: Cadastrar Análise Química

Atores:

1. Usuário.

Pré-condições:

1. Amostra para Análise Química cadastrada.
2. Curva de Fósforo cadastrada.

Fluxo Principal:

1. Usuário clica em Listar Amostras no Menu Principal.
2. Sistema lista todas amostras sem análise.
3. Usuário preenche o campo Controle Interno e clica em Buscar.
4. Sistema lista todas amostras com o Controle Interno digitado e cadastradas no ano selecionado.
5. Usuário seleciona a amostra e clica em Preencher Análise.
6. Sistema carrega janela com valores padrões nos campos Diluição de P, Diluição de K, Diluição de Ca, Diluição de Mg, Na mg/L e Diluição de Na.
7. Sistema exibe a fórmula da Curva de Fósforo.
8. Usuário preenche os campos PH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al(Branco) e H+Al(Leitura).
9. Usuário clica em Calcular.
10. Sistema exibe o resultado dos calculos.
11. Usuário clica em Salvar.
12. Sistema exibe mensagem de sucesso.

Fluxo Alternativo:

1. Fluxo Alternativo 1: Valor não padrão.
    a. Usuário altera um valor de um ou mais dos campos Diluição de P, Diluição de K, Diluição de Ca, Diluição de Mg, Na mg/L e Diluição de Na.
2. Fluxo Alternativo 2: Cancelar.
    a. Usuário clica em Fechar.

   b. Sistema exibe uma mensagem pedindo por confirmação.
   c. Usuário confirma.
   d. Sistema fecha a janela.
3. Fluxo de Alternativo 3: Mg três vezes maior que Ca.
   a. Sistema exibe mensagem de alerta informando que o Mg é três vezes maior que o Ca.
   b. Usuário confirma.
   c. Sistema fecham janela de alerta e mantem janela de cadastro aberta com os valores que o usuário já preencheu.
4. Fluxo de Alternativo 4: PH maior que seis e Al diferente de zero.
   a. Sistema exibe mensagem de alerta informando que o ph é maior que seis e Al diferente de zero simultaneamente.
   b. Usuário confirma.
   c. Sistema fecham janela de alerta e mantem janela de cadastro aberta com os valores que o usuário já preencheu.

Fluxo de Exceção:

1. Fluxo de Exceção 1: PH maior que sete.
   a. Sistema exibe mensagem informando que o ph é maior que sete.
   b. Usuário confirma.
   c. Sistema fecha a janela e pede que a análise seja feita novamente.
2. Fluxo de Exceção 2: Valor inválido.
   a. Sistema exibe mensagem informando que o usuário inseriu um valor invalido.
   b. Usuário confirma.
   c. Sistema apaga os valores preenchidos pelo usuário.

Anexo D

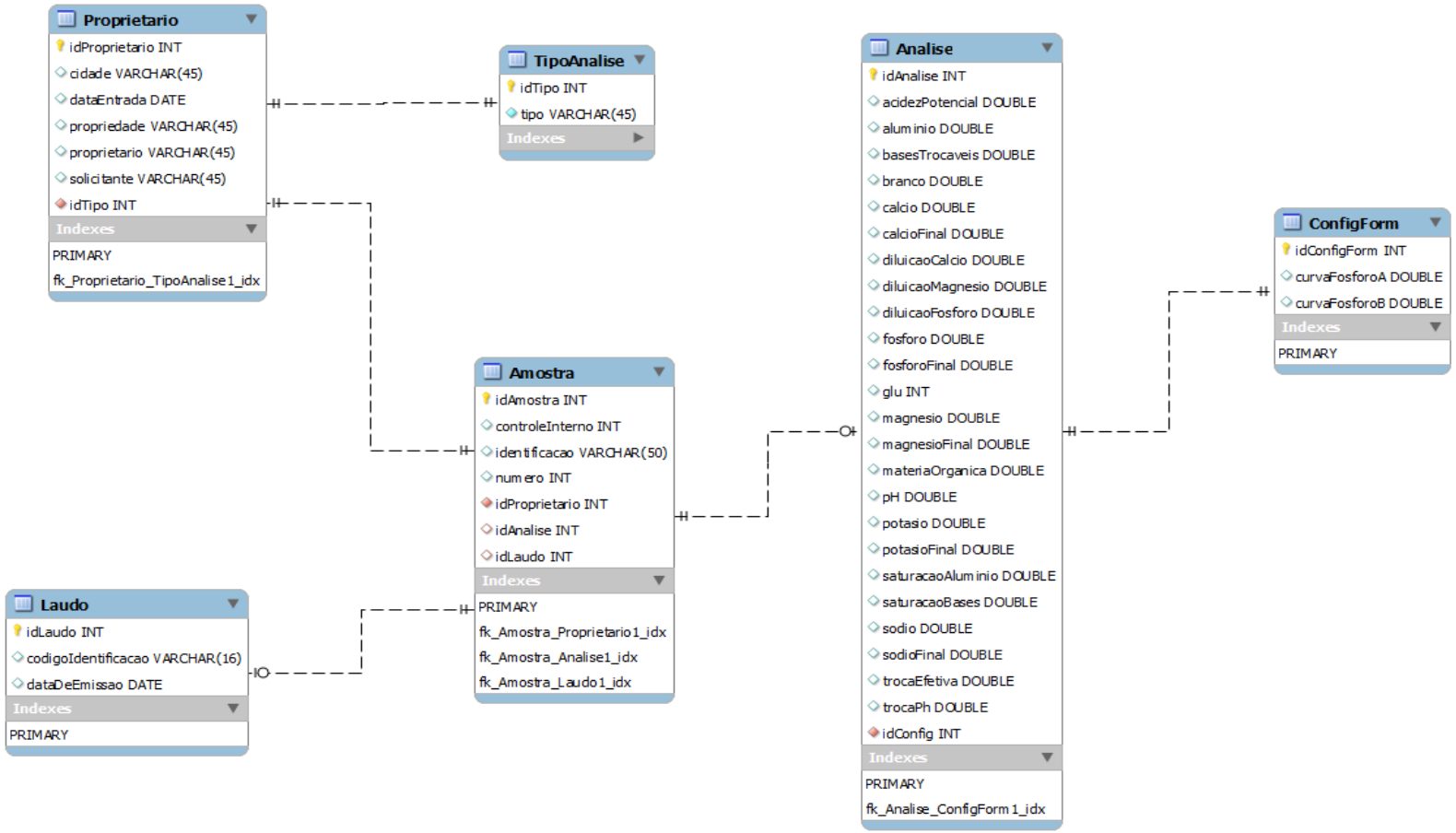


Figura 17 - Modelo Entidade-Relacionamento.
Fonte: Autor

Anexo E

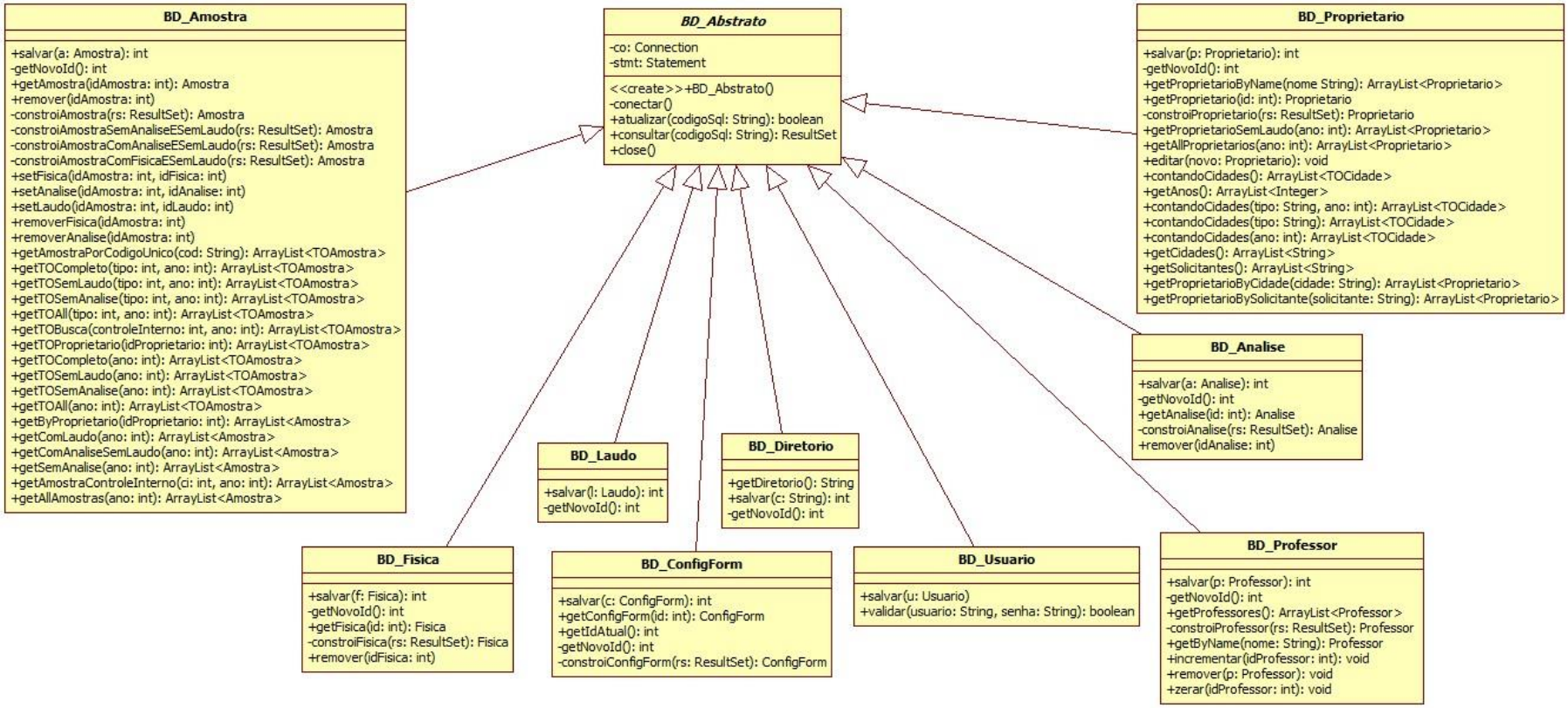


Figura 18 - Diagrama de classes do pacote persistencia.
Fonte: Autor.

Anexo F

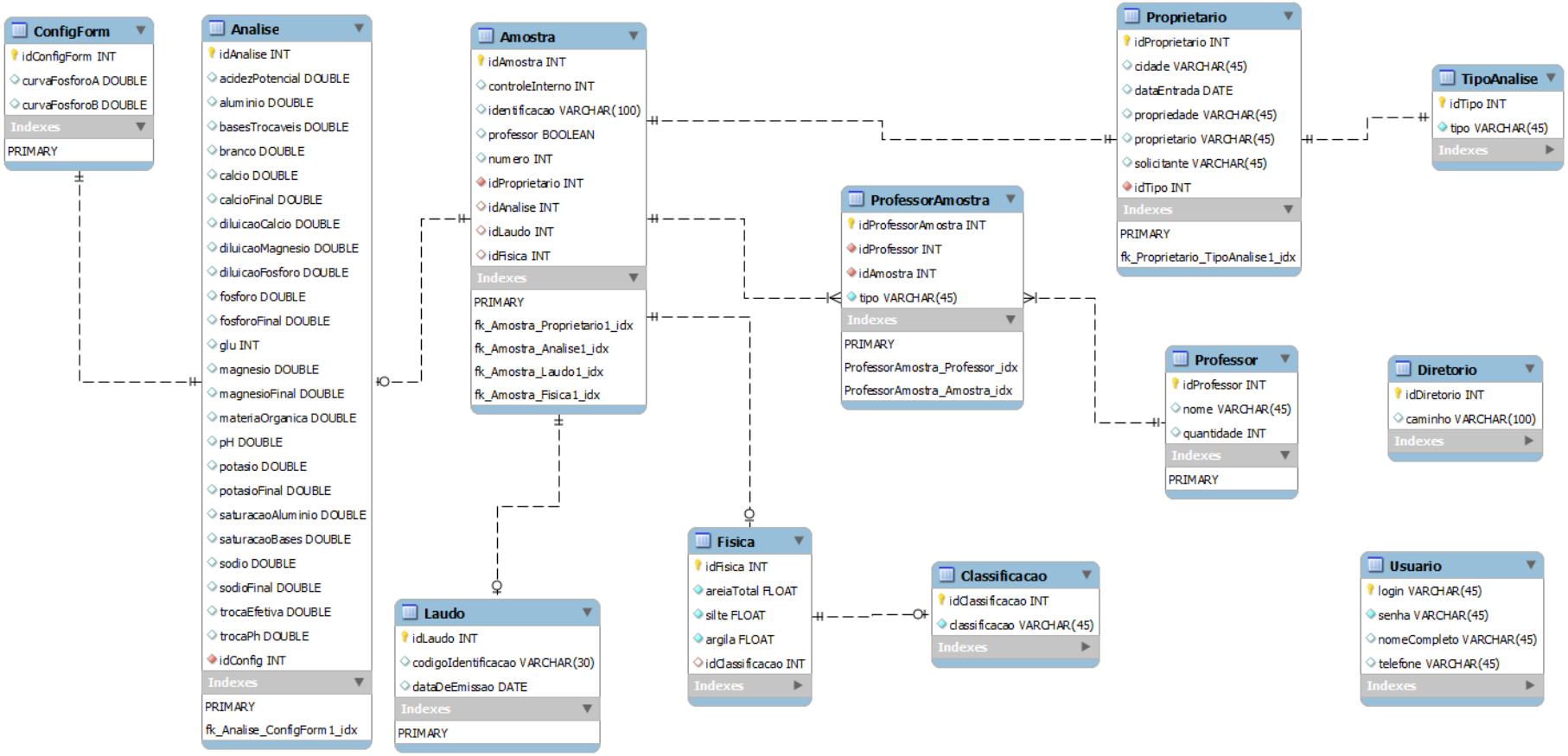


Figura 19 - Modelo Entidade-Relacionamento final.
Fonte: Autor.

Anexo G

Descrição do modelo físico de dados:

Tabela 1 - Descrição do modelo físico de dados. Fonte: Autor.

Tabela	Coluna	Descrição
Amostra	idAmostra	(Automático) Chave Primária da tabela.
	controleInterno	(Obrigatório) Número de controle interno do laboratório.
	identificacao	(Opcional) Texto de identificação da amostra informado pelo proprietário.
	professor	(Obrigatório) Se as amostras pertencem a algum professor.
	numero	(Obrigatório) Número de identificação da amostra informado pelo proprietário, caso não informe o valor é zero.
	idProprietario	(Obrigatório) Chave estrangeira que relaciona a amostra ao seu proprietário.
	idAnalise	(Opcional) Chave estrangeira que relaciona a amostra à sua análise. Só é preenchido quando uma análise da amostra é cadastrada.
	idLaudo	(Opcional) Chave estrangeira que relaciona a amostra ao seu laudo. Só é preenchido quando um laudo da amostra é gerado.
	idFisica	(Opcional) Chave estrangeira que relaciona a amostra a sua análise física quando for o caso.
Analise	idAnalise	(Automático) Chave primaria da tabela.
	idConfig	(Obrigatório) Chave estrangeira que relaciona a análise à curva de fósforo utilizada nos cálculos.
	Demais colunas	(Obrigatório) As demais colunas correspondem aos valores que resultaram da análise.
Classificacao	idClassificacao	(Automático) Chave primaria da tabela.
	classificacao	(Obrigatório) Classificação textural do solo.
ConfigForm	idConfigForm	(Automático) Chave primaria da tabela.
	curvaFosforoA	(Obrigatório) Valor “a” que compõem a fórmula (ax + b) da

		curva de fósforo.
	curvaFosforoB	(Obrigatório) Valor “b” que compõem a fórmula (ax + b) da curva de fósforo.
Diretorio	idDiretorio	(Automático) Chave primaria da tabela.
	caminho	(Obrigatório) Caminho da pasta selecionada para o sistema gravar os laudos gerados.
Fisica	idFisica	(Automático) Chave primaria da tabela.
	areiaTotal	(Obrigatório) Porcentagem de areia na amostra.
	silte	(Obrigatório) Porcentagem de silte na amostra.
	argila	(Obrigatório) Porcentagem de argila na amostra.
	idClassificacao	(Obrigatório) Chave estrangeira da classificação do solo segundo a análise física.
Laudo	idLaudo	(Automático) Chave primaria da tabela.
	codigoIdentificacao	(Obrigatório) Valor único gerado com base na hora e data para identificação do laudo.
	dataEmissao	(Obrigatório) Data de emissão do laudo.
Professor	idProfessor	(Automático) Chave primaria da tabela.
	nome	(Obrigatório) Nome do professor.
	quantidade	(Obrigatório) Quantidade de amostras do professor.
ProfessorAmostra	idProfessorAmostra	(Automático) Chave primaria da tabela.
	idProfessor	(Obrigatório) Chave estrangeira do professor.
	idAmostra	(Obrigatório) Chave estrangeira da amostra.
	tipo	(Obrigatório) Finalidade da análise da amostra. (Extensão, Pesquisa ou Normal).
Proprietario	idProprietario	(Automático) Chave primaria da tabela.
	cidade	(Obrigatório) Cidade de extração das amostras.
	dataEntrada	(Obrigatório) Data de entrada das amostras no laboratório.
	propriedade	(Opcional) Nome da propriedade de extração das amostras.

	proprietário	(Obrigatório) Nome do proprietário das amostras.
	solicitante	(Obrigatório) Nome do solicitante da análise.
	idTipo	(Obrigatório) Chave estrangeira da tabela de tipos de análise.
TipoAnalise	idTipo	(Automático) Chave primaria da tabela.
	tipo	(Obrigatório) Nome do tipo de análise.
Usuario	login	(Obrigatório) Chave primária da tabela. Nome de acesso do usuário no sistema.
	senha	(Obrigatório) Senha de acesso do usuário no sistema.
	nomeCompleto	(Obrigatório) Nome completo do usuário.
	telefone	(Opcional) Telefone de contato do usuário.

Anexo H

Telas do *software* desenvolvido:

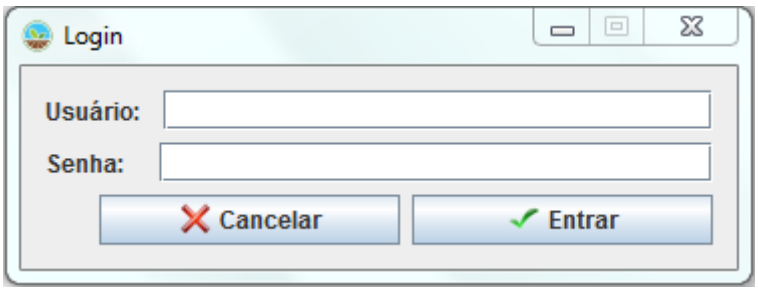


Figura 20 - Tela de Login.
Fonte: Autor.

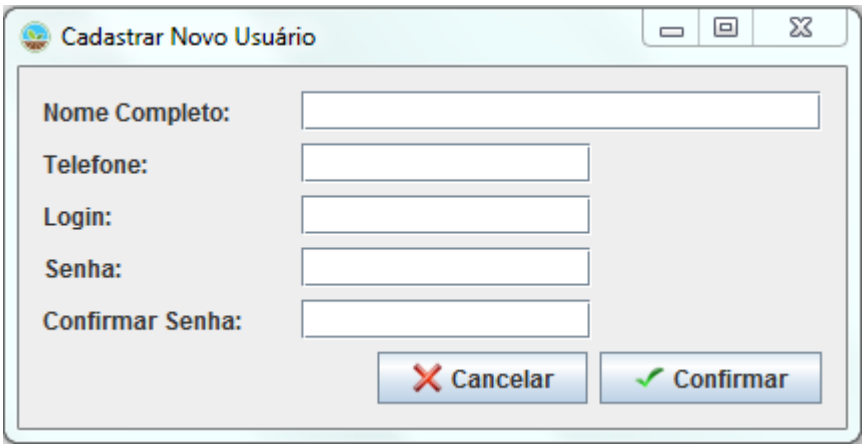


Figura 21 - Cadastrar Novo Usuário.
Fonte: Autor.

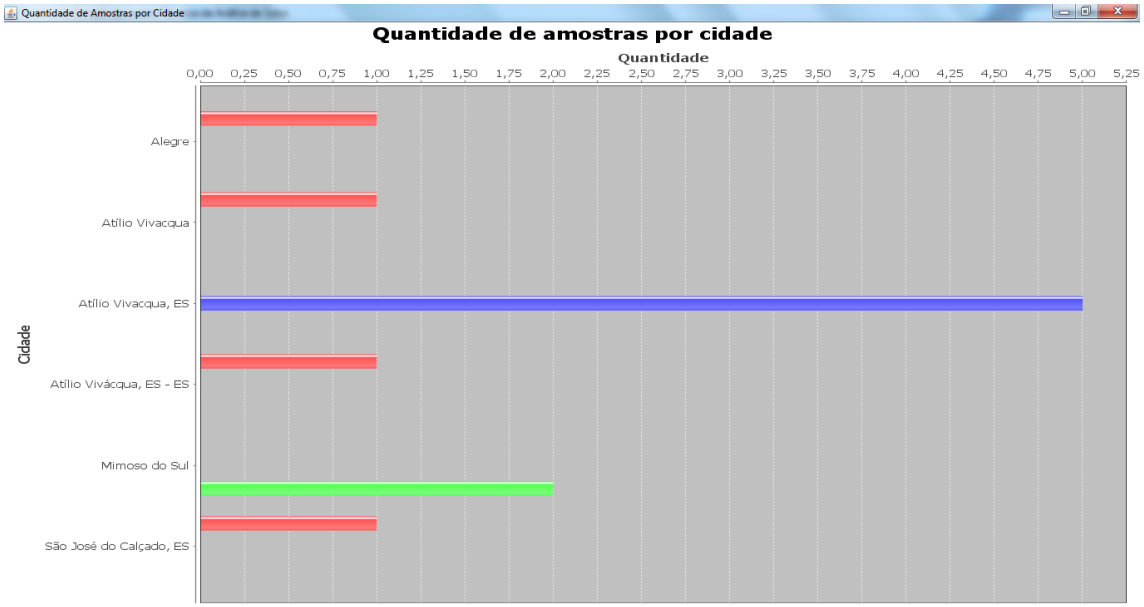


Figura 22. Tela Gráfico.
Fonte: Autor.

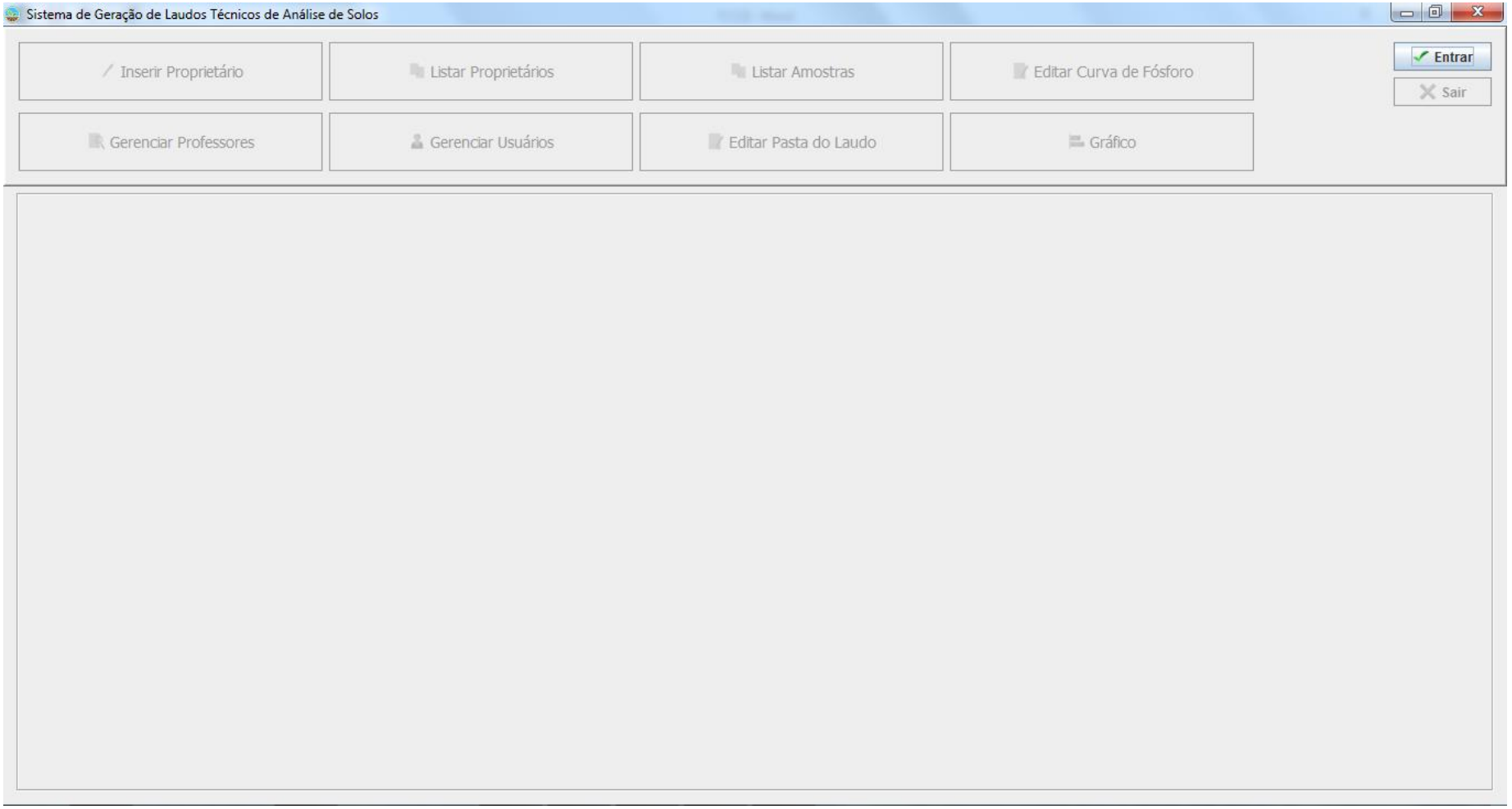


Figura 23 - Tela Principal Bloqueada.
Fonte: Autor.

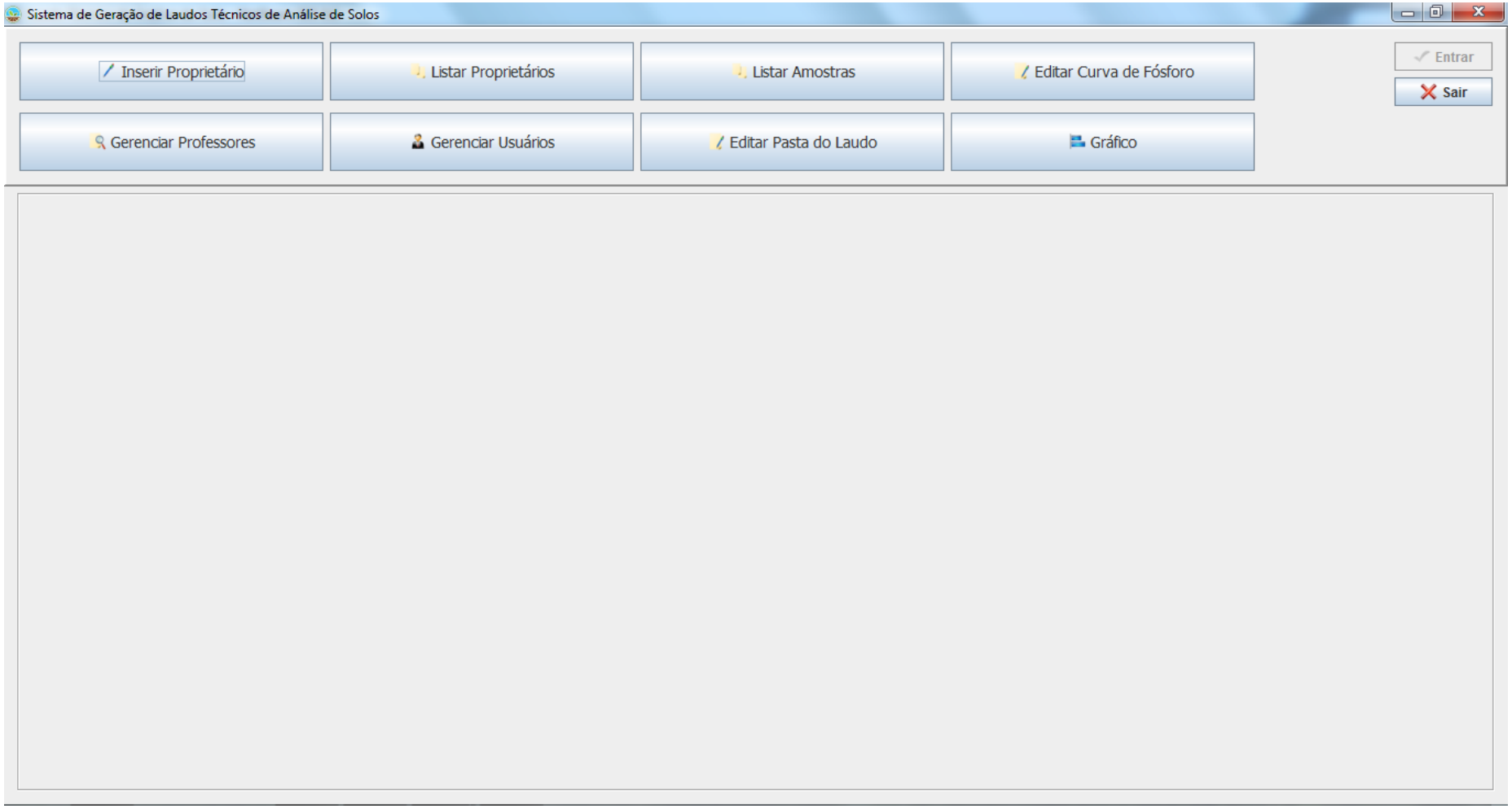


Figura 24 - Tela Principal.
Fonte: Autor

.

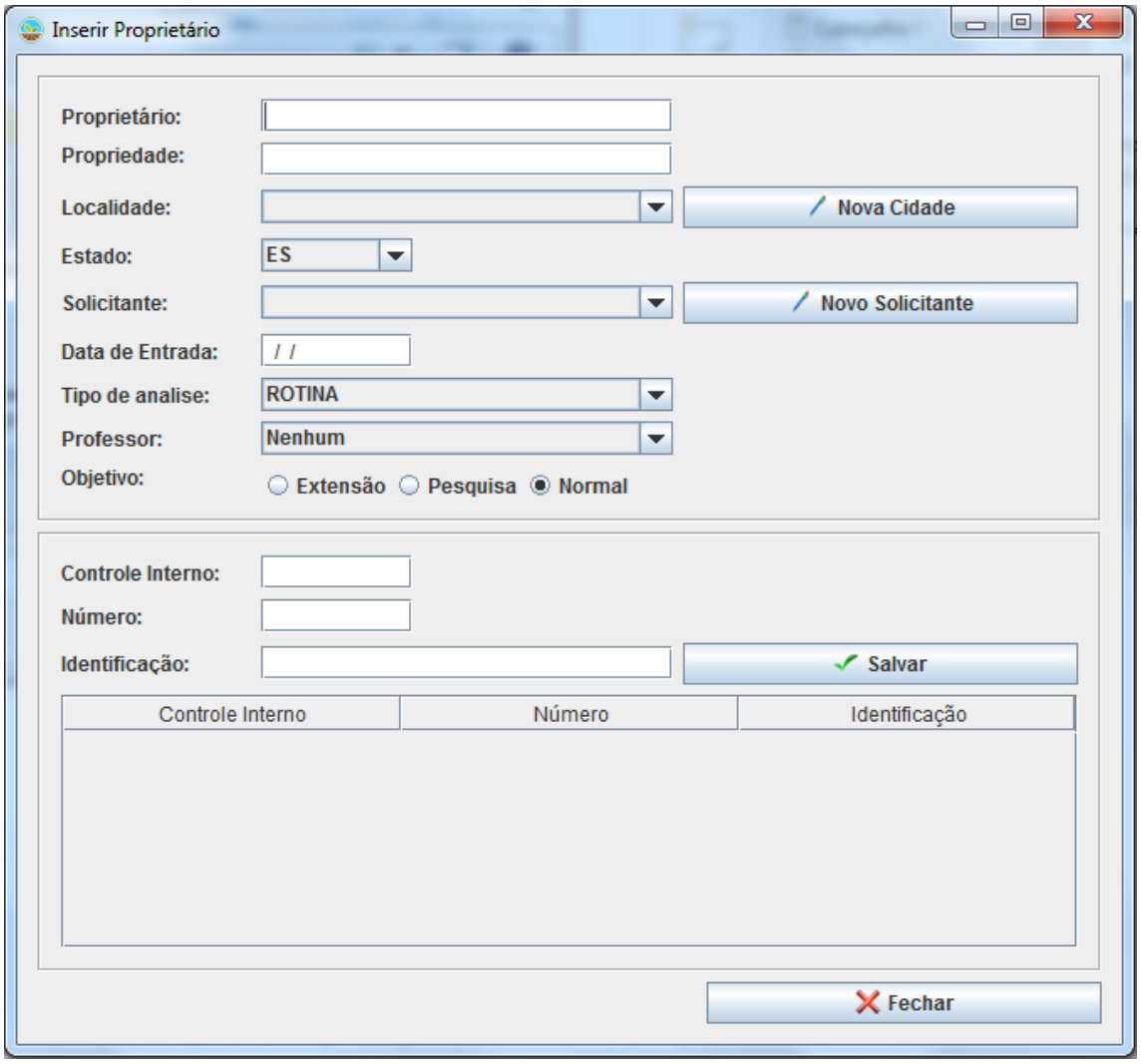


Figura 25 - Tela Cadastro Proprietário.
Fonte: Autor.

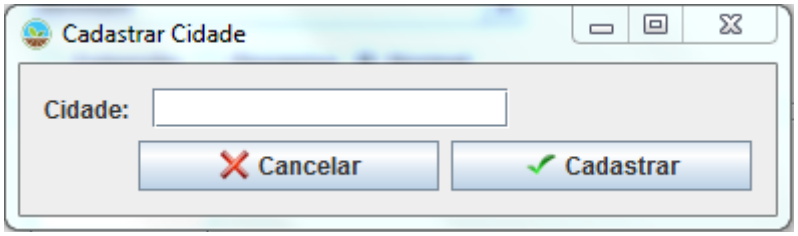


Figura 26 – Tela Cadastrar Cidade.
Fonte: Autor.

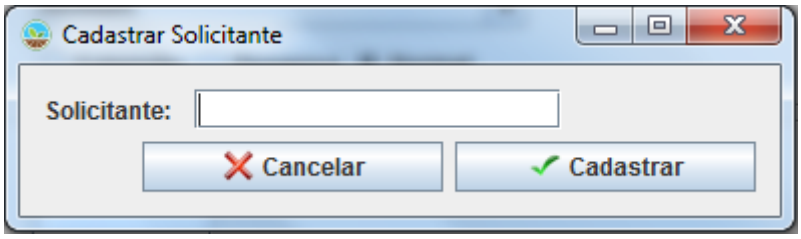


Figura 27 - Tela Cadastrar Solicitante.
Fonte: Autor.

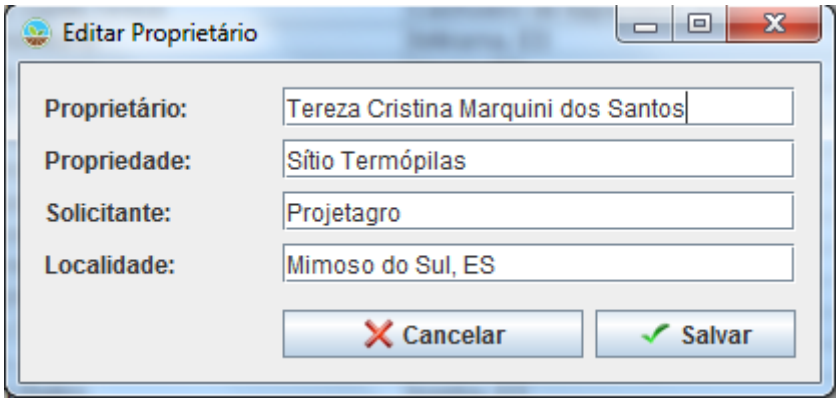


Figura 28 - Tela Editar Proprietário.
Fonte: Autor.

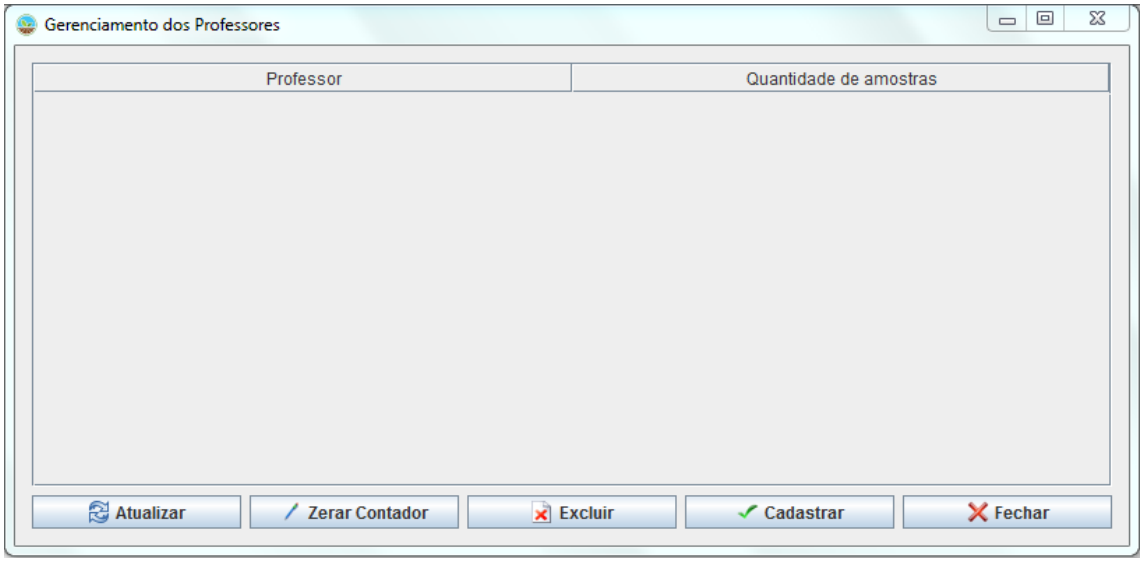


Figura 29 - Tela Gerenciamento de Professores.
Fonte: Autor.

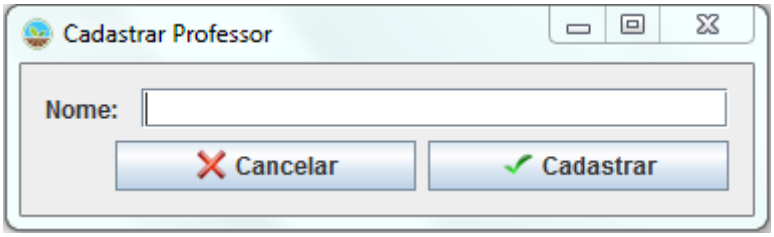


Figura 30 - Tela Cadastrar Professor.
Fonte: Autor.

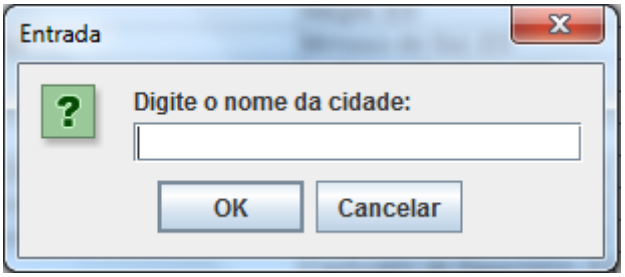


Figura 31 - Tela Pesquisar por Cidade.
Fonte: Autor.

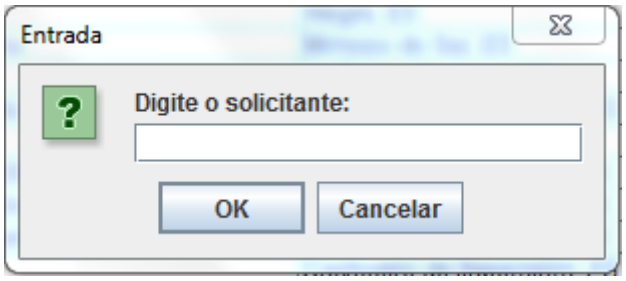


Figura 32 - Tela Pesquisar por Solicitante.
Fonte: Autor.

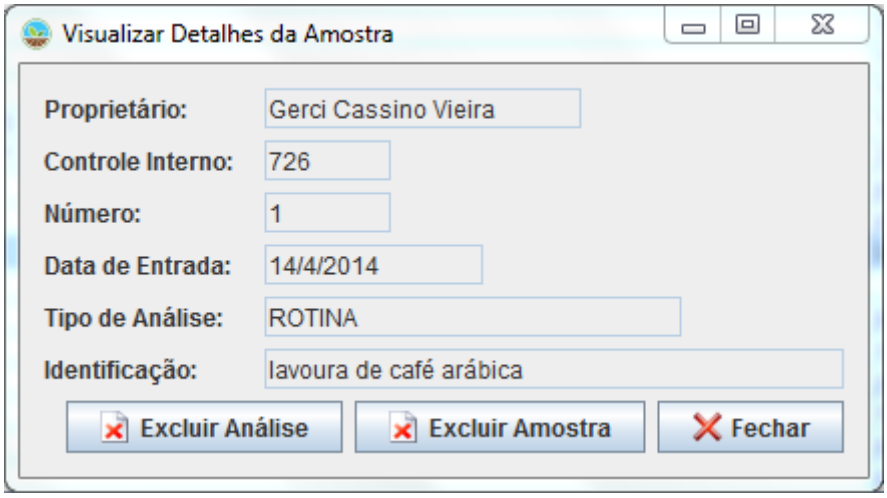


Figura 33 - Tela Visualizar Amostra.
Fonte: Autor.

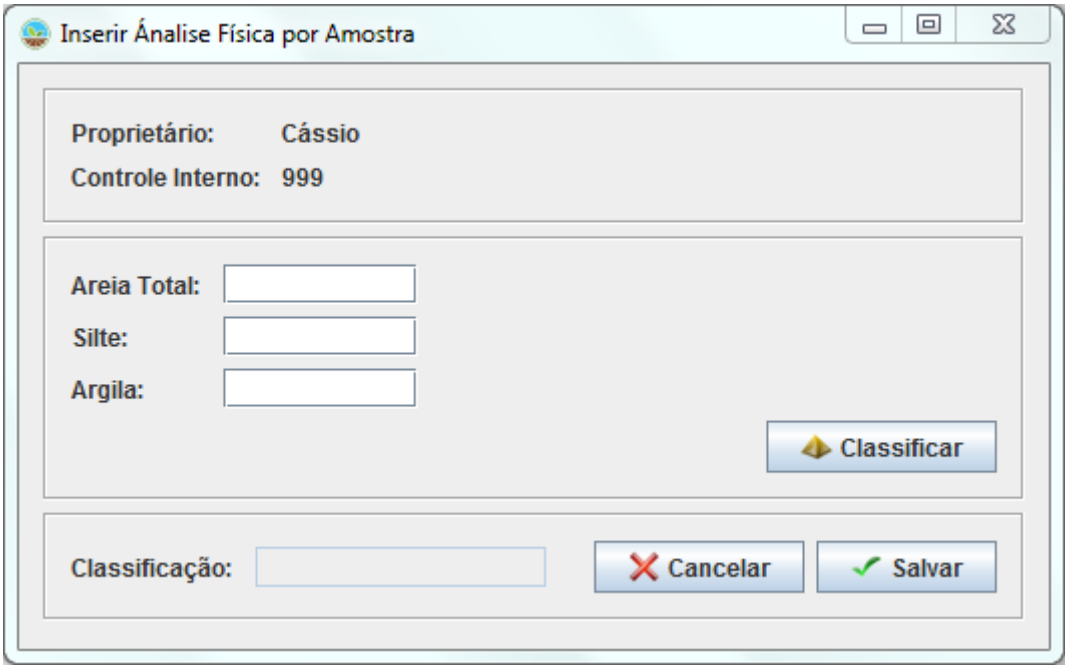
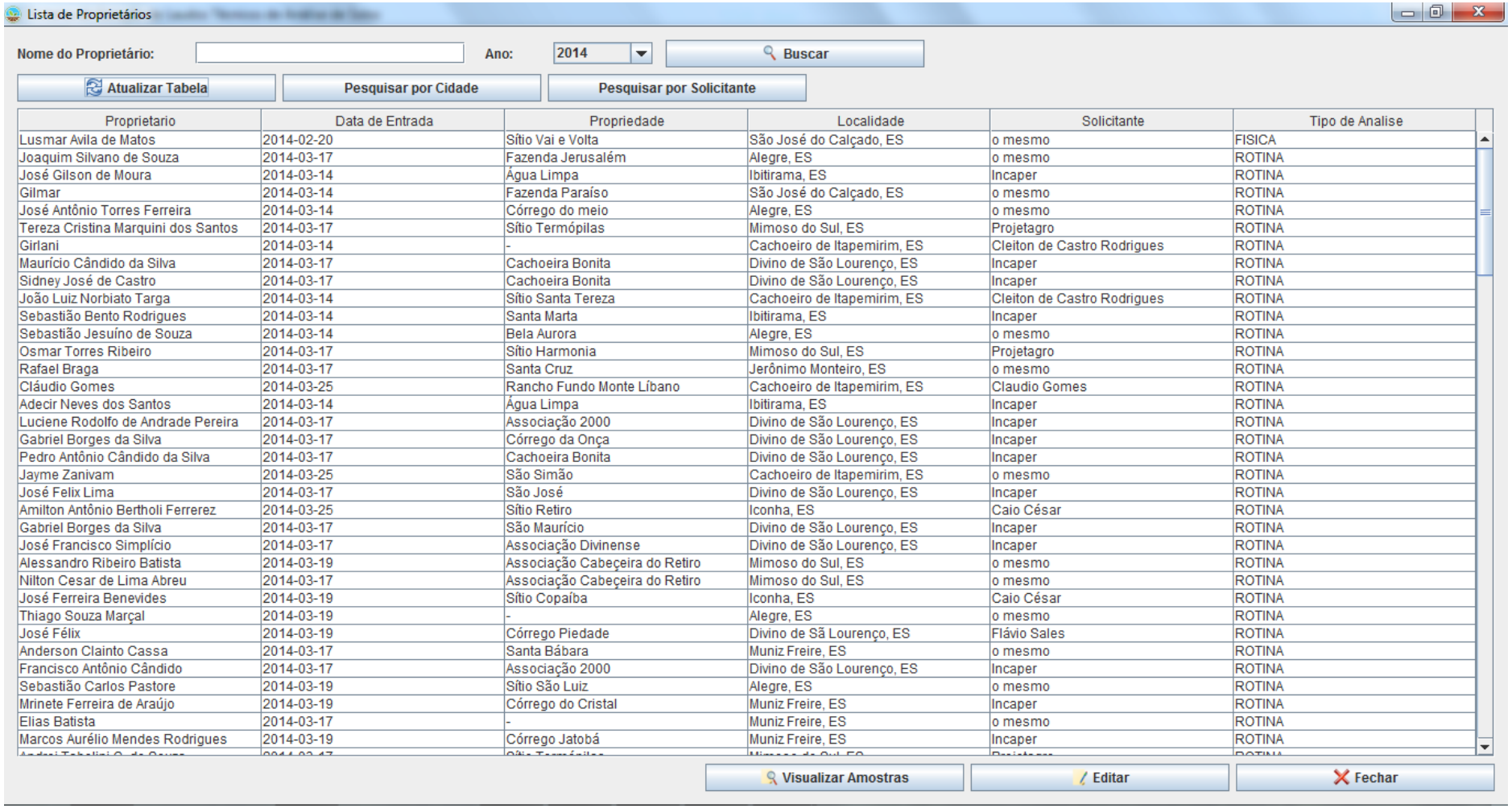
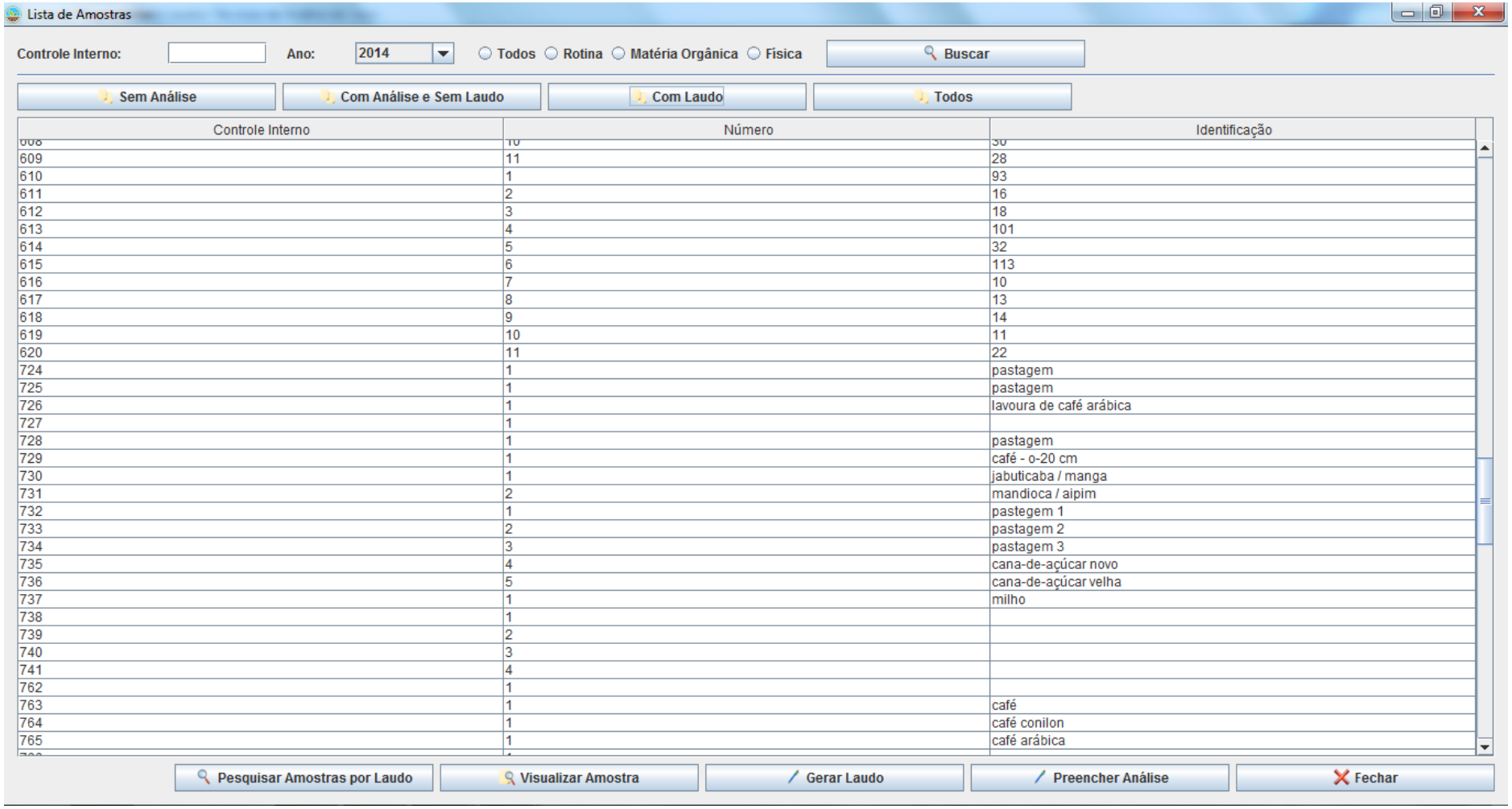


Figura 34 - Tela Cadastrar Análise Física.
Fonte: Autor.



Proprietario	Data de Entrada	Propriedade	Localidade	Solicitante	Tipo de Analise
Lusmar Avila de Matos	2014-02-20	Sítio Vai e Volta	São José do Calçado, ES	o mesmo	FISICA
Joaquim Silvano de Souza	2014-03-17	Fazenda Jerusalém	Alegre, ES	o mesmo	ROTINA
José Gilson de Moura	2014-03-14	Água Limpa	Ibitirama, ES	Incaper	ROTINA
Gilmar	2014-03-14	Fazenda Paraíso	São José do Calçado, ES	o mesmo	ROTINA
José Antônio Torres Ferreira	2014-03-14	Córrego do meio	Alegre, ES	o mesmo	ROTINA
Tereza Cristina Marquini dos Santos	2014-03-17	Sítio Termópilas	Mimoso do Sul, ES	Projetagro	ROTINA
Girlani	2014-03-14	-	Cachoeiro de Itapemirim, ES	Cleiton de Castro Rodrigues	ROTINA
Maurício Cândido da Silva	2014-03-17	Cachoeira Bonita	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
Sidney José de Castro	2014-03-17	Cachoeira Bonita	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
João Luiz Norbiato Targa	2014-03-14	Sítio Santa Tereza	Cachoeiro de Itapemirim, ES	Cleiton de Castro Rodrigues	ROTINA
Sebastião Bento Rodrigues	2014-03-14	Santa Marta	Ibitirama, ES	Incaper	ROTINA
Sebastião Jesuíno de Souza	2014-03-14	Bela Aurora	Alegre, ES	o mesmo	ROTINA
Osmar Torres Ribeiro	2014-03-17	Sítio Harmonia	Mimoso do Sul, ES	Projetagro	ROTINA
Rafael Braga	2014-03-17	Santa Cruz	Jerônimo Monteiro, ES	o mesmo	ROTINA
Cláudio Gomes	2014-03-25	Rancho Fundo Monte Líbano	Cachoeiro de Itapemirim, ES	Claudio Gomes	ROTINA
Adecir Neves dos Santos	2014-03-14	Água Limpa	Ibitirama, ES	Incaper	ROTINA
Luciene Rodolfo de Andrade Pereira	2014-03-17	Associação 2000	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
Gabriel Borges da Silva	2014-03-17	Córrego da Onça	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
Pedro Antônio Cândido da Silva	2014-03-17	Cachoeira Bonita	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
Jayme Zanivam	2014-03-25	São Simão	Cachoeiro de Itapemirim, ES	o mesmo	ROTINA
José Felix Lima	2014-03-17	São José	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
Amilton Antônio Bertholi Ferrerez	2014-03-25	Sítio Retiro	Iconha, ES	Caio César	ROTINA
Gabriel Borges da Silva	2014-03-17	São Maurício	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
José Francisco Simplício	2014-03-17	Associação Divinense	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
Alessandro Ribeiro Batista	2014-03-19	Associação Cabeçeira do Retiro	Mimoso do Sul, ES	o mesmo	ROTINA
Nilton Cesar de Lima Abreu	2014-03-17	Associação Cabeçeira do Retiro	Mimoso do Sul, ES	o mesmo	ROTINA
José Ferreira Benevides	2014-03-19	Sítio Copaíba	Iconha, ES	Caio César	ROTINA
Thiago Souza Marçal	2014-03-19	-	Alegre, ES	o mesmo	ROTINA
José Félix	2014-03-19	Córrego Piedade	Divino de Sã Lourenço, ES	Flávio Sales	ROTINA
Anderson Clainto Cassa	2014-03-17	Santa Bábara	Muniz Freire, ES	o mesmo	ROTINA
Francisco Antônio Cândido	2014-03-17	Associação 2000	Divino de São Lourenço, ES	Incaper	ROTINA
Sebastião Carlos Pastore	2014-03-19	Sítio São Luiz	Alegre, ES	o mesmo	ROTINA
Mrinete Ferreira de Araújo	2014-03-19	Córrego do Cristal	Muniz Freire, ES	Incaper	ROTINA
Elias Batista	2014-03-17	-	Muniz Freire, ES	o mesmo	ROTINA
Marcos Aurélio Mendes Rodrigues	2014-03-19	Córrego Jatobá	Muniz Freire, ES	Incaper	ROTINA

Figura 35 - Tela de Listagem de Proprietários.
Fonte: Autor.



Controle Interno	Número	Identificação
608	10	30
609	11	28
610	1	93
611	2	16
612	3	18
613	4	101
614	5	32
615	6	113
616	7	10
617	8	13
618	9	14
619	10	11
620	11	22
724	1	pastagem
725	1	pastagem
726	1	lavoura de café arábica
727	1	
728	1	pastagem
729	1	café - o-20 cm
730	1	jabuticaba / manga
731	2	mandioca / aipim
732	1	pastegem 1
733	2	pastagem 2
734	3	pastagem 3
735	4	cana-de-açúcar novo
736	5	cana-de-açúcar velha
737	1	milho
738	1	
739	2	
740	3	
741	4	
762	1	
763	1	café
764	1	café conilon
765	1	café arábica

Figura 36 - Tela Listagem de Amostras.
Fonte: Autor.

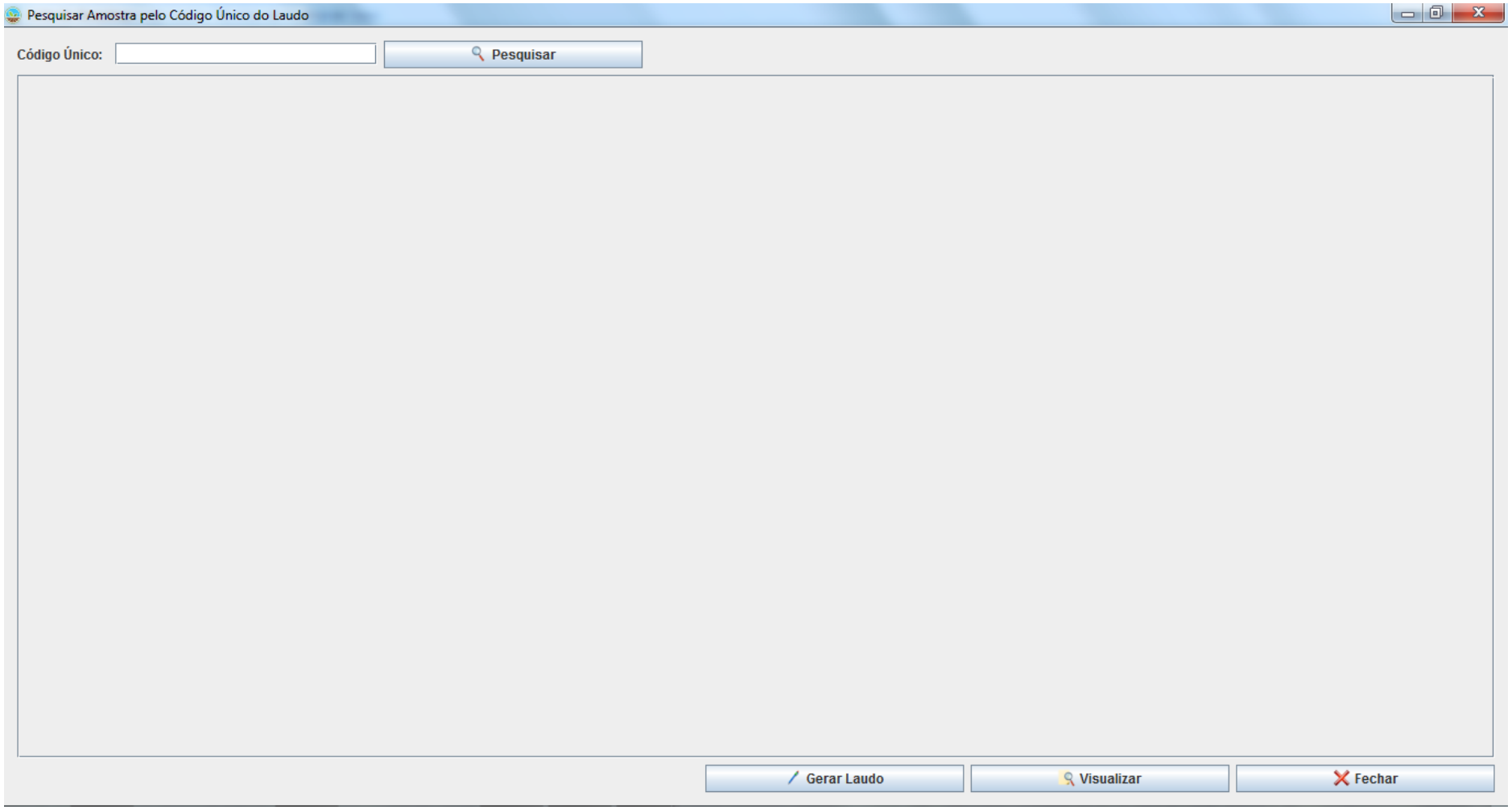


Figura 37 - Tela Pesquisar por Laudo.
Fonte: Autor.

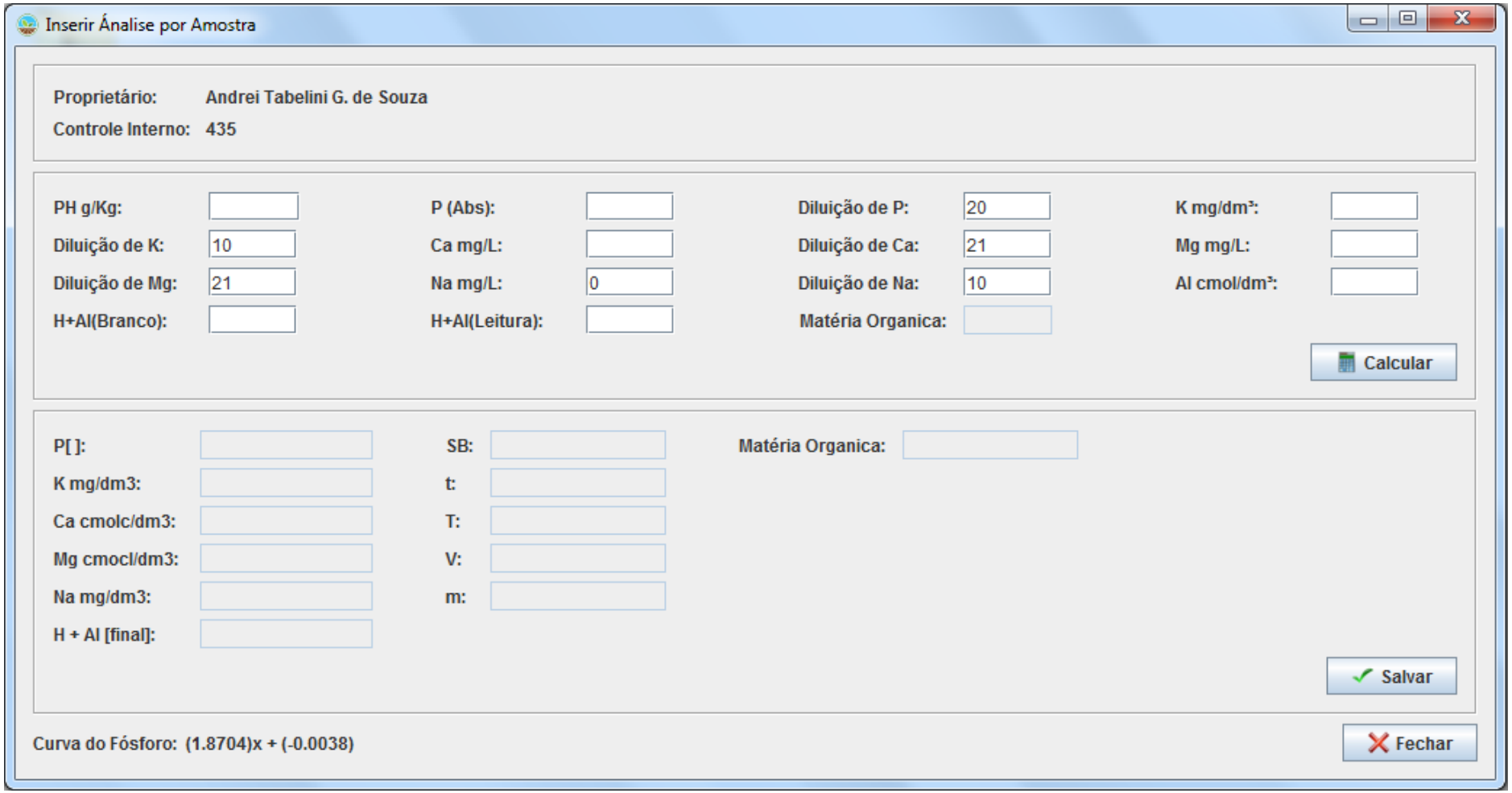


Figura 38 - Tela Cadastrar Análise Química.
Fonte: Autor.

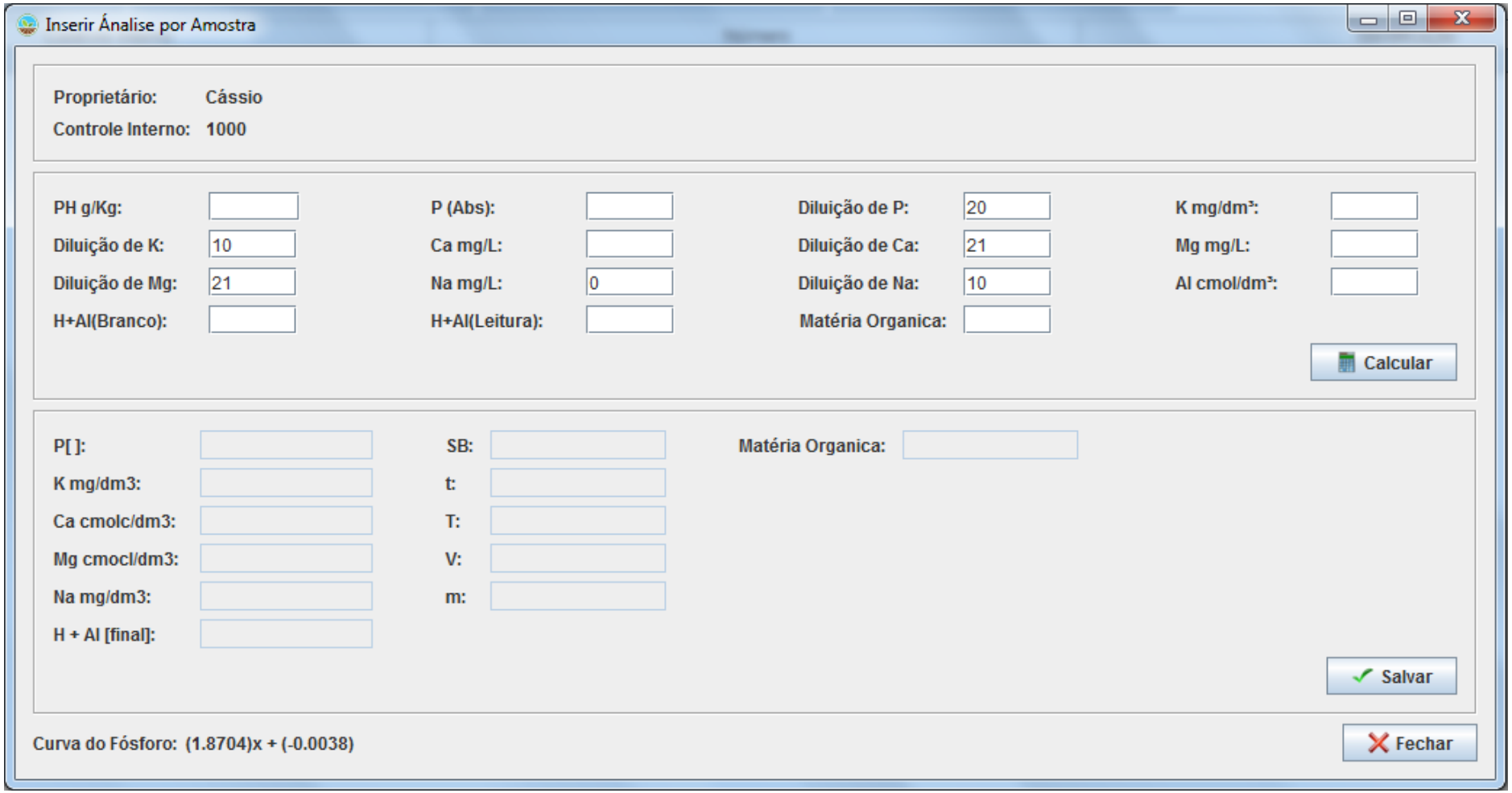


Figura 39 - Tela Cadastrar Análise Química com Matéria Orgânica.
Fonte: Autor.

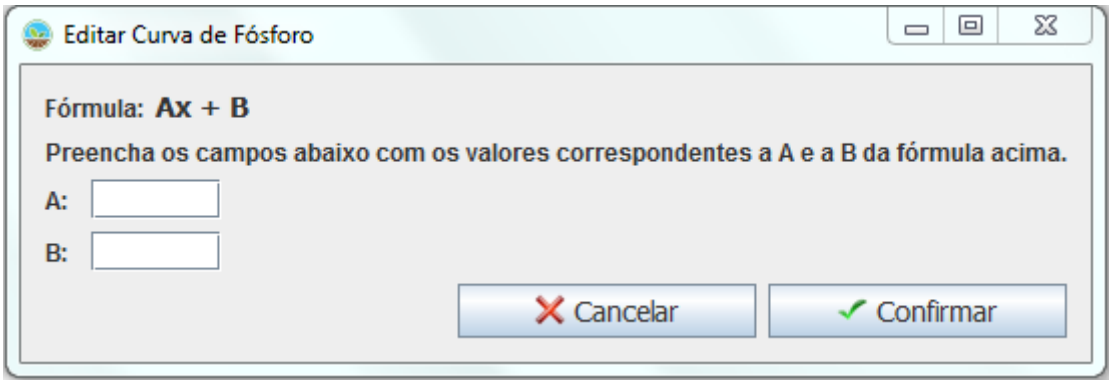


Figura 40 - Tela Editar Curva de Fósforo.
Fonte: Autor.

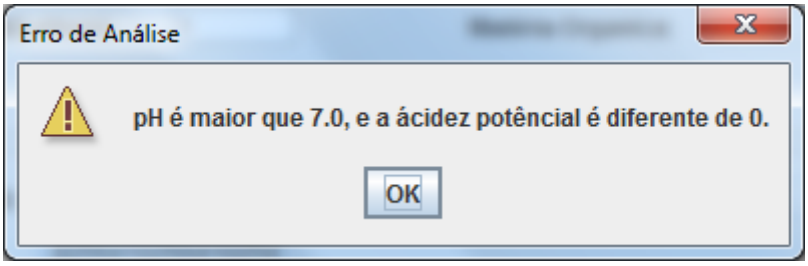


Figura 41 - Tela de Erro da Análise.
Fonte: Autor.

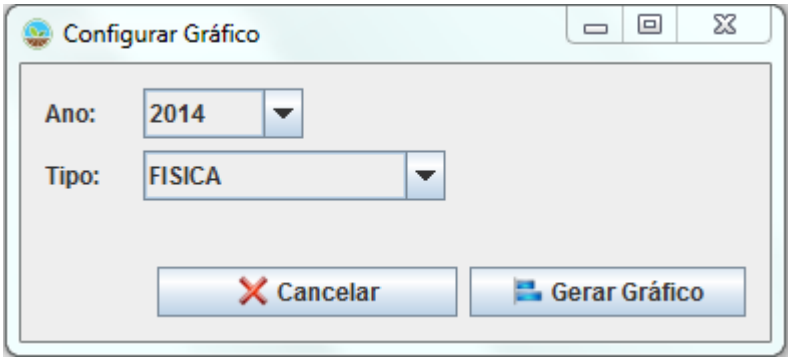


Figura 42 - Tela Configurar Gráfico.
Fonte: Autor.