

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

CURSO DE AGRONOMIA

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE *SOFTWARE* PARA
DETERMINAÇÃO DA CLASSE TEXTURAL NO ENSINO DE CIÊNCIA
DO SOLO**

ANA CLARA BARBOSA DE SOUZA

**BRASÍLIA, DF
2019**

ANA CLARA BARBOSA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE *SOFTWARE* PARA
DETERMINAÇÃO DA CLASSE TEXTURAL NO ENSINO DE CIÊNCIA
DO SOLO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. TAIRONE PAIVA LEÃO

**BRASÍLIA, DF
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

Souza, Ana Clara Barbosa de

Desenvolvimento e aplicação de *software* para determinação da classe textural no ensino de Ciência do Solo/ Ana Clara Barbosa de Souza.

Orientação: Tairone Paiva Leão, Brasília, 2019.

Monografia – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

35 p. : il.

1. Granulometria. 2. Classificação Textural. 3. Tecnologias da Informação

I. LEÃO, T.P. II. Ph. D.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, A. C. B. **DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE *SOFTWARE* PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSE TEXTURAL NO ENSINO DE CIÊNCIA DO SOLO.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2019. 35 p. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: ANA CLARA BARBOSA DE SOUZA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Desenvolvimento e aplicação de software para determinação da classe textural no ensino de Ciência do Solo

Grau: 3° **Ano:** 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Ana Clara Barbosa de Souza

CPF: xxx.xxx.xxx-xx

Endereço: Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte.

CEP: 70910-900. Brasília, DF. Brasil

ANA CLARA BARBOSA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE *SOFTWARE* PARA
DETERMINAÇÃO DA CLASSE TEXTURAL NO ENSINO DE CIÊNCIA
DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em ____ de _____ de ____.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Tairone Paiva Leão
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade
de Brasília
Orientador

Prof^ª Dr^ª. Alessandra Monteiro de Paula
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade
de Brasília
Examinadora

Prof^ª Dr^ª. Selma Regina Maggiotto
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade
de Brasília
Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as graças concedidas durante esses anos, por me dar sabedoria e perseverança mediante as adversidades.

Aos meus pais, Janete e Roilson, por todo amor e dedicação, por sempre acreditar e apoiar todos meus sonhos. Aos meus irmãos, Andressa, João Pedro e Yan por todo companheirismo. Aos meus avós maternos e tios que sempre se fizeram presente e foram auxílio para todos os momentos. Obrigada por me ensinarem que família é a nossa maior riqueza!

A Casa do Estudante Nipo Brasileiro por me acolher todos esses anos, de maneira especial a Diego, Eliza Mieka, Isabelle, Mariana, Ricardo e Vitória por serem incríveis amigos e companheiros de casa.

Aos amigos Giordana, Karen, Jhon Kenedy, Letícia, Lorrany, Luana, Lucas Simioni, Lucas Vitório, Marta, Thais França e Thamires por toda ajuda e incentivo, por todo aprendizado construído e compartilhado durante esses anos e por tornar ímpar a nossa amizade. Me sinto honrada por tê-los como companheiros de profissão.

Aos amigos de intercâmbio, Luís Flávio, Cediane e Simone por me proporcionarem novas experiências profissionais e de vida. Gratidão por cada momento partilhado!

A Universidade de Brasília e a todo corpo docente da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária por toda contribuição a minha formação. Em especial, a professora Concepta Margaret e ao professor Tairone Leão pelas oportunidades de pesquisas e orientações dadas.

SOUZA, ANA CLARA BARBOSA DE. **DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE SOFTWARE PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSE TEXTURAL NO ENSINO DE CIÊNCIA DO SOLO**. 2019. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

A textura do solo é uma propriedade física utilizada na classificação dos solos, sendo de fundamental auxílio a agrônomos e demais profissionais quanto às definições de uso e manejo do solo. A textura pode ser determinada através de um teste de campo ou análise textural: método da pipeta ou método do hidrômetro. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um software que determina a classe textural de solos para auxiliar em atividades de laboratórios de física do solo que utilizam o método do hidrômetro, e avaliar sua eficiência como software educacional para a disciplina de Fundamentos de Ciência do Solo. Também foi avaliado por meio de um questionário composto por oito afirmativas aplicado a vinte e um estudantes de Agronomia da Universidade de Brasília suas perspectivas referentes a qualidade do *software* desenvolvido e ademais, a posição dos estudantes quanto ao cenário atual do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como metodologia educacional. O programa foi desenvolvido com em linguagem Java®, sendo o código compilado utilizando o software de licença pública Netbeans IDE versão 8.2. A validação do programa foi feita utilizando dados obtidos em trabalhos anteriores e aulas práticas do Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. O software pode ser usado na prática de laboratórios de análise de textura, tanto pela efetividade dos seus resultados como pela facilidade de implementação. Demonstrou-se eficiente como software educativo considerando as boas avaliações dadas aos critérios de funcionalidade e usabilidade pelos estudantes. Foi observada significativa insatisfação pelos estudantes de quanto ao atual uso das Tecnologias da Informação como metodologia educacional. Propõe-se como necessário um estudo no curso de Agronomia de outras instituições de ensino superior (IES) no sentido de tornar as conclusões mais abrangentes e completas, buscando avaliar o quadro atual do uso de TICs como metodologia educacional.

Palavras-chave: Granulometria, Classificação Textural, Tecnologias da informação.

ABSTRACT

Soil texture is a physical property used in the classification of soils, being fundamental for the aid to agronomists and for the domain of land and soil use. The texture can be determined through a field test or a textural analysis: the pipette method or the hydrometer method. The objective of this research was the development of a software that determines the textural class of soils to assist in activities of soil physics laboratories that use the hydrometer method and to evaluate its efficiency as educational software for the soil science fundamentals. It was also measured through a questionnaire composed of eight statements applied to twenty-one students of Agronomy of the University of Brasília their perspectives regarding the quality of the software developed and in addition, the position of the students regarding the current scenario of the use of Information Technologies (TICs) as educational methodology. The program was developed in Java® language, the code being compiled using the Netbeans IDE version 8.2 public license software. The validation of the program was done using data obtained in previous works and practical classes of the Laboratory of Soil Physics of the Faculty of Agronomy and Veterinary Medicine. The software can be used in the practice of texture analysis laboratories, both for the effectiveness of its results and for ease of implementation. It has been shown to be efficient as educational software considering the good evaluations given to the criteria of functionality and usability by the students. Significant dissatisfaction was observed among students about the current use of Information Technology as an educational methodology. It is proposed as a necessary study in the Agronomy course of other higher-level education institutions (IES) in order to make the conclusions more comprehensive and complete, seeking to evaluate the current picture of the use of TIC as an educational methodology.

Keywords: Granulometry, Textural Classification, Information technologies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Textura do solo	12
3.1.1 Determinação da textura do solo	14
3.2 Tecnologias de informação como metodologia de ensino	15
3.3 Importância das tecnologias de informação na formação do engenheiro agrônomo	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Desenvolvimento do software	19
4.2 Validação do programa.....	20
4.3 Processo de avaliação	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1 Execução do software	22
5.2 Processo de validação.....	24
6. CONCLUSÃO.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
8. APÊNDICES	33
8.1 Dados utilizados na avaliação do software	33
8.2 Questionário para avaliação do software.....	34

1. INTRODUÇÃO

Os atributos físicos do solo são muito importantes para compreender seu funcionamento e também para estabelecer a melhor forma de manejo, auxiliando desde projetos de construções civis a implantação de atividades agrícolas (BRADY; WEIL, 2008). Cor, textura (granulometria), estrutura, porosidade, dentre outras variáveis do solo compõem o grupo de propriedades morfológicas que são quantificadas para a avaliação da qualidade física do solo.

A granulometria é dada com base nos teores de argila, silte e areia de um determinado solo. A proporção encontrada para cada uma das partículas minerais do solo estabelece a sua classe textural, seu potencial de estoque de nutrientes, e a dinâmica do ar que influencia na atividade dos microrganismos e enzimas (BITTAR; FERREIRA; CORRÊA, 2013). Pode-se definir a textura do solo através de um teste de campo e análise textural, mecânica ou granulométrica. A análise textural é feita em laboratório e tem por objetivo estabelecer a quantidade das partículas menores que 2,0 mm (argila, silte e areia), sendo estes resultados considerados mais precisos por serem determinados através de métodos analíticos (CIPRIANO et al., 2016).

O método do Hidrômetro é uma das metodologias analíticas que pode ser utilizada em laboratório como procedimento de determinação da textura do solo. Esse método baseia-se na determinação da quantidade de partículas em suspensão, em que essa concentração é medida por um hidrômetro, tendo como base o método da sedimentação (BRADY; WEIL, 2008).

Sabe-se que o sistema taxonômico de classificação dos solos vigente utiliza a textura do solo como critério de discernimento das classes (EMBRAPA, 2013). Este sistema é utilizado por agrônomos e demais profissionais nas tomadas de decisões quanto as atividades de manejo a serem empregues, e uma vez determinada a granulometria de maneira inexata toda a determinação da aptidão e uso do solo pode ser comprometida. Sendo necessário, portanto, buscar alternativas suplementares para lograr resultados precisos na determinação da textura do solo.

O emprego de tecnologias digitais de informação e comunicação (TICs) tem se demonstrado como uma eficiente ferramenta de subsídio às mais diversas práticas dos seres humanos nos últimos anos. Neste contexto, acredita-se que integrar as TICs no ambiente educacional pode favorecer na qualidade da formação de profissionais, conseqüentemente na obtenção de resultados pertinentes, ou seja, aderir as TICs acarreta em adequar-se às exigências

do cenário atual quanto à preparação dos estudantes como profissionais, já que viabiliza uma aprendizagem autônoma e estimula certa versatilidade do aluno em adaptar-se aos conhecimentos científicos e tecnológicos que progridem com elevada rapidez (CORRADI, 2009).

Balsan (2006) expõe que nos últimos anos a agricultura brasileira tem acompanhado esse seguimento de modernização em que a implantação de recursos tecnológicos se apresenta como um dos principais pontos de atenção, refletindo na cadeia agrária. Em conformidade com o exposto, considera-se viável avaliar sobre o emprego das tecnologias digitais de informação e comunicação como metodologia educacional na formação acadêmica do engenheiro agrônomo, bem como também os benefícios que podem vir a ser proporcionados.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste projeto foi o desenvolvimento de um *software* para determinação da classe textural de solos para utilização em práticas de laboratórios de disciplinas introdutórias de ciência do solo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Desenvolver um aplicativo para determinar os teores de silte, argila e areia e a classe textural de solos pelo método do hidrômetro;
- ii) Avaliar a eficiência do programa desenvolvido como *software* educacional para a disciplina de Fundamentos de Ciência do Solo;
- iii) Avaliar o ponto de vista dos estudantes de Agronomia da Universidade de Brasília referente ao quadro atual do uso de Tecnologias da Informação como metodologia educacional.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Textura do solo

O estudo da morfologia do solo refere-se as características visíveis e palpáveis que podem ser identificadas no solo e que são definidas por meio de parâmetros. Atributos como, por exemplo: cor, textura (granulometria), estrutura, porosidade, consistência, transição entre horizontes e/ou, camadas são algumas das características registradas na descrição do solo em uma análise de campo (IBGE, 2007). A partir desta descrição consegue-se compreender a integração do solo na paisagem, do seu processo de formação e o seu desempenho quanto ao uso agrícola (SANTOS et al., 2005).

Dentre todas as propriedades físicas do solo a análise da granulometria é considerada uma das principais, estando funcionalmente envolvida nos processos físicos, químicos e biológicos que influenciam no desempenho dos biosistemas (BITTAR; FERREIRA; CORRÊA, 2013). De acordo com a ABNT (1995), textura é conceituada como o “conjunto de características de forma, dimensão e arranjo dos elementos mineralógicos constituintes de um solo”.

A textura do solo (granulometria) designa as proporções em porcentagem, ou em base de massa, das frações inorgânicas: argila, com diâmetro de partícula $<0,002$ mm, silte, com diâmetro entre 0,002 e 0,05 mm e areia com diâmetro entre 0,05 e 2 mm, presentes em um determinado solo (HILLEL, 1998). Os intervalos de tamanho para essas frações não são aleatórios: representam as importantes mudanças na forma como as partículas se comportam e nas propriedades físicas que elas ocasionam ao solo (BRADY; WEIL, 2008).

A fração areia é responsável pela sensação de aspereza que temos quando manuseamos o solo, não é pegajosa e não forma agregados. Sua considerável espessura a qualifica por uma baixa superfície específica, e conseqüentemente baixa capacidade de retenção de água e nutrientes. Por essa razão, solos com maiores proporções de areia tendem a dispor de baixa fertilidade e maior predisposição à seca. Maiores teores de silte dão a sensação de maciez, e suas partículas de menor diâmetro atribuem ao solo uma maior capacidade de reter água e uma menor drenagem. Já as argilas possuem maior área superficial específica, o que lhes confere alta capacidade de adsorver água e outras substâncias. Em solos com altas quantidades de argila, quando úmidos percebe-se significativa pegajosidade e que se agregam facilmente (BRADY; WEIL, 2008; FINKLER et al., 2018).

Difícilmente um solo é composto por apenas uma porção granulométrica, tornando necessário estabelecer classes de textura para os distintos arranjos de teores de argila, silte e areia. Essa classificação pode ser realizada por meio do Triângulo Textural (Figura 1) em que cada lateral corresponde aos percentuais das variáveis granulométricas (argila, silte e areia) e suas designações de classes são de acordo com a fração predominante no solo. Esse diagrama é baseado no sistema de classificação do USDA (United States Department of Agriculture), se modificando por considerar a classe muito argilosa para solos com mais de 60% de argila. (ALMEIDA, 2005; SANTOS, R.D. et al. 2005).

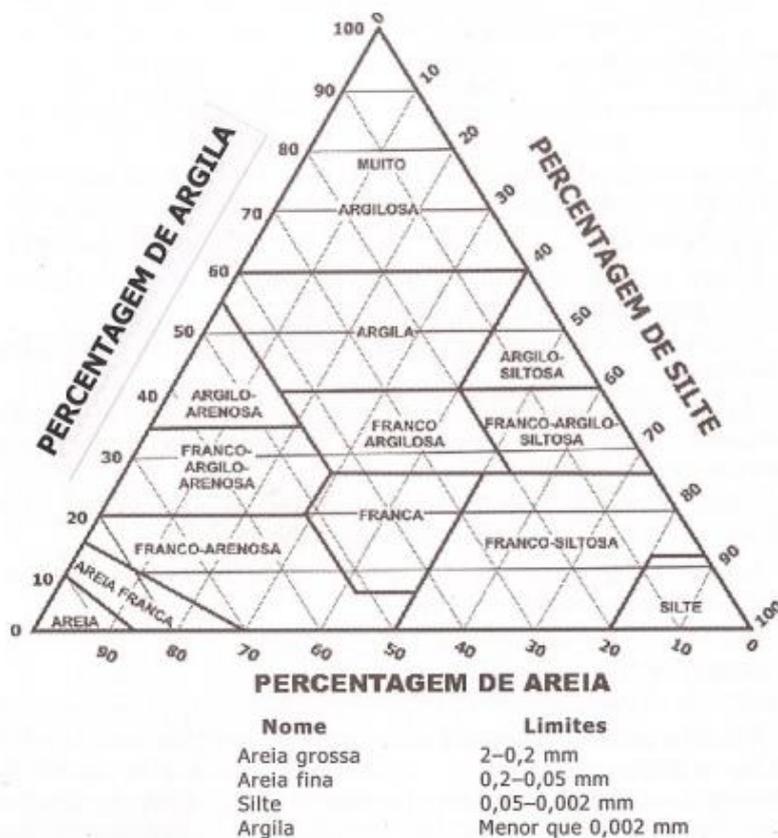


Figura 1. Classes texturais do solo e valores dos limites entre as frações granulométricas (Fonte: Santos et al., 2005).

No Brasil, a granulometria é utilizada como parâmetro de diferenciação de classes de solo no sistema taxonômico vigente (EMBRAPA, 2013), sendo de fundamental auxílio a agrônomos e demais profissionais quanto as definições de uso e manejo do solo. A granulometria está associada a diversos processos e propriedades do solo, assim, indicações errôneas dos seus valores podem ocasionar em falhas na condução do manejo agrícola e

consequentemente perdas na produtividade de culturas, interferindo assim na disponibilidade de alimentos e preço fornecido ao consumidor.

3.1.1 Determinação da textura do solo

Pode-se determinar a textura do solo por meio de um teste de campo ou por uma análise textural em laboratório. Na avaliação em campo tenta-se associar a percepção do tato com a dimensão e arranjo das partículas do solo, enquanto a avaliação em laboratório intenta definir a ordenação quantitativa das unidades de partículas menores que 2,0 mm (USDA, 2017; CIPRIANO et al., 2016).

A análise textural do solo em laboratório pode ser realizada através de duas metodologias básicas: o método da pipeta ou método do hidrômetro. O método do hidrômetro baseia-se na determinação da quantidade de partículas em suspensão, em que essa concentração é medida por meio de um hidrômetro específico para este fim, tendo como princípio a taxa de sedimentação de partículas suspensas em meio aquoso (método da sedimentação). Como as partículas do solo são mais densas que a água, tendem a sedimentar, imergindo verticalmente a uma velocidade proporcional ao seu tamanho (BRADY; WEIL, 2008; EMBRAPA, 2013). A equação que descreve essa relação é chamada de Lei de Stokes:

$$V = kd^2 \tag{1}$$

Em que V é a velocidade de sedimentação (m/s), d é o diâmetro de partículas (m), e k é uma constante relacionada a força da gravidade, a densidade e a viscosidade da água.

3.2 Tecnologias de informação como metodologia de ensino

A sociedade vive um constante processo de mudanças na sua organização, comunicação, cultura e aprendizagem, que são determinadas pelas tecnologias disponíveis de cada período. Passamos de uma sociedade industrial do século XX tecnologicamente voltada a produção de bens materiais para um conceito atual de tecnologia para a produção de conhecimento, informação e ideias. Dentro desta nova concepção ganhamos as chamadas tecnologias digitais de Informação e Comunicação (TICs), que se referem a todas as técnicas utilizadas nos sistemas

de informação e comunicação do gênero humano, como por exemplo, *hardwares*, *softwares* e telecomunicações (KHALIL, 2013).

Esse cenário permitiu observar novas técnicas de aprendizagem que possibilitam uma permutação de conhecimentos entre pessoas e instituições de uma maneira mais interativa e integradora, que se expõem como qualidades indispensáveis no ambiente educacional (KENSKI, 2003).

O sistema de ensino tradicional utilizado por muitos anos é fundamentado no ideal do professor como detentor do conhecimento a ser transmitido por discursos orais e/ou escritos, e o aluno como aprendiz mediante sua capacidade de memorizar, reproduzir, compreender, analisar e aplicar o que lhe é transmitido por essa metodologia (KENSKI, 2003). Consequente às mudanças ocasionadas pelo novo panorama tecnológico, exigências por transições significativas têm sido pontuada no âmbito escolar na busca por sistemáticas mais dinâmicas e colaborativas na relação professor-aluno onde o aprendizado seja assentado em trocas e tenha uma continuidade fora da sala de aula. Para Kenski (2003) e Khalil (2013) isso é possível agregando as TICs à metodologia tradicional, materializando por meio do uso de tecnologias educacionais. Essas tecnologias podem ser exemplificadas por:

“... navegação na Internet, criação de arquivos para projeção em sala de aula em *softwares* editores de textos, planilhas eletrônicas e *softwares* de apresentações; recursos audiovisuais (TV e vídeo) na aprendizagem; aplicação de multimídia, hipermídia e edição de sons e imagens; uso de *softwares* educativos; ambientes virtuais de aprendizagem; robótica educacional; Inteligência Artificial na Educação e computação visual e realidade virtual, dentre outros.” (SANTIAGO, 2006, p. 11)

Corradi (2009) menciona que para o ensino mediado por tecnologias há quatro principais formantes: o estudante, o instrutor, conteúdo do curso e as ferramentas tecnológicas, e declara que para obter eficiência é indispensável que todos estes componentes estejam integrados (Figura 2). Como já observado, as mudanças para a aplicação das novas tecnologias na educação são complexas e exigem alterações desde o projeto pedagógico até a formação do professor.

O computador é um dos aparatos tecnológicos mais utilizado como ferramenta para implantação de TICs no sistema educacional (CASTILHO, 2012). Segundo Valente (1999) seu uso está associado a duas possíveis modalidades: transmitir informações atuando como uma máquina de ensinar ou na construção de conhecimento procedendo como uma ferramenta educacional. Na primeira a abordagem pedagógica empregada é similar aos métodos

tradicionais de ensino, difundir instruções por meio de tutoriais, programas de exercício-e-prática, simuladores, dentre outros.

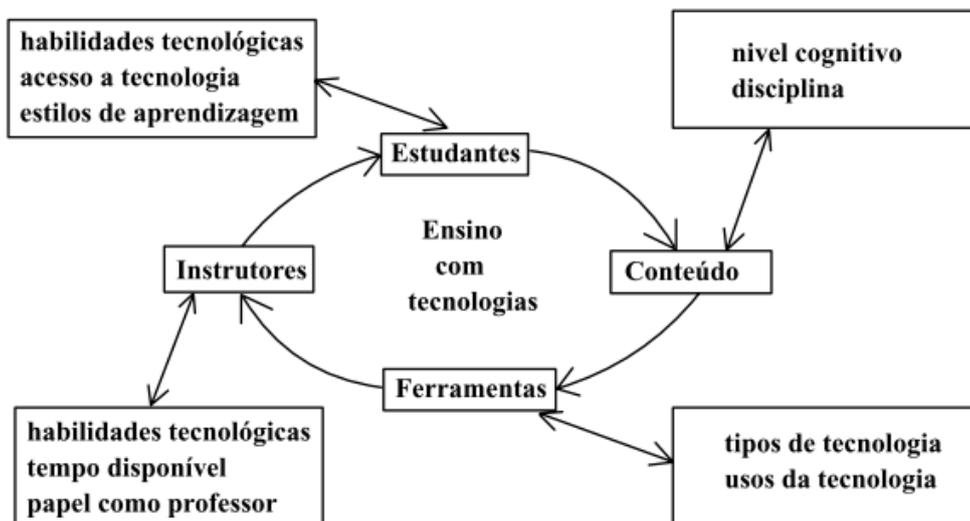


Figura 2. Composição sistema de ensino mediado pelo uso de tecnologias (Fonte: Corradi, 2009).

Já como ferramentas educacionais Khalil (2013) cita “ *softwares* abertos de uso geral, como as linguagens de programação, sistemas de autoria de multimídia, ou aplicativos como processadores de texto, *softwares* para criação e manutenção de banco de dados”. Estas ferramentas concernem ao estudante solucionar problemas, por meio de inserção e interpretação de dados e análise de resultados desinente do processamento dos seus conhecimentos.

O emprego de softwares como Power Point, Word, Excel, além da internet como ferramenta de pesquisa tem sido as TICs mais adotadas no ensino superior pelos docentes para as explanações em classes e nos projetos pedagógicos. É importante, porém não o suficiente para tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e acaba atribuindo um uso tecnicista das tecnologias de informação no espaço educacional. Por isso há uma preocupação em como deve ser realizado esse seguimento de informatização na educação, para que seja eficiente em aprimorar as didáticas pedagógicas fazendo-as mais interativas (CASTILHO, 2012; KHALIL, 2013).

Em um estudo realizado por Gomes et al. (2012) quanto às motivações e fatores de resistência por parte dos professores de uma instituição de ensino superior no uso de TICs como metodologia educacional, citam que docentes reconhecem a utilidade das TICs, porém

observam certa complexidade tecnológica em algumas ferramentas e que se torna uma barreira os mantendo atrelado a metodologia tradicional. Sendo importante por parte das instituições passarem a oferecer recursos na formação dos professores de como fazer a introdução dessas novas tecnologias no processo de aprendizagem (CORRADI, 2009).

Corradi (2009) também coloca que aderir às TICs acarreta em adequar-se às exigências do mercado atual quanto a preparação dos estudantes como profissionais, já que viabiliza uma aprendizagem autônoma e estimula certa versatilidade do aluno em adaptar-se aos conhecimentos científicos e tecnológicos que progridem com elevada rapidez.

A ABNT (2003) determina os requisitos a serem considerados para a avaliação da qualidade do produto de *software* de acordo com o uso pretendido, sendo aplicável a todos os tipos de *softwares*. Sendo subdivido em um modelo de qualidade externas e internas que leva em consideração alguns fatores como funcionalidade, usabilidade e eficiência e o modelo de qualidade em uso que é pautada no ponto de vista do usuário final.

3.3 Importância das tecnologias de informação na formação do engenheiro agrônomo

A formação acadêmica do agrônomo se modifica conforme observadas alterações no processo do desenvolvimento agrícola. Desta maneira, todos os questionamentos, propostas e mudanças na metodologia de formação deste profissional estão diretamente associadas ao quadro de modificações na agricultura (SILVEIRA FILHO, 2010). A datar de meados da década de 1960, com o evento da chamada Revolução Verde, a agricultura brasileira tem passado por um intenso processo de modernização em que a implantação de recursos tecnológicos demonstrou-se um dos principais focos de atenção, refletindo na cadeia agrária (BALSAN, 2006).

Como há uma demanda populacional crescente, esse processo de modernização tende a intensificar e necessitar de tecnologias que auxiliem de maneira mais eficaz para atender a requisição de alimentos da sociedade brasileira e mercado externo. E ainda simultaneamente destinar parte do desenvolvimento de tecnologias a técnicas de preservação dos recursos naturais, e inovações no ramo de tecnologia de informação e da comunicação são apostas de ferramentas que proporcionarão um uso mais consciente destes recursos assegurando maior produtividade, competência e sustentabilidade (LOPES & CONTINI, 2012).

Sendo assim, torna-se evidente que a utilização de TICs por engenheiros agrônomos é imprescindível. Porém, de acordo com Silveira Filho (2010) a metodologia de ensino

empregada pela maioria dos professores de Agronomia segue uma abordagem tradicional, tão como também ocorre no processo de formação acadêmica de outras carreiras. E ainda afirma que isso influi diretamente na capacidade de desenvolver conhecimentos e habilidades do educando.

Nos últimos anos alguns trabalhos têm sido apresentados com o objetivo de desenvolver e/ou avaliar o uso de algumas TICs no ensino das mais diversas áreas da Agronomia nas formações de nível técnico e de nível superior, demonstrando que há interesse por parte dos docentes e das instituições em reverter o quadro pedagógico ainda predominante no ensino de ciências agrárias.

Por exemplo, Fernandes (2013) avaliou o uso de TICs na disciplina de Zootecnia para resolução de problemáticas abordadas no conteúdo teórico em propriedades rurais do Espírito Santo pelos alunos, e constatou maior interesse e motivação por eles quanto aos tópicos propostos no plano pedagógico. Ele observou que uma fração dos estudantes se sentiu estimulada após o estudo a estabelecer projetos próprios com os conhecimentos adquiridos na prática vivenciada e mediada pelas TICs na disciplina.

Maia (2009) também atesta que o programa desenvolvido e avaliado para auxiliar no ensino de aplicação de agrotóxicos é viável e contribui para a atuação profissional técnica e social do estudante no desenvolvimento de uma agricultura sustentável. De modo similar, Gonçalves e Borges (2016), em uma revisão, citam que o uso de aplicativos móveis no ensino de Topografia “oportunizará o desenvolvimento de aulas mais interessantes e com maior probabilidade de aprendizagem, já que aliará os recursos tecnológicos com o aprender, voltados para o fazer cotidiano do exercício profissional.”

Essas referências validam que a obtenção de eficientes resultados na utilização de tecnologias da informação e comunicação no processo de formação do agrônomo são factíveis nos mais distintos ramos de estudo, desde que utilizadas da maneira apropriada. Por isso, é importante que o educador compreenda e busque alternativas dentro das TICs para agregar ao seu planejamento educacional, com a finalidade de orientar com qualidade o acadêmico e criar uma metodologia de aprendizagem que auxilie na sua futura atuação profissional (SILVEIRA FILHO, 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Desenvolvimento do software

O programa foi elaborado de janeiro a julho do ano de 2018, tendo como referência o modelo cascata para a definição das etapas do processo de desenvolvimento do software. Segundo Pressman e Maxim (2016) o modelo cascata é considerado um modelo prescritivo, utilizado para estruturar e dar ordenamento sequencial as fases de construção de um programa. Seguindo este raciocínio e adaptado a este projeto as etapas contempladas foram:

1. Determinação do objetivo e a função do programa,
2. Planejamento da arquitetura e módulos do software,
3. Testes de adequabilidade da linguagem de programação escolhida,
4. Programação e compilação,
5. Avaliação e validação do programa com dados reais e correções no código conforme necessidades.

O programa foi desenvolvido em linguagem Java®, sendo o código compilado utilizando o software de licença pública Netbeans IDE versão 8.2, que gerou o executável JavaApplicationTextura.jar. O programa tem na sua arquitetura uma página inicial na forma de uma interface gráfica simples e amigável para o usuário, onde é possível determinar o cálculo dos valores de argila, silte e areia a partir do método do hidrômetro (GEE & OR, 2002), ou efetuar a inserção dos valores já calculados para determinação da classe textural segundo Santos et al. (2005).

Para o cálculo dos teores de argila, silte e areia do solo em análise pelo método do hidrômetro foram implementados ao software o seguinte conjunto de equações enumeradas abaixo (LESIKAR et al., 2005):

$$LC1 \text{ (Leitura corrigida 1)} = [(L1-B1) + (T1-20) * 0,36] \quad (2)$$

$$LC2 \text{ (Leitura corrigida 2)} = [(L2-B2) + (T2-20) * 0,36] \quad (3)$$

$$\text{Argila} = (LC2/MSS*100) \quad (4)$$

$$\text{Silte} = ((LC1-LC2) /MSS*100) \quad (5)$$

$$\text{Areia} = ((MSS-LC1) /MSS*100) \quad (6)$$

Em que:

L1 é a primeira leitura corrigida do hidrômetro (g L^{-1}),

L2 é a segunda leitura corrigida do hidrômetro (g L^{-1}),

B1 é a primeira leitura do hidrômetro na suspensão do branco (g L^{-1}),

B2 é a segunda leitura do hidrômetro na suspensão do branco (g L^{-1}),

T1 é a primeira temperatura do branco ($^{\circ}\text{C}$),

T2 é a segunda temperatura do branco ($^{\circ}\text{C}$),

MSS é a massa corrigida do solo (g L^{-1}).

Após a inserção dos valores de leituras de hidrômetros a execução do programa gera uma saída com a classe textural e um gráfico em barras com as quantidades percentuais de argila, silte e areia. A classe textural foi estabelecida conforme comparativo entre os teores observados de argila, silte e areia encontrados para cada amostra e os limites extraídos do Triângulo Textural de cada variável para cada uma das classes.

4.2 Validação do programa

O processo de validação do projeto foi subdividido em dois momentos de testes: uma análise interna e uma análise externa. O primeiro teste para análise interna quanto à funcionalidade e eficiência do programa foi realizado com os dados de 36 amostras (Apêndice A) de Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Latossolo Vermelho (LV), coletados na Fazenda Água Limpa, Núcleo Rural da Vagem Bonita-DF, obtidos por OLIVEIRA et al. (2012). Essa validação do programa foi feita com base nos dados de saída e as classes texturais calculadas utilizando o MS Excel e comparando aos dados apresentados no software para as mesmas variáveis.

Uma vez que esta etapa demonstrasse resultados satisfatórios, era dada sequência ao segundo momento em que a validação foi feita através do uso do programa por usuários externos. Participaram 21 estudantes de Agronomia da Universidade de Brasília, discentes da disciplina 170143 Fundamentos de Ciência do Solo no período letivo 0/2019, em janeiro de 2019. A validação foi realizada com o emprego dos dados obtidos em aula prática no Laboratório de Física do Solo utilizando o método do hidrômetro para obter as variáveis

necessárias ao cálculo dos valores de argila, silte e areia e comparando aos resultados obtidos nos cálculos manuais realizados em aula com o auxílio do professor.

4.3 Processo de avaliação

Foi aplicado um questionário (Apêndice B) ao grupo de estudantes participantes da segunda etapa de validação do software composto por 8 afirmativas para coleta de dados referentes a utilidade, importância e facilidade de uso do software desenvolvido e ademais, avaliar a perspectiva dos estudantes quanto ao atual cenário de emprego de tecnologias da informação como metodologia educacional em disciplinas no âmbito de ciências agrárias. As afirmativas foram ponderadas em escalas qualitativas de grau de percepção de utilidade e satisfação do usuário (Apêndice B), sendo disponibilizado espaço para colocação de justificativas e observações em algumas afirmativas relativas ao objetivo do estudo.

A pesquisa foi baseada no modelo motivacional do uso da tecnologia e informação elaborado por Dias (2000), sendo adaptado para avaliação em esfera educacional. Fundamenta-se o emprego desse modelo pelo uso e autenticação por demais autores em diversos setores, contemplando também pesquisas com vertente didática (GOMES; TORRENS; CUNHA, 2012). Os dados obtidos foram avaliados por intermédio de representações gráficas elaboradas para cada interrogativa do questionário com uso do MS Excel.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Execução do *software*

Para o software desenvolvido, obteve-se na página inicial a opção de gerar a classificação textural de duas maneiras (Figura 3).

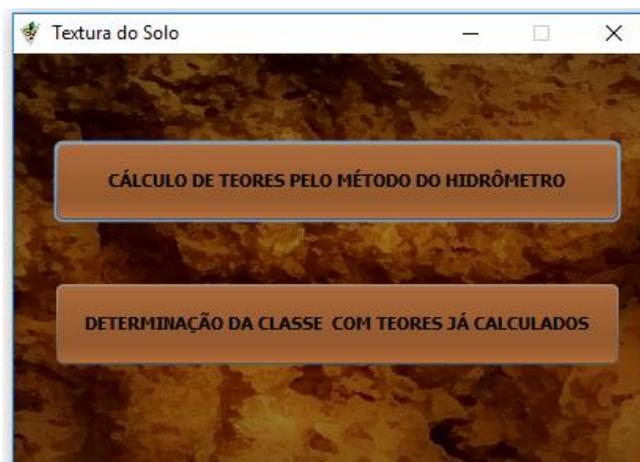


Figura 3: Tela Inicial do programa JavaApplicationTextura.

A primeira sendo o cálculo pelo método do hidrômetro (Figura 4) em que é informado pelo usuário as variáveis de interesse do solo em análise, que consistem nas leituras do hidrômetro, temperaturas e valores do branco, bem como também a massa corrigida do solo.



Figura 4. Tela para a opção de cálculo pelo método do hidrômetro.

O programa então gera os teores encontrados de argila, silte e areia e sua classificação textural correspondente, e apresenta ao usuário a opção de gerar um gráfico de barras com os dados obtidos (Figura 5).

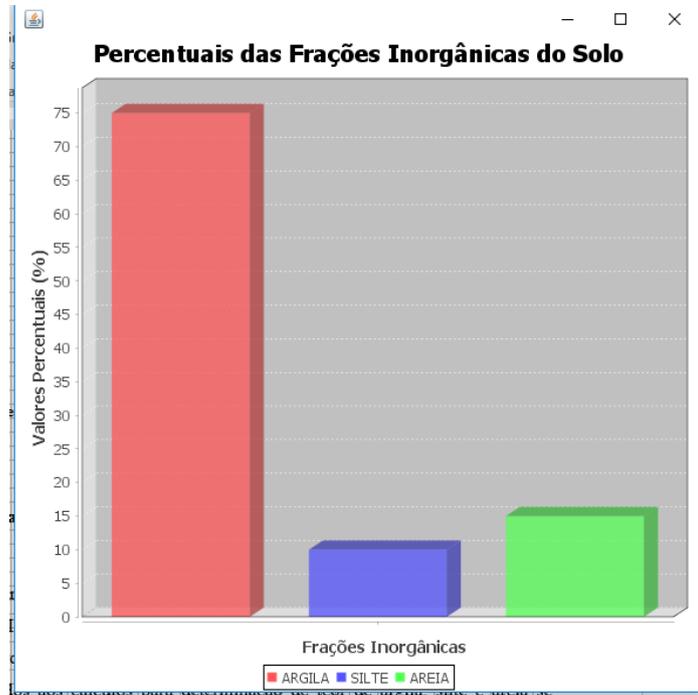


Figura 5. Imagem de gráfico gerado pelo programa com os teores encontrados de argila, silte e areia.

Como outra possibilidade, caso já se obtivesse os valores percentuais de silte, argila e areia do solo, o usuário pôde inseri-los e gerar a classificação textural (Figura 6) e também o gráfico de barras com estes dados.

Tela de cálculo da classe textural do solo. O formulário contém os seguintes campos e botões:

- TEOR DE ARGILA (%): 75
- TEOR DE SILTE (%): 10
- TEOR DE AREIA (%): 15
- Botão: RESULTADO
- CLASSE TEXTURAL :
Muito Argilosa (Clay)
- Botão: GERAR GRÁFICO

Figura 6. Tela para a opção de cálculo da classe textural com a entrada dos teores de argila, silte e areia já calculados.

5.2 Processo de validação

Na primeira etapa de validação para atestar a precisão do software, foram realizados testes utilizando as 36 amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Latossolo Vermelho (LV) obtidos por Oliveira et al. (2012). Os dados de cada uma dessas amostras analisadas foram inseridos no programa, bem como na planilha no MS Excel e submetidos aos cálculos para determinação de teor de argila, silte e areia; os resultados se apresentaram similares, chegando a uma mesma classificação textural. No Apêndice A são apresentados descrito todos os dados com seus respectivos resultados obtidos no MS Excel.

Parameter	Value	Parameter	Value
1ª LEITURA (g/L)	24	TEOR DE ARGILA (%)	34.0
1ª LEITURA DO BRANCO (g/L)	-2	TEOR DE SILTE (%)	26.0
1ª TEMPERATURA(°C)	28	TEOR DE AREIA (%)	40.0
2ª LEITURA (g/L)	9	CLASSE TEXTURAL :	
2ª LEITURA DO BRANCO (g/L)	-4		Franco-Argilosa (Clay Loam)
2ª TEMPERATURA (°C)	29		
MASSA CORRIGIDA DO SOLO (g/L)	48.24		

Buttons: RESULTADO, GERAR GRÁFICO

Figura 7. Imagem dos dados inseridos referente a amostra 5 e seus respectivos resultados obtidos.

5.3 Avaliações

Analisando os resultados do questionário (Apêndice B) aplicado aos estudantes, quando perguntados sobre a utilidade do programa para uso como metodologia educativa na disciplina de Fundamentos de Ciência do Solo para 52,38% o programa foi considerado muito útil (Figura 8) e não foi citado por nenhum dos avaliadores como desnecessário.

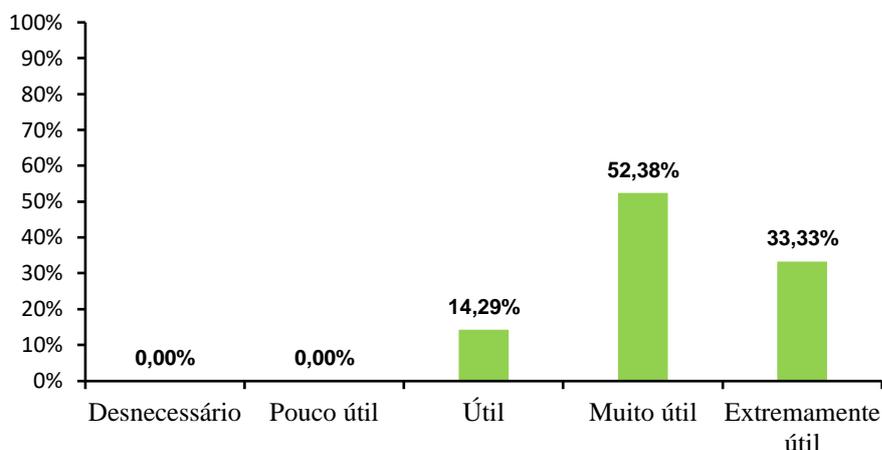


Figura 8. Grau de utilidade do software apontado pelos estudantes para uso educacional na disciplina de Fundamentos de Ciência do Solo.

Classificado por 42,86% dos estudantes (Figura 9) como muito importante a sua utilização na disciplina, e mais de 50% (Figura 10) o pontuaram como sendo um software de utilização extremamente fácil. Com esses resultados, foi possível inferir que o programa atende aos critérios de funcionalidade e usabilidade descritos na ABNT (2003) que regulamenta a avaliação da qualidade de software, ou seja, conseguiu atender às necessidades do usuário com eficiência dentro da abordagem educacional proposta neste trabalho.

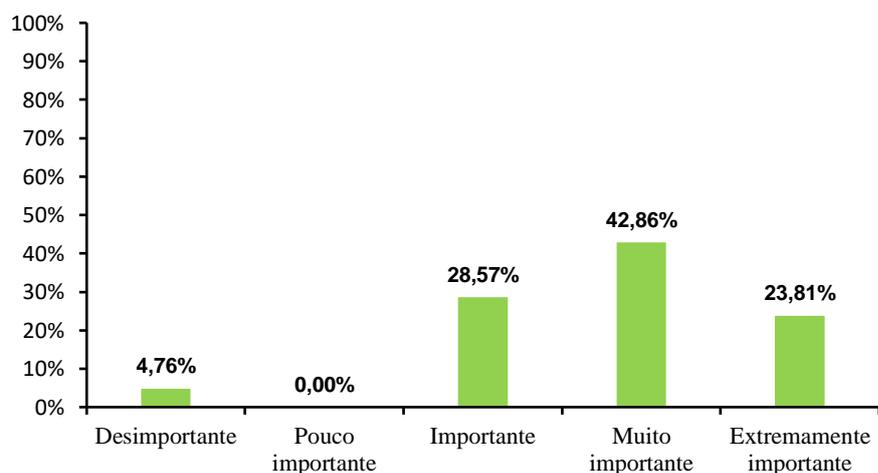


Figura 9. Resultados ao questionamento sobre a importância do software para aplicação na disciplina de Fundamentos de Ciência do Solo

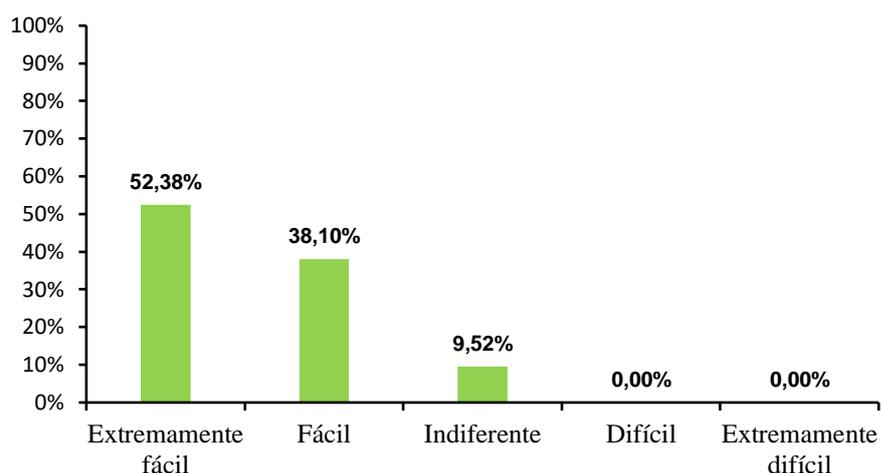


Figura 10. Respostas dos avaliadores quanto a facilidade de uso do software.

Quanto à introdução e uso das TICs como metodologia de ensino em disciplinas de Ciências Agrárias, 57,14% os estudantes conceituaram como extremamente importante (Figura 11). E ainda, 80,95% consideram que o emprego dessas tecnologias pode facilitar a compreensão de conteúdo teóricos abordados em sala de aula (Figura 12). Esses resultados estão de acordo ao disposto por Lobo e Maia (2015), que atestam poder haver melhorias e facilidade nas capacidades de aprendizagem dos alunos se adotados métodos pedagógicos que empregam Tecnologias da Informação e Comunicação. Contudo, é importante por parte do professor saber integrar essas tecnologias a uma interpretação pedagógica para que o uso e os resultados a serem alcançados sejam didaticamente eficientes.

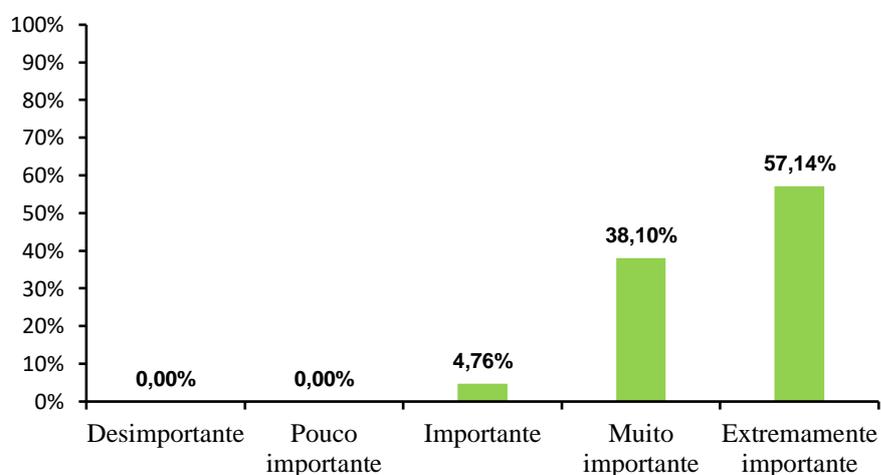


Figura 11. Resultados para avaliação da importância da introdução e uso de TICs como metodologia de ensino nas disciplinas de Agronomia.

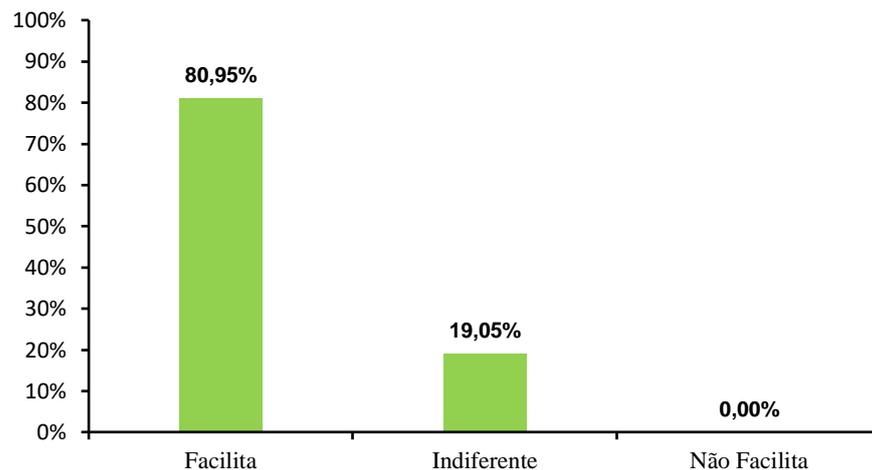


Figura 12. Respostas referentes a questão da facilidade de compreensão de conteúdos teóricos auxiliados pelo emprego de softwares.

Outro questionamento foi quanto a frequência atual de uso de softwares nas disciplinas de Agronomia, no qual para 57,14% (Figura 13) dos alunos apontaram sendo como pouco utilizados e 66,67% estão insatisfeitos com a frequência (Figura 14). Um estudante fez a seguinte observação: “Sou de acordo com o emprego de mais tecnologias em matérias do curso e até mesmo a criação de matérias voltadas a áreas da programação. ”

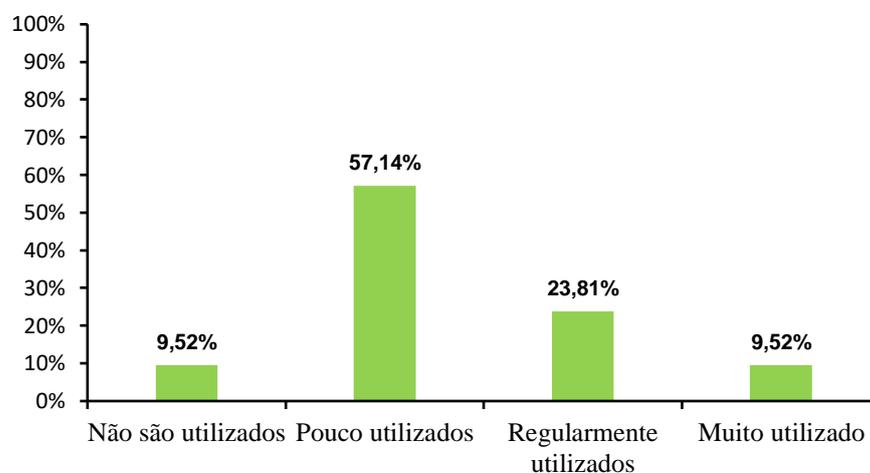


Figura 13. Frequência de uso de softwares nas disciplinas de Agronomia apontadas por estudante de Agronomia da Universidade de Brasília.

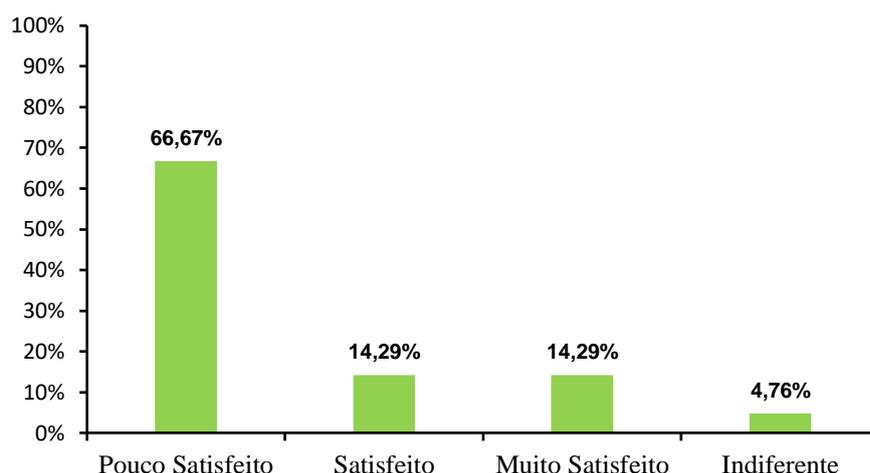


Figura 14. Grau de satisfação dos estudantes quanto à frequência de uso de softwares nas disciplinas de Agronomia.

Quando questionados se presumem haver resistência por parte dos docentes em utilizar as TICs como metodologia de ensino, 52% dos alunos entende que os professores são indiferentes ao uso, 29% considera existir muita resistência e 19% pressupõe pouca resistência por parte dos docentes (Figura 15). Gomes et al. (2012) afirma que a finalidade das tecnologias da informação abordadas como método educacional é reconhecida pelos educadores, porém demonstram resistência devido à complexidade tecnológica que encontram e faz com que dificulte a implantação, assim, acabam resumindo o uso de TICs apenas as atividades burocráticas da profissão como, por exemplo, fechamento de notas. Para Corradi (2009) essa associação do técnico com o pedagógico é apontada como o maior desafio na formação do professor para adoção das tecnologias no processo didático.

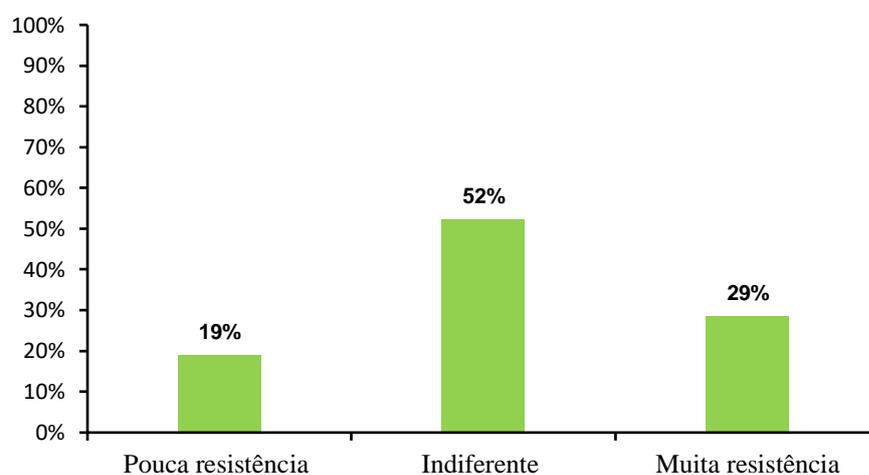


Figura 15. Resultado da avaliação de percepção da resistência por parte dos docentes na introdução e uso de tecnologias nas metodologias de ensino nas disciplinas de Agronomia.

6. CONCLUSÕES

- i) O *software* desenvolvido pode ser usado na prática de laboratórios de análise de textura, tanto pela efetividade dos seus resultados como pela facilidade de implementação em razão da interface amigável que possui. Também, se apresenta sendo uma possível base para expansão e criação de um programa para controle e cálculo de outras análises de rotina em laboratórios de física do solo.
- ii) O programa demonstrou-se eficiente como *software* educativo considerando as boas avaliações dadas aos critérios de funcionalidade e usabilidade pelos estudantes, os usuários que se delineava atingir, atestando a qualidade de software dentro da abordagem educacional.
- iii) Foi observada significativa insatisfação pelos estudantes de Agronomia da Universidade de Brasília quanto ao atual uso das Tecnologias da Informação como metodologia educacional. Em razão do presente estudo ter sido aplicado a uma pequena amostra de estudantes e em somente uma instituição de ensino, não é adequado fazer generalizações. Em acréscimo, propõe-se como necessário um estudo no curso de Agronomia de outras IES no sentido de tornar as conclusões mais abrangentes e completas, buscando avaliar o quadro atual do uso de TICs como metodologia educacional.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gil Carvalho Paulo de. Caracterização Física e Classificação dos Solos. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2005. 132 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502: Rochas e solos. Rio de Janeiro: Abnt, 1995. 18 p. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4050>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 9126-1: Engenharia de software - Qualidade de produto Parte 1: Modelo de qualidade. Rio de Janeiro: Abnt, 2003. 21 p. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=002815>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. Revista de Geografia Agrária, v. 1, n. 2, 11. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/11787>>. Acesso em: 16 jun. 2019

BITTAR, Ingrid Mara Bicalho; FERREIRA, Adão de Siqueira; CORRÊA, Gilberto Fernandes. Influência da textura do solo na atividade microbiana, decomposição e mineralização do carbono de serapilheira de sítios do bioma cerrado sob condições de incubação. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 29, n. 6, p.1952-1960, nov. 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/198251>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R.. The Nature and Properties of Soils. 14. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. 975 p.

CASTILHO, Maria Auxiliadora de. A utilização de Tecnologia de Informação no processo de ensino-aprendizagem no ensino superior na modalidade presencial. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/9505>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

CIPRIANO, Patriciani Estela et al. Comparação de métodos de análise textural em diferentes solos de Minas Gerais, 82., 2016. p. 1 - 10. Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/2016/82/2016_82_12488.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

CORRADI, Bruno de Sousa. Avaliação de novas tecnologias da informação e da comunicação no processo de ensino-aprendizagem em uma disciplina experimental da UFV. 2009. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. Disponível em: <<http://locus.ufv.br/handle/123456789/2864>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

DIAS, D. de S. Motivação e resistência ao uso da tecnologia da informação: um estudo entre gerentes. Revista de Administração Contemporânea, v. 4, n. 2, p. 51-66, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v4n2/v4n2a04.pdf>>. Acesso em 17 jun. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FERNANDES, Antonio Carlos da Silva. O projeto pedagógico como ferramenta do processo ensino-aprendizagem. 2013. 109f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2013.

FILHO, José Silveira. O projeto formativo do Engenheiro Agrônomo no curso de Agronomia da UFC de Fortaleza. 2010. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/3206>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

FINKLER, Raquel et al. Ciências do solo e fertilidade. Porto Alegre: Sagah, 2018. 234 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595028135/cfi/2!/4/4@0.00:60.4>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

GEE, G.W.; OR, D. 2002. Particle-size analysis. p. 255–293. In J.H. Dane & G.C. Topp (ed.) Methods of soil analysis. Part 4. SSSA Book Series No. 5. SSSA, Madison, WI.

GOMES, Giancarlo; TORRENS, Edson Wilson; CUNHA, Paulo Roberto da. Motivação e resistência ao uso da tecnologia da informação: um estudo entre professores. Administração: Ensino e Pesquisa, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p.301-324, 30 jun. 2012. <https://raep.emnuvens.com.br/raep/article/view/93>. Disponível em: <<https://raep.emnuvens.com.br/raep/article/view/93>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

GONÇALVES, Diogo Aristóteles Rodrigues; BORGES, Renata Maria de Almeida e. Utilização de aplicativos móveis no ensino da Topografia. Evidência, Araxá, v. 12, n. 12, p.147-158, set. 2016. Disponível em: <<https://www.uniaraxa.edu.br/ojs/index.php/evidencia/article/view/503/482>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

HILLEL, Daniel. Environmental Soil Physics. London: Academic Press, 1998.

IBGE. Manual Técnico de Pedologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística .2007. 316 p.

KHALIL, Renato Fares. O uso da tecnologia de simulação na prática docente do ensino superior. 2013. 125 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de Santos, Santos, 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.unisantos.br:8181/handle/tede/1181> >. Acesso em: 19 jun. 2019.

KENSKI, Vani Moreira. Aprendizagem mediada pela tecnologia. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n. 10, p.47-56, set. 2003. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189118047005>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

LESIKAR, Bruce et al. On-Site Wastewater Treatment Systems: Soil Particle Analysis Procedure. Texas: U.s. Department Of Agriculture, 2005. 24 p. Disponível em: <<http://nctx-water.tamu.edu/media/1602/b-6175.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

LOBO, Alex Sander Miranda; MAIA, Luiz Claudio Gomes. O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 25, n. 44, p. 16-26, jul. 2015. Disponível em:

<<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/9056/8055>>. Acesso em: 19 jun. 2019. doi:<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2015v25n44p16>.

LOPES, Maurício Antônio; CONTINI, Elisio. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. *AgroANALYSIS*, São Paulo, v. 32, n. 02, p. 27-34, fev. 2012. ISSN 0100-4298. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/view/24791/23560>>. Acesso em: 19 Jun. 2019.

MAIA, Bruno. Desenvolvimento e Avaliação de um programa computacional para o ensino a distância de aplicação de agroquímicos. 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/12106>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

OLIVEIRA, P. H. P.; LEÃO, T.P.; KATO, E. Avaliação de metodologias de análise granulométrica aplicadas a solos do Distrito Federal. In: 9º Congresso de Iniciação Científica do DF e 18º Congresso de Iniciação Científica da UnB, 2012, Brasília. Anais 9º Congresso de Iniciação Científica do DF e 18º Congresso de Iniciação Científica da UnB, 2012.

PRESSMAN, Roger S; MAXIM, Bruce R. Engenharia de Software: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: Amgh, 2016. 940 p.

SANTIAGO, Dalva Gonzalez. Novas Tecnologias e o Ensino superior: repensando a formação docente. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Ciências Sociais Aplicadas, Pontifícia Universidade Católica, Campinas, 2006. Disponível em: <<http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br:8080/jspui/handle/tede/570>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SANTOS, R.D. et al. 2005. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

USDA, Soil Science Division Staff. Soil Survey Manual. 18. ed. Washington: U.s. Department Of Agriculture Handbook, 2017. 639 p. Disponível em: <<https://www.iec.cat/mapasols/DocuInteres/PDF/Llibre50.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

VALENTE, José Armando. O Computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas: Núcleo de Informática Aplicada à Educação - Nied, 1999.

8. APÊNDICES

8.1 APÊNDICE A – Dados utilizados na avaliação do software

NUM_ID	SOLO	L1	LB1	T1	L2	LB2	T2	MSS	ARGILA	SILTE	AREIA	TEXTURA
1	LV	36	-2	28	29	-4	29	48,3	75	10	15	Muito Argilosa (Clay)
2	LV	27	-2	28	19	-4	29	48,32	54	12	34	Argila (Clay)
3	LV	40	-2	28	36	-4	29	48,71	89	3	8	Muito Argilosa (Clay)
4	LVA	32	-2	28	20	-4	29	48,25	56	20	24	Argila (Clay)
5	LVA	24	-2	28	9	-4	29	48,24	34	26	40	Franco-Argilosa(Clay Loam)
6	LVA	39	-2	28	27	-4	29	48,25	71	20	9	Muito Argilosa (Clay)
7	LV	41	-3	25,5	38	-3	26	48,42	89	6	5	Muito Argilosa (Clay)
8	LV	38	-3	25,5	34,5	-3	26	48,42	82	7	11	Muito Argilosa (Clay)
9	LV	41	-3	25,5	38	-3	26	48,42	89	6	5	Muito Argilosa (Clay)
10	LVA	38	-3	25,5	30	-3	26	48,2	73	16	11	Muito Argilosa (Clay)
11	LVA	34	-3	25,5	26	-3	26	48,2	65	16	19	Muito Argilosa (Clay)
12	LVA	39	-3	25,5	31	-3	26	48,2	75	16	9	Muito Argilosa (Clay)
13	LV	36	-3	26	31	-3	27,5	48,36	76	9	15	Muito Argilosa (Clay)
14	LV	36,5	-3	26	30	-3	27,5	48,36	74	12	14	Muito Argilosa (Clay)
15	LV	41	-3	26	34	-3	27,5	48,35	82	13	5	Muito Argilosa (Clay)
16	LVA	37	-3	26	23	-3	27,5	48,24	59	28	13	Argila (Clay)
17	LVA	28	-3	26	21	-3	27,5	48,25	55	13	31	Argila (Clay)
18	LVA	38	-3	26	25	-3	27,5	48,25	64	26	11	Muito Argilosa (Clay)
19	LV	40	-3	25	38	-2	26	48,16	88	5	7	Muito Argilosa (Clay)
20	LV	39	-3	25	35	-2	26	48,16	81	10	9	Muito Argilosa (Clay)
21	LV	40	-3	25	38	-2	26	48,16	88	5	7	Muito Argilosa (Clay)
22	LVA	38	-3	25	31	-2	26	48,22	73	16	11	Muito Argilosa (Clay)
23	LVA	34	-3	25	25	-2	26	48,22	60	20	20	Muito Argilosa (Clay)
24	LVA	40	-3	25	31,5	-2	26	48,21	74	19	7	Muito Argilosa (Clay)
25	LV	38	-3	26	33	-3	25,5	48,57	78	11	11	Muito Argilosa (Clay)
26	LV	37	-3	26	30	-3	25,5	48,57	72	15	13	Muito Argilosa (Clay)
27	LV	40	-3	26	35,5	-3	25,5	48,57	83	10	7	Muito Argilosa (Clay)
28	LVA	35	-3	26	25	-3	25,5	48,23	62	21	17	Muito Argilosa (Clay)
29	LVA	36	-3	26	23,5	-3	25,5	48,23	59	26	15	Argila (Clay)
30	LVA	37	-3	26	26	-3	25,5	48,22	64	23	13	Muito Argilosa (Clay)
31	LV	24	-3	24	23	-4	26	48,32	60	0	40	Muito Argilosa (Clay)
32	LV	35	-3	24	33	-4	26	48,33	81	1	18	Muito Argilosa (Clay)
33	LV	40	-3	24	36	-4	26	48,32	87	5	8	Muito Argilosa (Clay)
34	LVA	38,5	-3	24	30	-4	26	48,16	75	14	11	Muito Argilosa (Clay)
35	LVA	34	-3	24	27	-4	26	48,16	69	11	20	Muito Argilosa (Clay)
36	LVA	39	-3	24	32	-4	26	48,16	79	11	10	Muito Argilosa (Clay)

L – Leitura não corrigida; LB – Leitura do Branco; MM – Massa de Solo Seco; LV – Latossolo Vermelho; LVA – Latossolo Vermelho-Amarelo.

8.2 APÊNDICE B – Questionário para avaliação do software

Matrícula: _____ Semestre: _____ Idade: _____

1. Em relação ao software de Determinação da Classe Textural do Solo, como você julga a **utilidade** para uso educacional na disciplina de Fundamentos de Ciência do Solo:

- Desnecessário
- Pouco útil
- Útil
- Muito útil
- Extremamente útil

2. No que se refere a **importância** do software para aplicação na disciplina de Fundamentos de Ciência do Solo:

- Desimportante
- Pouco importante
- Importante
- Muito importante
- Extremamente importante

Justificativa:

3. E quanto a **facilidade de uso** do software em análise, você considera a execução das tarefas:

- Extremamente fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Extremamente difícil

4. Quão importante você conceitua a introdução e uso de tecnologias nas metodologias de ensino nas disciplinas de ciências agrárias:

- Desimportante
- Pouco importante
- Importante
- Muito importante
- Extremamente importante

Justificativa:

5. Você acredita que o emprego de softwares possa facilitar a compreensão do conteúdo teórico exposto em sala de aula:

- Facilita
- Indiferente
- Não facilita

Justificativa:

6. Como você aponta a frequência de uso de softwares atualmente nas disciplinas de ciências agrárias:

- Não são utilizados
- Pouco utilizado
- Regularmente utilizado
- Muito utilizado

7. Com base na questão anterior, pontue sua satisfação quanto a frequência de uso de softwares nas disciplinas de ciências agrárias:

- Pouco satisfeito
- Satisfeito
- Muito satisfeito
- Indiferente

8. Considera haver resistência por parte dos docentes na introdução e uso de tecnologias nas metodologias de ensino nas disciplinas de ciências agrárias:

- Pouca resistência
- Indiferente
- Muita resistência

Observações:
