

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ANA PAULA BARROCO GERALDINI

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE NATURAL DE TRÊS DIFERENTES
SOLOS SOB FLORESTA E SUAS RESPECTIVAS TEXTURAS E
PERMEABILIDADES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Campo Mourão
2015

ANA PAULA BARROCO GERALDINI

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE NATURAL DE TRÊS DIFERENTES
SOLOS SOB FLORESTA E SUAS RESPECTIVAS TEXTURAS E
PERMEABILIDADES**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Campus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Cleide Baldo.

Co-orientador: Joaquim Mariano Costa.

Campo Mourão

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB
Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE NATURAL DE TRÊS DIFERENTES SOLOS SOB FLORESTA E SUAS RESPECTIVAS TEXTURAS E PERMEABILIDADES

por

ANA PAULA BARROCO GERALDINI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 01 de dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dra. MARIA CLEIDE BALDO

JOAQUIM MARIANO COSTA

Prof. Dr. EUDES JOSÉ ARANTES

Prof. Dra. MARISTELA MEZZOMO

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a vocês, meus pais, que são tudo para mim, minha base, minha fortaleza, meus exemplos, que nunca mediram esforços para me apoiar e sempre estiveram ao meu lado me incentivando para que hoje eu pudesse estar realizando um sonho. Uma mera dedicatória não seria suficiente para expressar minha gratidão e meu orgulho por vocês.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que foram importantes nesta caminhada e que fizeram parte da minha vida de alguma maneira, porém, todos serão saudados em meu coração.

Como não poderia ser diferente, agradeço sempre e primeiramente a Deus, o Grande Arquiteto do Universo, Pai e Todo Poderoso criador do céu e da terra. Devo a ele o dom da vida, agradeço por tudo que vivi e por ter me dado a oportunidade de chegar até aqui. Sou grata também pelos bons momentos que me fizeram celebrar e pelos momentos difíceis que me fizeram crescer.

A minha família, com quem cresci aprendendo lições de vida, compartilhando momentos e apesar de todas as diferenças, nunca deixaram de me apoiar. Agradeço por tudo que já fizeram por mim e hoje quero dividir com vocês a alegria por esta conquista. Em especial aos meus pais, Luiz e Fatima, ao qual me faltam palavras para agradecer por todos os ensinamentos, amor, carinho e confiança que me foram depositados. Meu sonho sempre foi orgulhar vocês e fazer valer a pena todo o esforço e todas as dificuldades que passaram para me sustentar. Meu tio, que carinhosamente o chamo de Polaco, meu amigo, confidente e segundo pai.

A minha querida orientadora Maria Cleide, que desde o primeiro momento depositou em mim um voto de confiança e me incentivou com muito carinho e paciência. Ao meu co-orientador Joaquim Mariano Costa, um exemplo de pessoa e profissional, que não mediu esforços para me ajudar na realização deste trabalho, me apoiando e acreditando na minha vitória. Além de outros profissionais da COAMO, como o engenheiro Baú, Guedes e o funcionário José. Ao professor Eudes, professora Maristela, aos professores do Departamento Acadêmico de Ambiental que contribuíram para minha formação e ao Fábio Kruger técnico do laboratório que contribui com os ensaios do presente trabalho.

Não poderia deixar de agradecer também aos meus amigos, a segunda família que a vida e a faculdade me deram, obrigada pelos momentos de descontração, companheirismo, incentivo, parceria e amizade. Principalmente à minha irmã e amiga Raissa, que tanto amo.

A todos, os meus sinceros e profundos agradecimentos!

RESUMO

GERALDINI, Ana.P.B. **AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE NATURAL DE TRÊS DIFERENTES SOLOS SOB FLORESTA E SUAS RESPECTIVAS TEXTURAS E PERMEABILIDADES.** 2015. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

O presente trabalho buscou comparar a fertilidade natural de três diferentes solos sob floresta, e suas respectivas texturas e coeficiente de permeabilidade. Foram coletados amostras de Argissolo Amarelo presente no município de Araruna - PR; Latossolo Vermelho, no município de Campo Mourão - PR e Neossolo Regolítico do município de Engenheiro Beltrão - PR. Para análise de fertilidade natural plantou-se aveia preta em quatro repetições de cada solo e os dados obtidos foram comparados estatisticamente por meio de teste não paramétrico. A textura foi determinada por ensaios de densidade e granulometria (ABNT NBR 7181:1984) e o coeficiente de permeabilidade por meio de testes em permeâmetros de carga constante, conforme ABNT NBR 13929:1995. Os resultados obtidos foram: maior fertilidade do Neossolo Regolítico, de textura média e permeabilidade intermediária aos demais solos; menor fertilidade foi observada para o Argissolo Amarelo que também apresentou textura média, porém maior permeabilidade; e o Latossolo Vermelho, de textura muito argilosa e menor permeabilidade, não apresentou diferença estatística quanto à fertilidade natural dos demais solos estudados. Percebeu-se, de maneira geral, que a fertilidade é afetada por alterações físico-químicas do solo, sendo que a textura e a permeabilidade são fatores intimamente interligadas a ela.

Palavras-chave: Solos. Fertilidade natural. Textura. Permeabilidade.

ABSTRACT

GERALDINI, Ana.P.B. **NATURAL FERTILITY EVALUATION OF THREE DIFFERENT SOILS IN THE FOREST AND ITS TEXTURES AND PERMEABILITY.** 2015. 58 s. Course Completion Project (Bachelor's degree in Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourao, 2015.

This study aimed to compare the natural fertility of three different soils in the forest, and their permeability coefficient and textures. The Ultisol was collected in the region of Araruna - PR; Rhodic in the city of Campo Mourao - PR and Entisol near of Engenheiro Beltrão - PR. The plantation of black oats realized in four repetitions of different soil collection generated the fertility analysis and the data comparison made by using non-parametric test. The texture determination was by particle size and density tests (ABNT NBR 7181:1984) and the permeability coefficient through constant load tests, according to ABNT NBR 13929:1995. The results were higher fertility Entisol of medium texture, and intermediate permeability to other soils; lower fertility noted for Ultisol which also showed medium texture, but higher permeability; and Rhodic, very clayey and lower permeability, which showed no statistical difference in natural fertility compared to other soils. In general, it is noticed that, fertility is affected by physicochemical changes in the soil, and the texture and permeability factors are deeply connected to it.

Keywords: Soil. Natural fertility. Texture. Permeability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Localização dos municípios onde foram coletados os solos, em relação a mesorregião centro ocidental do Paraná.....	19
Figura 2 – Localização do ponto de coleta do Argissolo Amarelo sob floresta no município de Araruna, Paraná.....	22
Figura 3 – Localização do ponto de coleta do Latossolo Vermelho sob floresta no município de Campo Mourão, Paraná.	23
Figura 4 – Localização do ponto de coleta do Neossolo Regolítico sob floresta no município de Engenheiro Beltrão, Paraná.	23
Figura 5 – Disposição dos baldes sob mesmas condições ambientais.	25
Figura 6 – Perspectiva da disposição dos baldes. A – Vista lateral; B – Vista Frontal.	26
Figura 7 – Corte à 1 cm da base da planta.	26
Figura 8 – Pesagem das plantas em balança analítica.	27
Figura 9 – Secagem das plantas em estufa à 60° C.....	27
Figura 10 – Preparação do permeâmetro para execução do ensaio. A – Visão lateral do permeâmetro. B – Visão superior do permeâmetro. C – Permeâmetro com a amostra do solo em seu interior. D – Permeâmetro preparado com parafina ao redor da amostra de solo, sem percolação de água.....	29
Figura 11 – Ensaio de permeabilidade.....	30
Figura 12 – Medição da carga hidráulica em determinado tempo.	30
Figura 13 – Aparelho dispersor.	32
Figura 14 – Proveta de 2 l com densímetro mergulhado na amostra de solo.	33
Figura 15 - Cápsulas com material seco proveniente do peneiramento.....	34
Figura 16 - Diferença entre as médias de fertilidade dos solos em estudo após o primeiro corte, sendo significativa entre o Argissolo Amarelo (Araruna) e o Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão).....	37
Figura 17 – Morte das plantas sob o Argissolo Amarelo, presente no município de Araruna, Paraná.....	38
Figura 18 – Rebrotas e crescimento das plantas sob Latossolo Vermelho do município de Campo Mourão, Paraná.....	39
Figura 19 - Rebrotas e crescimento das plantas sob Neossolo Regolítico do município de Engenheiro Beltrão, Paraná.....	39
Figura 20 - Diferença entre as médias de fertilidade dos solos em estudo após o segundo corte, sendo significativa entre o Argissolo Amarelo (Araruna) e o Neossolo Regolítico.....	40
Figura 21 – Curva granulométrica referente ao Argissolo Amarelo do município de Araruna, Paraná.....	42
Figura 22 – Curva granulométrica referente ao Latossolo Vermelho do município de Campo Mourão, Paraná.....	43
Figura 23 - Curva granulométrica referente ao Neossolo Regolítico do município de Engenheiro Beltrão, Paraná.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos solos quanto à permeabilidade..	15
Tabela 2 – Valores de permeabilidade.	15
Tabela 3 – Valores de massa seca e úmida referentes ao primeiro corte.....	35
Tabela 4 – Dados quantitativos referentes à massa seca do primeiro corte.....	36
Tabela 5 – Valores de massa seca e úmida referentes ao segundo corte..	38
Tabela 6 – Dados quantitativos referentes ao segundo corte.....	40
Tabela 7 – Textura dos solos em estudo.....	44
Tabela 8 – Coeficientes de permeabilidade dos solos em estudo	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REVISÃO DA LITERATURA	11
3.1 SOLOS	11
3.2 FERTILIDADE NATURAL DOS SOLOS SOB FLORESTA	12
3.3 PERMEABILIDADE	14
3.4 TEXTURA DOS SOLOS	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	18
4.2 COLETA DOS SOLOS PARA O ENSAIO DE FERTILIDADE	21
4.3 ENSAIO DE FERTILIDADE NATURAL	24
4.4 ENSAIO DE PERMEABILIDADE	28
4.5 ENSAIO DE GRANULOMETRIA	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 DETERMINAÇÃO DA FERTILIDADE NATURAL	35
5.2 DETERMINAÇÃO DA TEXTURA	41
5.3 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE	45
6 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O solo, camada mais superficial da Terra, serve como superfície ou base para todas as atividades socioespaciais, além de sustentar plantas sobre si. É também um meio insubstituível para a agricultura e alvo de degradação, como queimadas, desmatamentos, poluições pelo uso de agrotóxicos, salinização, compactação, erosão, entre outras.

Desde a antiguidade, a fertilidade natural dos solos vem sendo observada e avaliada pelo homem e embora o Brasil possua solos extremamente férteis, isso não ocorre em toda sua extensão. Estudos comprovam a baixa fertilidade, por exemplo, de solos sob floresta no Amapá (LIMA; GAZEL FILHO, 1999) e no Amazonas (SILVA JUNIOR et al., 2012).

Devido aos avanços tecnológicos e aos estudos relacionados à fertilidade, a agricultura brasileira tem obtido nos últimos 100 anos, aumentos significativos na produtividade das lavouras, pois à medida que a fertilidade do solo diminui, aumenta-se o uso de corretivos e fertilizantes, buscando além do aumento da produtividade, a diminuição do abandono de terras (LOPES; GUILHERME, 2007).

A textura é um importante fator que pode afetar diretamente a fertilidade natural dos solos, visto que a permeabilidade também é alterada por ela, aumentando ou diminuindo a disponibilidade de água para as raízes das plantas. Dessa forma, para análise da fertilidade natural dos solos, é indispensável o estudo do parâmetro físico textural.

O objetivo desse trabalho é avaliar a fertilidade natural dos três solos mais abundantes no estado do Paraná: Latossolo, presente em 31% do território paranaense, coletado no município de Campo Mourão-PR; Neossolo, presente no município de Engenheiro Beltrão, compreendendo 22% do estado, e Argissolo com 15,5% e coletado no município de Araruna. Visto que estes solos apresentam características morfológicas diferentes, determina-se também suas classes texturais e os coeficientes de permeabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar três diferentes solos sob floresta quanto à fertilidade natural, e suas respectivas texturas e permeabilidades.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Visando atingir o objetivo geral, o presente trabalho conta com os seguintes objetivos específicos:

- Apresentação das principais características dos solos coletados e das áreas onde os mesmo se encontram;
- Realização de análises físico-químicas dos solos (química básica e granulometria);
- Quantificação da produção em massa seca de aveia preta, avaliando a fertilidade natural;
- Determinação do coeficiente de permeabilidade dos solos;
- Determinação da textura dos solos;
- Análise estatisticamente os dados de fertilidade.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 SOLOS

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006), o solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos. Contém matéria viva e pode ser vegetado na natureza onde ocorre e, eventualmente, são modificados por interferências antrópicas. É de suma importância compreender sua função na natureza, sua classificação e distribuição espacial, visto que estes conhecimentos tornam-se decisivos na transferência dos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos de pesquisas e aprimoramento do uso e ocupação das terras pelas novas gerações (PEREIRA, 2010).

Vaz (1996) atribui a produção dos solos aos processos geológicos de intemperismo, desagregação e decomposição da rocha subjacente. Onde os solos produzidos pelo intemperismo, solos residuais ou “in situ”, podem sofrer ações de processos pedológicos, e de processos de erosão e transporte e dão origem a novos tipos de solo, os chamados de solos transportados. Os principais fatores de formação dos solos são: material de origem (rocha ou solo); clima; relevo; biosfera e tempo (ZIMBACK, 2003).

A descrição da aparência do solo quanto a morfologia em trabalho de campo (perfil), permite determinar a forma, organização e comportamento do material que forma o solo. Esta caracterização, segundo Salomão (2010) são indispensáveis para prever a vocação do uso do solo, juntamente com a química e física dos mesmos. Dessa forma, fica claro que as características morfológicas do solo, bem como sua aptidão, fertilidade e produtividade das culturas, estão relacionadas diretamente com seu uso e ocupação desde a pré-histórica (LOPES; GUILHERME, 2007).

Caliman (2011) salienta que o solo é a base para o desenvolvimento das plantas, pois fornece suporte físico, químico e biológico para o crescimento de comunidades vegetais. Constitui importante compartimento de onde são retirados os nutrientes necessários à sobrevivência das plantas e é fundamental para a regulação da distribuição, armazenamento, escoamento e infiltração da água da

chuva e de irrigação, exercendo ação filtrante e protetora da qualidade da água. Para Rigatto (2002), o solo é a característica que mais influencia no crescimento das plantas e, entre seus principais atributos encontra-se: a textura, estrutura, temperatura, pH, fertilidade, umidade e aqueles relacionados com o material de origem. Nunes (2011) atribui ao uso inadequado do solo na agricultura, uma das principais causas das degradações desencadeadas pelo homem, em decorrência dos fatores climáticos, relevos e tipologia do solo onde desenvolve-se a atividade agrícola.

Segundo Ferreira (1993), entre os atributos do solo, aqueles relacionados aos aspectos físicos são de extrema importância no que diz respeito ao desenvolvimento das plantas, pelo fato de que os constituintes sólidos do solo interagem com os fluídos, água e ar; e, dependendo da forma como esses constituintes se associam, sua movimentação no sistema poroso é variável em função do tipo de solo e/ou das condições de manejo às quais é submetido.

3.2 FERTILIDADE NATURAL DOS SOLOS SOB FLORESTA

A fertilidade natural corresponde à fertilidade do solo quando ainda não sofreu nenhum manejo, ou seja, não foi trabalhado, evitando interferências antrópicas, sendo um dos fatores importantes na avaliação e classificação dos mesmos (MENDES, 2007). O autor ainda afirma que um solo de definido nível de fertilidade pode apresentar produção com diferentes espécies de plantas, ao passo que diferentes solos também podem apresentar diferentes produtividades de uma mesma cultura. Concluindo que para determinado nutriente o solo pode ser fértil, porém, em relação à outro nutriente não.

Prevedello (1996) define que a fertilidade é determinada a partir da capacidade do solo em suprir as raízes das plantas com água, ar, calor e nutrientes. E para Caliman (2011) o solo é considerado fértil quando contém, em quantidades suficientes e balanceadas, todos os nutrientes essenciais em formas disponíveis. Esses elementos se classificam de acordo com a proporção em que aparecem na matéria seca em dois grandes grupos: macronutrientes, como o Nitrogênio (N), o Fósforo (P), o Potássio (K), o Cálcio (Ca), o Magnésio (Mg) e o Enxofre (S); e os

micronutrientes, como o Boro (B), o Cloro (Cl), o Cobre (Cu), o Ferro (Fe), o Manganês (Mn), o Molibdênio (Mo) e o Zinco (Zn). Ao passo que o solo produtivo é aquele que, sendo fértil, se encontra localizado numa zona climática capaz de proporcionar suficiente umidade, luz, calor, etc., para o bom desenvolvimento das plantas nele cultivadas. Deste modo, conclui-se que nem todo solo fértil é produtivo, porém todo solo produtivo é fértil.

Durante muito tempo acreditou-se que a fertilidade do solo estava relacionada apenas a sua composição física e química, e estes eram os aspectos priorizados nos estudos sobre o solo. Entretanto, atualmente se reconhece a importância do estudo dos micro-organismos do solo para compreender sua fertilidade (FERRAZ, 2013).

Historicamente, a fertilidade dos solos sempre foi observada pelo homem desde as antigas civilizações e o que hoje é denominado de corretivos e fertilizantes, não eram totalmente desconhecidos por eles. Com a finalidade de “corrigir defeitos e adicionar força ao solo”, misturavam diferentes solos, levando ao aumento de fertilidade. A mistura de um solo mais arenoso com um mais argiloso, ou vice-versa, poderia melhorar as relações de umidade e arejamento nos solos que recebiam esse tratamento (LOPES; GUILHERME, 2007).

A fertilidade dos solos florestais é um produto de diversos fatores, como a disponibilidade de água, aeração, temperatura e resistência do solo à penetração das raízes. Tais características encontram-se comprometidas em um solo degradado, o que pode comprometer sua fertilidade e conseqüentemente o crescimento da vegetação (MENDES, 2007).

Contrário ao que muitos pensam, nem sempre os solos sob florestas são férteis. Lima e Gazel Filho (1999) comprovaram esta ideia constatando baixa fertilidade de um solo sob floresta no estado do Amapá, onde este se apresentou com pH ácido, baixos teores de fósforo e potássio, elevados teores de alumínio, entre outros. Neste contexto, Silva Junior, Boechat e Carvalho (2012) afirmam que de 30% a 50% das florestas da Amazônia ocorrem em solos inférteis.

A fertilidade dos solos florestais depende, principalmente, das características da serrapilheira que é produzida pelo dossel da floresta, pois é ela que exerce a função de devolver nutrientes e carbono orgânico para o solo (CALIMAN, 2011). Nos estudos abordados por Selle (2007), a serrapilheira comprova ser a principal fonte fornecedora da matéria orgânica para solo em ecossistemas florestais. Paralelo ao

estudo em questão, Caliman (2011) avalia a fertilidade do solo em uma floresta no Espírito Santo, obtendo maiores fertilidades em solos de baixada.

3.3 PERMEABILIDADE

A propriedade que o solo tem de permitir o escoamento da água através dele, segundo Caputo (1996), é chamada de permeabilidade. Seu grau de permeabilidade é expresso numericamente pelo coeficiente de permeabilidade. Chama-se permeabilidade a maior ou menor facilidade com que a percolação d'água ocorre através de um solo (PAZZETTO, 2009).

A avaliação da permeabilidade constitui um importante elemento de interpretação ecológica, diminuir o escoamento superficial e os processos erosivos, aumentar recarga de aquíferos, conservação do solo e da água, e manter o equilíbrio geomorfológico da paisagem (ABREU; PENA, 2013).

Alguns fatores que influenciam a permeabilidade do solo, de acordo com Pazzetto (2009) são: o índice de vazios, ou seja, quanto mais compactado o solo for, menor será o coeficiente de permeabilidade; a temperatura da água, pois quanto maior a temperatura, menor a viscosidade e maior será o coeficiente de permeabilidade; a granulometria, ou seja, solos granulares apresentam maior coeficiente de permeabilidade. Tonin (2013) acrescenta alguns fatores como estrutura, macro-estrutura e composição mineral, ao passo que Mesquita (2001), ressalta a importância da estrutura e da granulometria. Esta última que também é citada por Dotto et al. (2014), juntamente com a matéria orgânica do solo como atributos fundamentais para a definição do uso e manejo dos solos.

Segundo Caputo (1996), Fernandes dos Santos (2006) e Quito (2014), o coeficiente de permeabilidade (k) pode ser determinado por métodos diretos, através de ensaios de laboratório e ensaios de campo, e por métodos indiretos, por correlações empíricas (Fórmula de Hazen).

Em relação aos ensaios de laboratório, para se obter o coeficiente de permeabilidade de solos granulares (permeabilidade alta) utiliza-se o permeâmetro de carga constante, segundo a ABNT NBR 13292: 1995 ("Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante") e para solos

de graduação mais fina (permeabilidade baixa), é utilizado o permeâmetro de carga variável, ABNT NBR 14545:2000 (“Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável”) (FERNANDES DOS SANTOS, 2006).

Um solo permeável permite a pronta penetração de ar, água e raízes das plantas e, conseqüentemente, melhores produtividades. Solos altamente porosos permitem rápida infiltração e percolação da água, mas também exibem adequada retenção de água, devido ao seu alto teor de matéria orgânica, são altamente permeáveis, bem drenados e bem aerados (FAGERIA; STONE, 2006).

Os valores típicos de permeabilidade (k) referidos por Vargas (1978) e Ortigão (2007) são apresentados nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1 – Classificação dos solos quanto à permeabilidade.

Classificação	Grau de Permeabilidade	Tipos de Solos	Coeficiente de Permeabilidade (cm/s)
Solos Permeáveis	Alta	Pedregulhos	$>10^{-1}$
	Média	Areias	10^{-1} a 10^{-3}
	Baixa	Siltes e Argilas	10^{-3} a 10^{-5}
Solos Impermeáveis	Muito baixa	Argilas	10^{-5} a 10^{-7}
	Baixíssima	Argilas	$<10^{-7}$

Fonte: Vargas, 1978.

Tabela 2 – Valores de permeabilidade.

Permeabilidade	Tipo de Solo	k (m/s)
Solos permeáveis		
Alta	Pedregulhos	$>10^{-3}$
Alta	Areias	10^{-3} a 10^{-5}
Baixa	Siltes e argilas	10^{-5} a 10^{-7}
Solos impermeáveis		
Muito baixa	Argila	10^{-7} a 10^{-9}
Baixíssima	Argila	$<10^{-9}$

Fonte: Ortigão, 2007.

3.4 TEXTURA DOS SOLOS

A análise granulométrica é a separação e classificação das partículas individuais do solo em classes, de acordo com seus tamanhos ou diâmetros, ela ainda pode ser denominada de textura do solo ou distribuição do tamanho de

partículas do solo, referente à proporção de argila, silte e areia do solo (JACOMET et al., 2014).

Para Freitas et al. (2013), a textura do solo corresponde à proporção relativa em que se encontram os diferentes tamanhos de partículas, em determinada massa de solo, onde essas partículas ou frações referem-se à areia, silte e argila. O autor ainda destaca que esta é a propriedade física que menos sofre alteração ao longo do tempo, por isso, é a primeira e mais importante a ser determinada durante a classificação de um solo.

A fração areia é solta, com grãos simples (não forma agregados), não plástica, não pode ser deformada, não pegajosa, não higroscópica, predominam poros grandes na massa, não coesa, pequena superfície específica, capacidade de troca de cátions praticamente ausente. A fração silte é sedosa ao tato, apresenta ligeira coesão quando seco, possui poros de tamanho intermediário, ligeira ou baixa higroscopicidade, superfície específica com valor intermediário, capacidade de troca iônica baixa. A fração argila é plástica e pegajosa quando úmida, dura e muito coesa quando seca, alta higroscopicidade, elevada superfície específica, alta capacidade de troca de cátions (CTC), poros muito pequenos, contração e expansão e forma agregados com outras partículas (BERTONI et al., 2000).

Fageria e Stone (2006) afirmam que para propósitos práticos, as partículas do solo são agrupadas em três frações do solo, cada uma incluindo partículas que pertencem a uma determinada faixa de tamanho: areia (2 mm a 0,02 mm de diâmetro), silte (0,02 mm a 0,002 mm) e argila (abaixo de 0,002 mm).

São inclusos no grupo areia todos os solos cujo teor em massa de areia é de 70% ou mais, dividindo nas classes areia e areia-franca, cuja textura é grosseira. O grupo argila inclui os solos que contêm 40% ou mais de argila e é dividido em três classes: argilo-arenoso, argilo-siltoso e argiloso, sendo chamados solos de textura fina. Franco é uma mistura equilibrada de partículas de areia, silte e argila. Os solos francos, ou de textura média, exibem propriedades leves e pesadas em proporções aproximadamente iguais. O grupo franco é subdividido em franco-arenoso, franco, franco-siltoso, franco-argiloso, franco-argilo-arenoso e franco-argilo-siltoso. Sua faixa de textura varia de moderadamente grosseiro a moderadamente fino. Quanto menor o tamanho das partículas, mais próximas da muito argilosa, e quanto maior o tamanho das partículas, mais próximas da arenosa estará a textura (RIGATTO, 2002).

Segundo Almeida (2014), a textura do solo é uma propriedade que interfere na capacidade de retenção e na taxa de infiltração de água. Assim, nos solos de textura mais arenosa, a infiltração irá ocorrer de maneira mais rápida, havendo uma menor retenção de água ocasionada pelo espaço poroso com predomínio de macroporos que facilitará a drenagem livre dessa água. Por outro lado, de modo geral, nos solos de textura mais argilosa a infiltração geralmente é mais lenta, ocorrendo uma maior retenção de água no perfil do solo, proporcionada pela maior presença de microporos.

Além disso, a textura é fator determinante das propriedades de retenção e capacidade de armazenamento de água e nutrientes, na distribuição de poros e, conseqüentemente, das propriedades de condução de água e gases, afetando a dinâmica das trocas com plantas e atmosfera (REICHARDT, 2004). Afeta também a resistência à penetração de raízes, à ação de implementos de mobilização do solo e as propriedades térmicas do solo, tais como capacidade calorífica e condutividade térmica (JACOMET, 2014). Dessa forma, fica clara a relação direta da textura com a fertilidade dos solos, permeabilidade à água, facilidade de mobilização e porosidade (ABREU, 2015).

Sabendo-se as porções de areia, silte e argila, comumente classifica-se a textura por meio do diagrama triangular, onde o cruzamento das linhas referentes às porções indicará a classe textural do solo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho, bem como as aplicações dos métodos descritos, foi realizado em duas etapas. A primeira compreende a identificação das áreas de estudo, a definição de suas principais características e o ensaio de fertilidade, realizados no período de abril a junho de 2014. A segunda etapa refere-se à nova coleta de solo para realização do ensaio de permeabilidade e granulometria, desenvolvidos nos meses de agosto a setembro de 2015.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As áreas onde foram coletados os solos compreendem três propriedades particulares da COAMO, localizados nos municípios de Campo Mourão, Engenheiro Beltrão e Araruna. São localizados na porção centro ocidental do estado do Paraná (Figura 1), encontrando-se Engenheiro Beltrão a 30 km de Campo Mourão, que por sua vez distancia-se a 21 km de Araruna.

Os municípios pertencem ao terceiro planalto paranaense, estando inseridos na bacia sedimentar do Paraná e em área de transição geológica entre o Grupo Bauru/Formação Caiuá e Grupo São Bento/Formação Serra Geral (SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ, 2005).

A Formação Caiuá é constituída por depósitos de ambientes eólicos e fluviais, representados por arenitos finos a médios de cor arroxeados e estratificação cruzada de grande porte, compreendendo aproximadamente 23.520 km², ou seja, cerca de 11,8% do território paranaense. A Formação Serra Geral é a mais extensa e ocupa maior território do estado do Paraná, 105.043 km² (52,7%), é constituída por extensos derrames de rochas ígneas, predominando basaltos com ocorrência de minerais como cobre, ágata, ametista e pedra brita. Deste modo, os solos de estudo são originados em grande parte, do basalto e do arenito (SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ, 2005).

Segundo a classificação de Köppen, os municípios apresentam clima subtropical úmido mesotérmico Cfa, com temperatura média inferiores a 18 °C nos

períodos mais frios, geadas pouco frequentes e médias acima de 22 °C nos meses mais quentes, sem estação seca definida. Há tendência de concentração de chuvas nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro), obtendo no trimestre mais chuvoso a segunda maior faixa pluviométrica do estado do Paraná valores de 500 a 600 mm (CAVIGLIONE et al., 2000).

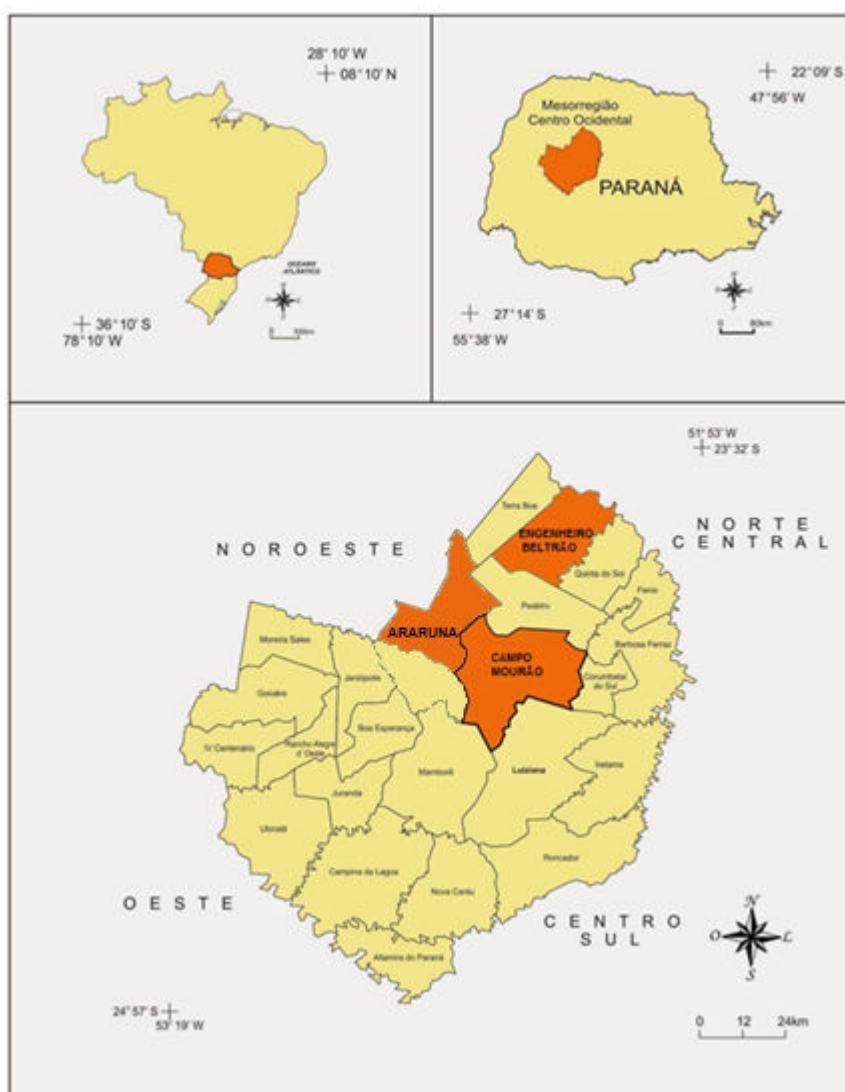


Figura 1 – Localização dos municípios onde foram coletados os solos, em relação a mesorregião centro ocidental do Paraná.
Fonte: IBGE (2007).

Para a classificação dos solos utilizou-se o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006), o Mapa de Solos do Estado do Paraná elaborado pelo Instituto de Terras, Cartografia

e Geociências (2008) em escala 1:2.000.000 e o Mapa Simplificado de Solos do Estado do Paraná com escala 1:1.2000.000 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2012).

Os solos estudados foram Latossolo Vermelho, presente no município de Campo Mourão; Argissolo Amarelo, compreendendo o município de Araruna; e Neossolo Regolítico, de Engenheiro Beltrão. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006), dos 119.554 km² ocupados pelo estado paranaense, 68,5% são abrangidos pelas três classes de solos em estudo, destes 31% compreendem os Latossolos, 22% são Neossolos e 15,5% os Argissolos.

Os Argissolos caracterizam-se pela presença de horizonte diagnóstico B textural, com acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila na parte mais superficial do solo. Apresentam-se mediamente profundos a profundos, com drenagem moderada e coloração predominantemente avermelhadas ou amareladas. Sua textura pode variar de arenosa ou argilosa nos horizontes superficiais e de média a muita argilosa nos horizontes subsuperficiais. Frequentemente, mas não exclusivamente, a argila é de baixa atividade (CTC), podendo ser: alítico, com altos teores de alumínio; distrófico, com baixa saturação de bases; ou, eutrófico, com alta saturação de bases, sendo normalmente ácidos (JARBAS et al., 2015).

Com destaque para os Argissolos distróficos e os alíticos, característicos da região de Araruna, apresentam baixa fertilidade natural e elevada acidez, decorrente da presença de altos teores de alumínio. Dessa forma, quando localizados em áreas de relevo plano a suave ondulados, estes podem ser usados para o cultivo de diversas culturas, desde que sejam feitas correções de acidez e adubação. Práticas conservacionistas para o controle da erosão são indispensáveis, devido à relação textural, que implica em diferenças de infiltração, ao passo que texturas mais leves ou médias são mais porosas, possuindo boa permeabilidade, sendo, portanto, menos suscetíveis aos processos erosivos (ZARONI; SANTOS, 2015).

Contrário aos Argissolos, os Neossolos não possuem horizonte diagnóstico, são pouco evoluídos e constituídos de material mineral ou orgânico pouco espesso. Apresentam poucas alterações em relação ao material de origem, devido à sua maior resistência ou aos demais fatores de formação que podem impedir ou limitar a evolução dos solos, como clima, relevo e tempo. Os Neossolos são subdivididos em:

flúvicos, litólicos, quartzarênicos e regolíticos, variando de solos rasos até profundos e de baixa a alta permeabilidade (JARBAS et al., 2015).

Os Neossolos, presentes na região do município de Engenheiro Beltrão, abrangem diversos ambientes climáticas, desde áreas de relevos muito movimentados, ondulados a montanhosos, até as áreas mais planas. Nestas, os solos apresentam maior potencial para o uso agrícola, visto que são mais profundos, com maior fertilidade natural (eutrófico) e baixa retenção de umidade (drenados). Em ambientes mais declivosos, apresentam forte limitação para o uso agrícola, restringindo a mecanização devido à forte susceptibilidade aos processos erosivos (ZARONI; SANTOS, 2015).

Os Latossolos compreendem solos constituídos por materiais minerais, não-hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), em avançado processo de intemperização, com horizonte B muito espesso. Suas cores variam desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, devido aos altos teores de óxido de ferro presentes no material originário. Apresentam estrutura granular muito pequena e são macios quando secos e altamente friáveis quando úmidos (SOUSA; LOBATO, 2015).

O município de Campo Mourão é formado por Latossolos Vermelhos distroféricos, apresentando alta permeabilidade à água e níveis de silte e argila dentro dos referidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006), inferior a 20% e entre 15% e 80% respectivamente. Devido às boas condições físicas e aos relevos mais suaves, apresentam alto potencial para o uso agrícola, principalmente com a produção de grãos, além de serem bem estruturados e muito porosos. Normalmente, são resistentes aos processos erosivos, porém, com o uso intensivo de mecanização, o solo sofreu compactação tornando-se mais suscetíveis ao processo de degradação (ZARONI; SANTOS, 2015).

4.2 COLETA DOS SOLOS PARA O ENSAIO DE FERTILIDADE

Os solos foram coletados nos dias 16 e 17 de abril de 2014. No primeiro dia sob as coordenadas geográficas S 24° 05' 58" e O 52° 21' 25" à 627 m de altitude, no município de Campo Mourão; e S 23° 47' 38" e O 52° 17' 40" à 395 m de altitude,

no município de Engenheiro Beltrão. No segundo, pertencente ao município de Araruna, a coleta ocorreu sob coordenadas geográficas S 24° 02' 22" e O 52° 32' 29" à 648 m de altitude. Todos sob solos não antropizados de Florestas Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista (DA SILVA, 2011) (Figura 2, 3 e 4), visto que as atividades humanas, como agricultura e pecuária, alteram algumas de suas características naturais, influenciando na precisão dos resultados referentes aos parâmetros físicos analisados.

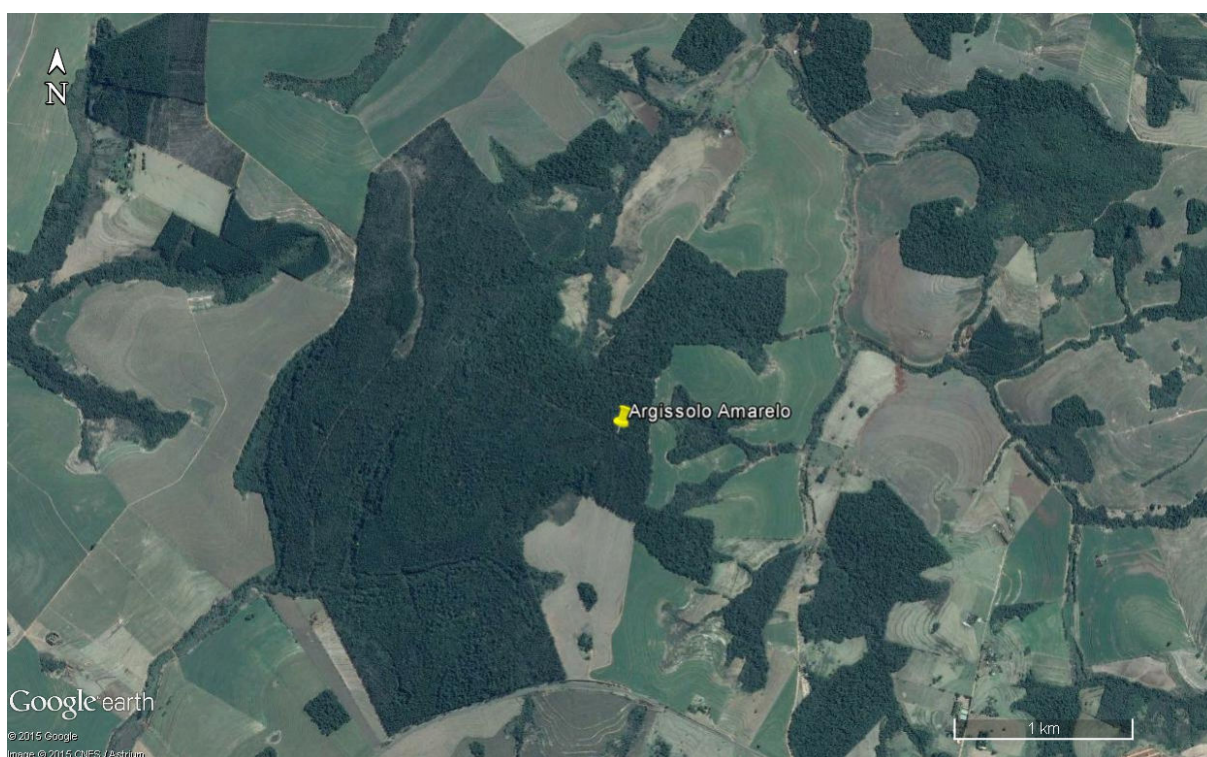


Figura 2 – Localização do ponto de coleta do Argissolo Amarelo sob floresta no município de Araruna, Paraná.

Fonte: Google Earth (2015).

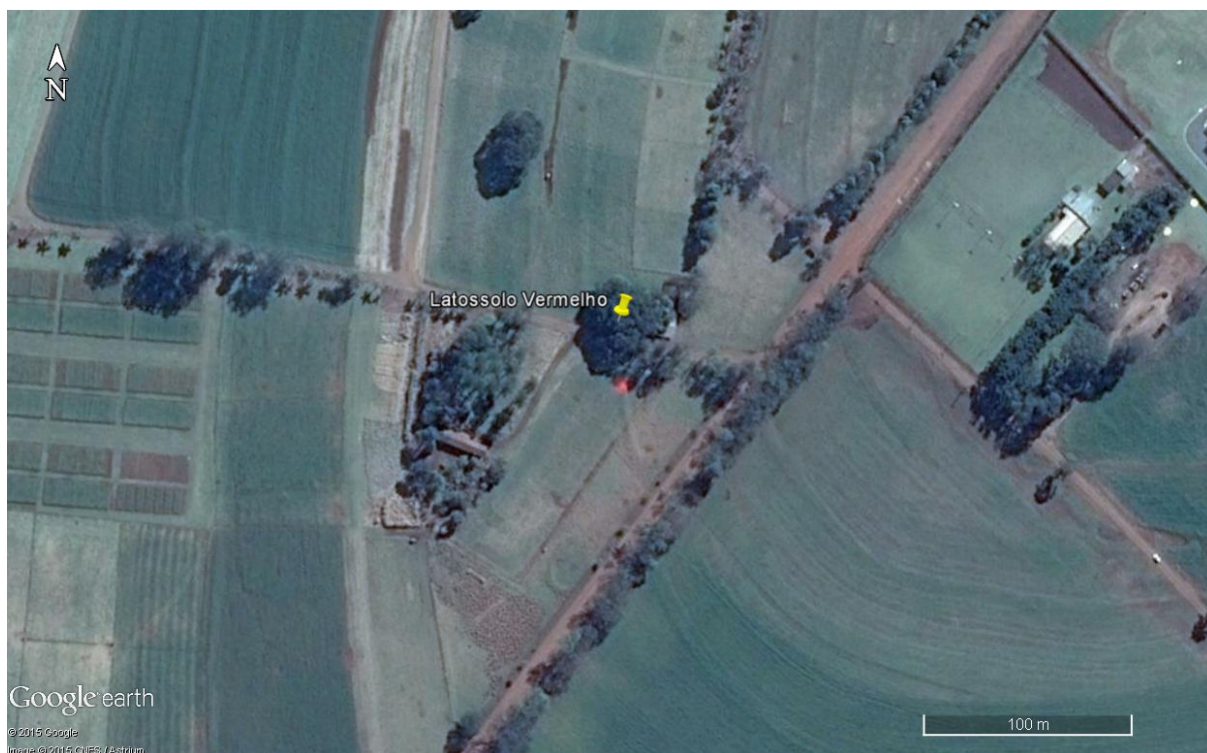


Figura 3 – Localização do ponto de coleta do Latossolo Vermelho sob floresta no município de Campo Mourão, Paraná.
Fonte: Google Earth (2015).

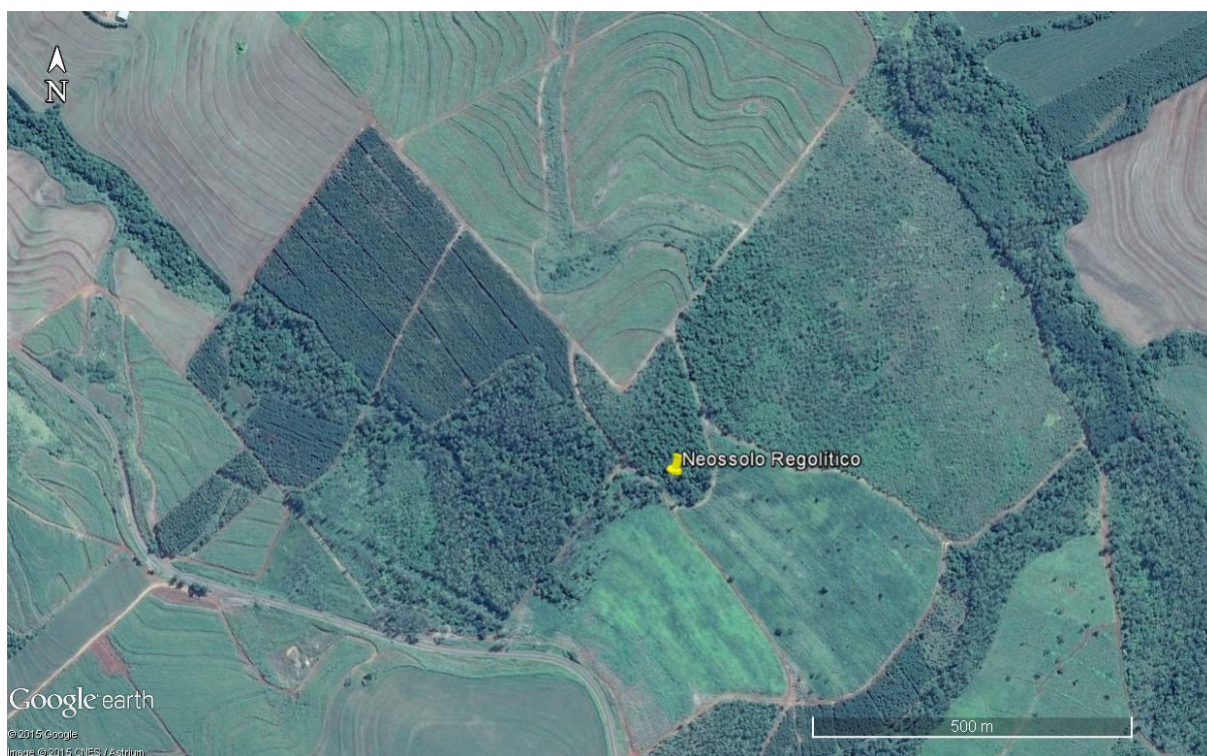


Figura 4 – Localização do ponto de coleta do Neossolo Regolítico sob floresta no município de Engenheiro Beltrão, Paraná.
Fonte: Google Earth (2015).

Amostrou-se 4 repetições de cada solo, propiciando a obtenção de maior precisão dos dados experimentais, reconstituindo-se as camadas naturais, mantendo-se a mesma disposição dos perfis encontrados na natureza em baldes de material plástico resistente de 0,021m³. Zaroni e Santos (2011) ressaltam a importância de manter-se e analisar a campo o perfil, pois a classificação dos solos se inicia com a descrição do mesmo, ou seja, a descrição das características morfológicas e coleta de material para análise laboratorial estão diretamente relacionados à sua gênese além da descrição da paisagem que ele ocupa no ecossistema. Em outras palavras, o perfil do solo é utilizado para fins de exame, descrição, coleta do solo e classificação dentro do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS, 2013).

Para este tipo de amostragem, deve-se inicialmente, realizar a limpeza do local de trabalho, retirando-se toda a vegetação superficial, raízes e qualquer outra matéria estranha ao solo (NOGUEIRA, 2005). É necessário equipamentos como: pá e enxada, para coleta do solo; baldes para deposição dos mesmos; e trado, amostrando-se a 20 centímetros de profundidade para análise laboratorial quanto à química básica, microelementos e granulometria.

4.3 ENSAIO DE FERTILIDADE NATURAL

Para o plantio, ocorrido em 17 de abril de 2014, utilizou-se a mesma variedade da cultura da família Poaceae, *Avena strigosa* Schreb., conhecida popularmente por aveia preta e o espaçamento mínimo definido pelo Instituto Agrônomo do Paraná (2015), de 17 centímetros. Trabalhou-se com apenas 50% do número de plantas total de cada balde, visto que o material de fabricação destes pode influenciar o desenvolvimento da forragem, impossibilitando o crescimento lateral das raízes, visto que a borda do balde representa uma barreira, além de gerar outras diversas intervenções.

Optou-se pelo plantio da aveia preta visto que esta é uma excelente forrageira utilizada para alimentação de animais, como caprinos, ovinos e bovinos, seja no pastoreio direto ou na produção de feno e silagem, apresentando elevado valor nutritivo, podendo atingir até 26% de proteína bruta; possui ciclo tardio,

possibilita maior número de pastejos e cortes, além de prolongar a cobertura do solo, manejo e a conservação do mesmo; é uma ótima opção na rotação das culturas de soja, feijão e girassol; é uma gramínea de clima temperado e subtropical, de hábitos eretos, com desenvolvimento uniforme e excelente capacidade de perfilhamento; possui a capacidade de “quebrar” o ciclo de pragas, doenças e nematóides e elimina ervas daninhas (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2015); seu desenvolvimento é rápido com alta resistência à seca e produtividade entre 10t/ha e 30t/ha de massa verde e de 2 t/ha a 6 t/ha de matéria seca; adapta-se bem a vários tipos de solo, não tolerando baixa fertilidade, excesso de umidade e temperaturas altas, sendo considerada uma cultura de inverno (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2014).

Evitando o favorecimento do desenvolvimento das plantas de determinado solo ou balde e buscando compará-los quanto sua fertilidade natural para a referida cultura, manteve-se a igualdade entre as sementes e entre os baldes (quanto ao formato, volume e material de fabricação), além de mantê-los sob mesmas condições ambientais (Figura 5 e 6) de luminosidade solar, umidade e ventilação. Para tanto, estes foram mantidos imóveis na Fazenda Experimental da COAMO – Campo Mourão, Paraná, em linha vertical na direção norte-sul geográfico.



Figura 5 – Disposição dos baldes sob mesmas condições ambientais.
Fonte: Autoria própria (2015).

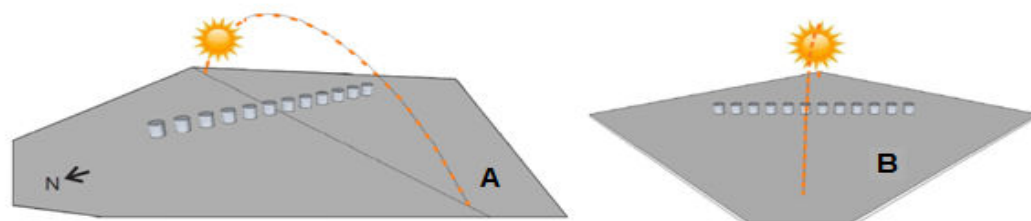


Figura 6 – Perspectiva da disposição dos baldes. A – Vista lateral; B – Vista Frontal.
Fonte: Autoria própria (2015).

Respeitando orientações agronômicas, o primeiro corte das plantas foi realizado com auxílio de uma tesoura comum à 1 cm de sua base (Figura 7), possibilitando rebrota, no dia 29 de maio de 2014, após o período de emergência, crescimento e perfilhamento. Em uma balança analítica pesou-se a matéria úmida (Figura 8) e após 72h de secagem na estufa à 60°C (Figura 9), pesou-se na mesma balança a matéria seca. O segundo corte ocorreu em 26 de junho de 2014, após 28 dias de acúmulo de nutrientes, obedecendo às mesmas orientações e procedimentos adotados após o primeiro corte, determinando-se a massa antes e após a secagem.



Figura 7 – Corte à 1 cm da base da planta.
Fonte: Autoria própria (2014).



Figura 8 – Pesagem das plantas em balança analítica.
Fonte: Autoria própria (2014).



Figura 9 – Secagem das plantas em estufa à 60° C.
Fonte: Autoria própria (2014).

Dessa forma, obteve-se os dados experimentais referentes à produção de biomassa para os diferentes solos e foram comparados estatisticamente com auxílio do programa computacional Bioestat 5.0, por meio de teste não paramétrico descrito a seguir.

Optou-se pela realização do teste de Kruskal-Wallis, pois se destina a comparar três ou mais amostras independentes do mesmo tamanho ou desiguais, sendo as hipóteses:

- H_0 : os solos não diferem em relação ao peso da massa seca;
- H_1 : pelo menos um dos solos difere em relação ao peso da massa seca, apresentando-se mais fértil.

4.4 ENSAIO DE PERMEABILIDADE

Estes ensaios foram realizados no laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – campus Campo Mourão nos dias 23 e 30 de setembro de 2015.

Os coeficientes de permeabilidade foram determinados de forma a atender as especificações expostas pela ABNT NBR 13292 (ASSOCIAÇÃO..., 1995), que dispõe sobre a Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante. Para os ensaios pressupõe-se a existência de proporcionalidade direta entre as velocidades de fluxo e os gradientes hidráulicos, admitindo-se a continuidade do escoamento em regime permanente, sem variações de volume do solo durante o ensaio e a saturação total do corpo-de-prova, fundamentadas na lei experimental de Darcy.

Este ensaio sucedeu o ensaio de fertilidade, iniciando-se com a coleta de solo indeformada, de forma cilíndrica e representativa da estrutura, do teor de umidade, da textura e da composição mineral dos mesmos (NOGUEIRA, 2005). Cravou-se tubos de PVC de 200 mm nos baldes utilizados na prática anterior, amostrando-se os três tipos de solo em estudo e tomando os devidos cuidados durante o transporte para evitar alterações nos mesmos.

Para a execução do ensaio, preparou-se os tubos no interior do permeâmetro e envolveu-o com parafina, de forma que a água percolasse somente pelo solo (Figura 10). Após a saturação do corpo-de-prova no sentido ascendente da água, iniciou-se o ensaio conectando o sistema de aplicação e medição de cargas hidráulicas na tampa superior (Figura 11) e medindo a água percolada por um determinado tempo (Figura 12).



Figura 10 – Preparação do permeâmetro para execução do ensaio. A – Visão lateral do permeâmetro. B – Visão superior do permeâmetro. C – Permeâmetro com a amostra do solo em seu interior. D – Permeâmetro preparado com parafina ao redor da amostra de solo, sem percolação de água.

Fonte: Autoria própria (2015).



Figura 11 – Ensaio de permeabilidade.
Fonte: Autoria própria (2015).



Figura 12 – Medição da carga hidráulica em determinado tempo.
Fonte: Autoria própria (2015).

O ensaio procedeu até a obtenção de quatro coeficientes de permeabilidade relativamente próximos, calculados de acordo com as seguintes equações:

$$Q = \frac{Vol}{t} \quad \text{Eq.(1)}$$

onde:

Q é a vazão, expressa em m³/s;

Vol é o volume de água que percolou pelo solo em um certo tempo, em ml;

t é o tempo decorrido para coletar a água percolada pelo solo, em s.

Para a obtenção do coeficiente de permeabilidade, utilizou-se a equação de Darcy (Equação 2):

$$Q = \frac{K \cdot A \cdot \Delta H}{l} \quad \text{Eq.(2)}$$

onde:

Q é a vazão, calcula com auxílio da equação (1), em m³/s;

K é o coeficiente de permeabilidade do solo, em m/s;

A é a área do permeâmetro, em m²;

ΔH é a altura entre o sistema de abastecimento hidráulico e o ponto de coleta da água, em m;

l é a altura da amostra do solo, em m.

4.5 ENSAIO DE GRANULOMETRIA

Para a determinação da textura dos solos em estudo, executou-se o ensaio de análise granulométrica segundo a ABNT NBR 7181 (ASSOCIAÇÃO..., 1984). Estes ensaios foram realizados no laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – campus Campo Mourão, nos dias 14 e 15 de outubro de 2015.

Antecedendo os ensaios, 70 g de cada solo foram mantidas em repouso em béqueres de 250 cm³ durante 12h em solução de hexametáfosfato de sódio com concentração de 45,7g de sal por litro.

Após vertido no copo de dispersão e mantido durante 15 minutos sob a ação do aparelho dispersor (Figura 13), dispôs-se o material em provetas de 2 l, completando-se com água destilada até o menisco. Imediatamente após iniciada a sedimentação, aferiu-se a temperatura e mergulhou-se o densímetro para leitura (Figura 14) após os tempos de 30 s, 1 min, 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1h, 2h, 4h, 8h e 24 h. No intervalo de tempo entre uma leitura e outra, mergulha-se o densímetro em água destilada à mesma temperatura da dispersão.



Figura 13 – Aparelho dispersor.
Fonte: Autoria própria (2015).



**Figura 14 – Proveta de 2 l com densímetro mergulhado na amostra de solo.
Fonte: Autoria própria (2015).**

Realizada a última leitura, verteu-se o material da proveta em peneiras subseqüentes com malhas de 2mm, 1,18 mm, 0,6 mm, 0,425 mm, 0,30 mm, 0,15 mm, 0,075mm e procedeu-se a remoção de todo material com água destilada em jatos de baixa pressão.

O material retido nas peneiras foi seco em estufa à temperatura de 105°C até consistência de massa e pesou-se em balança analítica obtendo-se a massa dos grãos retidos em cada malha das peneiras. Para tanto, utilizou-se cápsulas de material resistente previamente secas e pesadas (Figura 15).

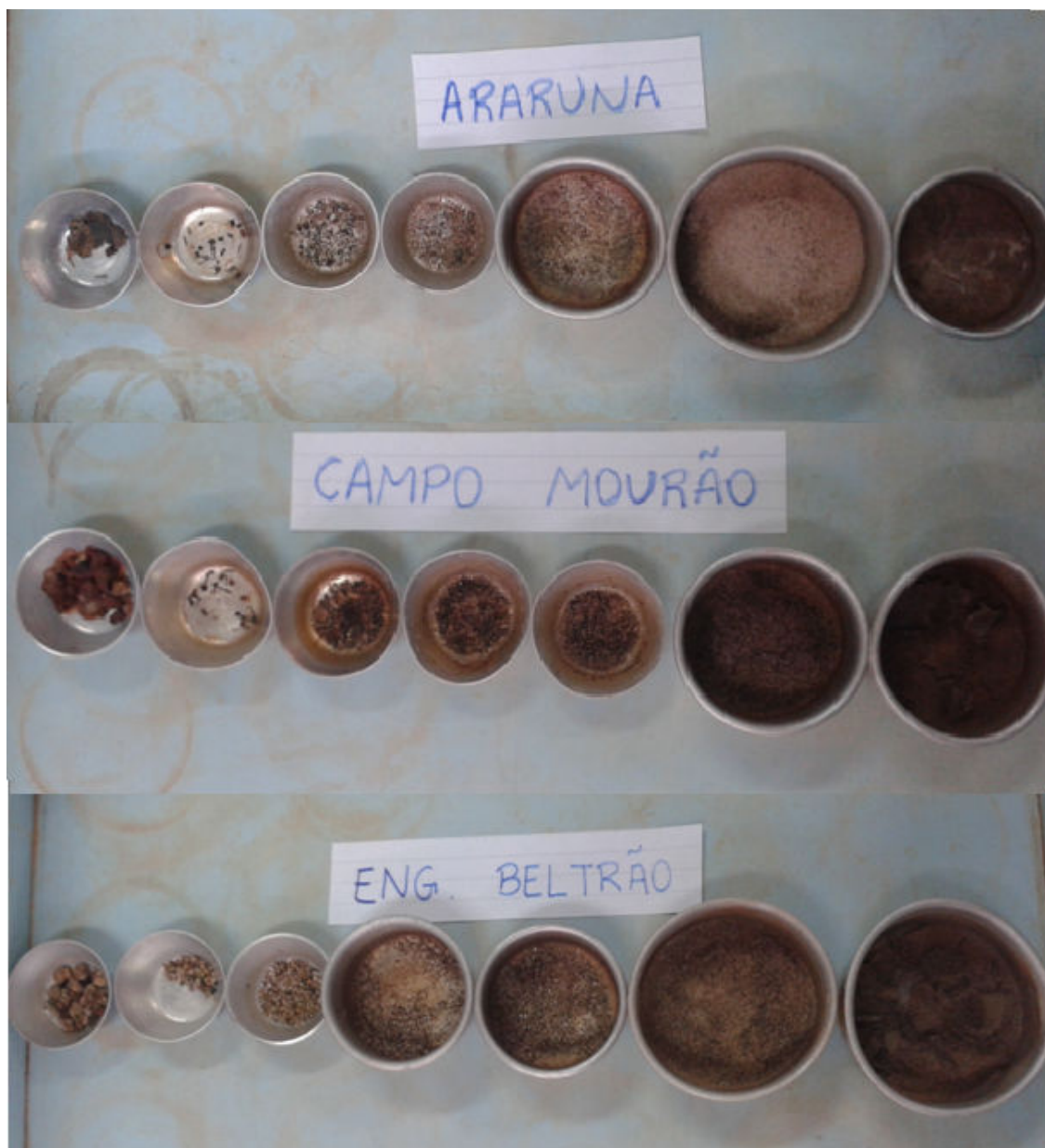


Figura 15 – Cápsulas com material seco do peneiramento.
Fonte: Autoria própria (2015).

Os resultados obtidos foram organizados em tabelas, gerando uma curva granulométrica referente a cada solo. Por meio da relação das porções areia, silte e argila, as texturas foram determinadas pelo diagrama triangular simplificado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse tópico serão apresentados os resultados e as discussões sobre os ensaios de fertilidade natural, permeabilidade e textura dos solos em estudo.

5.1 DETERMINAÇÃO DA FERTILIDADE NATURAL

Conforme descrito na metodologia, os ensaios de fertilidade foram realizados com quatro repetições para cada tipo de solo, os dados obtidos foram organizados em tabelas de acordo com a sequência do crescimento da planta e comparados estatisticamente, informando qual se apresenta com maior fertilidade natural. Dessa forma, o primeiro corte (Tabela 3) foi realizado pós o período de emergência, crescimento e perfilhamento, o segundo corte ocorreu após a rebrota, totalizando um período de 28 dias de acúmulo de massa verde.

Tabela 3 – Valores de massa seca e úmida referentes ao primeiro corte

SOLO	REPETIÇÃO	MASSA ÚMIDA (g)	MASSA SECA (g)
ARGISSOLO AMARELO – MUNICÍPIO DE ARARUNA	1	1,94	0,47
	2	2,11	0,54
	3	1,75	0,43
	4	1,28	0,37
LATOSSOLO VERMELHO – MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO	1	48,13	7,80
	2	42,10	6,63
	3	37,15	6,23
	4	26,88	4,72
NEOSSOLO REGOLÍTICO – MUNICÍPIO DE ENGENHEIRO BELTRÃO	1	28,54	5,52
	2	59,46	9,41
	3	54,20	8,80
	4	50,04	8,13

Visto que o número de amostragens de cada solo mostrou-se ineficiente para a realização do teste de normalidade, apresentando $n < 5$, constata-se que os dados não apresentam normalidade em sua distribuição, sendo necessária averiguação por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

O experimento apresenta o grau de liberdade $n-1$ igual a 2, onde este refere-se ao número de dados disponíveis para o cálculo da estatística, pois com o aumentando o tamanho amostral, obtêm-se maior número de informações e consequentemente um maior grau de liberdade e maior confiabilidade dos dados (SEIXAS et al., 2010). Constata-se o p-valor significativo de 0,0154, remetendo ao teste experimental de Dunn, onde os postos referentes ao número 1 é do Argissolo Amarelo (Araruna), do número 2 do Latossolo Vermelho (Campo Mourão) e do número 3 do Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão).

Afirma-se que os valores de massa seca após o primeiro corte das plantas, além de não apresentarem distribuição normal, são significativamente diferentes somente entre o Argissolo Amarelo do município de Araruna e o Neossolo Regolítico de Engenheiro Beltrão. Assim, pode-se afirmar também que o Latossolo Vermelho (Campo Mourão) não se apresentou mais ou menos fértil entre os solos anteriormente citados.

A Tabela 4 e a Figura 16 são geradas a partir da análise descritiva das variáveis, para observação das médias, valores mínimo e máximo, mediana, variância, desvio padrão e coeficiente de variação. Estes dados nos permitem interpretar que embora visualmente o Argissolo Amarelo e o Latossolo Vermelho sejam diferentes, assim como observados nos valores das médias 0,4525g e 6,345g, respectivamente, estatisticamente eles não apresentam diferença. O mesmo ocorre entre o Latossolo Vermelho e o Neossolo Regolítico, que apresentam valores de média mais próximos e não são diferentes entre si, sendo elas 6,345 e 7,965.

Tabela 4 – Dados quantitativos referentes à massa seca do primeiro corte.

	Argissolo Amarelo (Araruna)	Latossolo Vermelho (Campo Mourão)	Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão)
Tamanho da amostra	4	4	4
Média (g)	0.4525	6.345	7.965
Mínimo (g)	0.37	4.72	5.52
Máximo (g)	0.54	7.8	9.41
Mediana (g)	0.45	6.43	8.465
Variância (g)	0.0051	1.6174	2.9302
Desvio Padrão (g)	0.0714	1.2718	1.7118
Coeficiente de Variação	15.77%	20.04%	21.49%

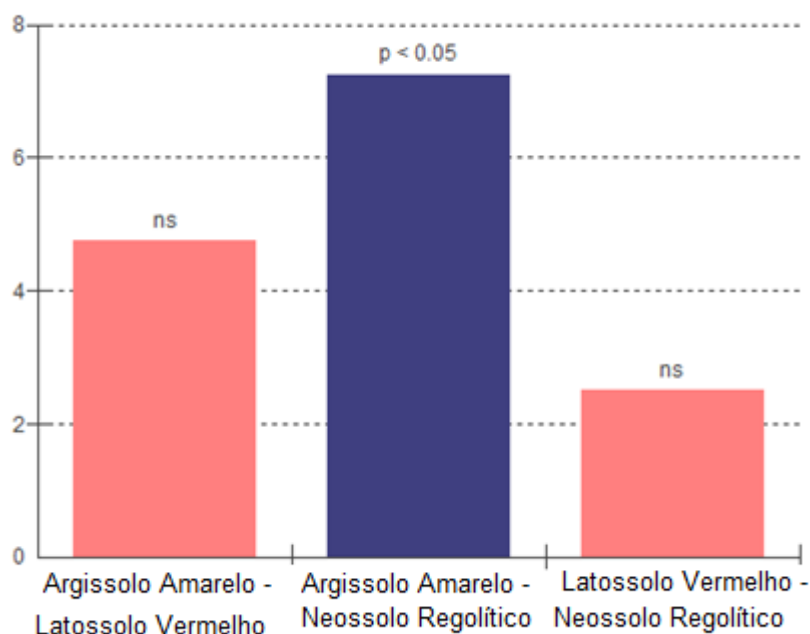


Figura 16 - Diferença entre as médias de fertilidade dos solos em estudo após o primeiro corte, sendo significativa entre o Argissolo Amarelo (Araruna) e o Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão).

Analisando os valores mínimo, máximo, mediana e variância dos solos, afirma-se que o menor peso em massa seca foi do Argissolo Amarelo, do município de Araruna, onde este também apresentou menor variância dos dados coletados e menor desvio padrão, obtendo maior uniformidade das amostras. Ao passo que o valor máximo em massa seca foi do Neossolo Regolítico, de Engenheiro Beltrão, e maior variância dos dados, sendo uma amostra menos homogênea, porém com maior fertilidade natural.

Quando comparado com o Argissolo Amarelo e com o Neossolo Regolítico, o Latossolo Vermelho apresentou valores superiores ao primeiro, e menores e mais próximos a este. Mesmo sendo uma amostra mais homogênea e mais próxima ao Neossolo Regolítico, sua fertilidade não apresenta-se estatisticamente diferente dos mesmos. Comprovando-se então que a hipótese alternativa está correta.

Os dados apresentados na Tabela 5 referem-se à massa úmida e massa seca após o segundo corte das plantas. Observa-se que as plantas não rebrotaram sob o Argissolo Amarelo, ao contrário dos demais solos (Figuras 17, 18, 19)

Tabela 5 – Valores de massa seca e úmida referentes ao segundo corte.

SOLO	REPETIÇÃO	MASSA ÚMIDA (g)	MASSA SECA (g)
ARGISSOLO	1	0	0
AMARELO –	2	0	0
MUNICÍPIO DE	3	0	0
ARARUNA	4	0	0
LATOSSOLO	1	21,58	5,10
VERMELHO –	2	26,56	5,68
MUNICÍPIO DE	3	30,94	6,60
CAMPO MOURÃO	4	19,34	4,80
NEOSSOLO	1	21,41	4,68
REGOLÍTICO –	2	34,06	7,22
MUNICÍPIO DE	3	34,82	7,38
ENGENHEIRO			
BELTRÃO	4	37,54	7,93



Figura 17 – Morte das plantas sob o Argissolo Amarelo, presente no município de Araruna, Paraná.

Fonte: Autoria própria (2015).



**Figura 18 – Rebrotas e crescimento das plantas sob Latossolo Vermelho do município de Campo Mourão, Paraná.
Fonte: Autoria própria (2015).**



**Figura 19 - Rebrotas e crescimento das plantas sob Neossolo Regolítico do município de Engenheiro Beltrão, Paraná.
Fonte: Autoria própria (2015).**

Os valores de massa seca após o segundo corte também foram submetidos ao teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis, visto que as amostras não possuem distribuição normal e os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Dados quantitativos referentes ao segundo corte.

	Argissolo Amarelo (Araruna)	Latossolo Vermelho (Campo Mourão)	Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão)
Tamanho da amostra	4	4	4
Média (g)	0	5.545	6.8025
Mínimo (g)	0	4.8	4.68
Máximo (g)	0	6.6	7.93
Mediana (g)	0	5.39	7.3
Variância (g)	0	0.6281	2.0947
Desvio Padrão	0	0.7925	1.4473
Coefficiente de Variação	---	14.29%	21.28%

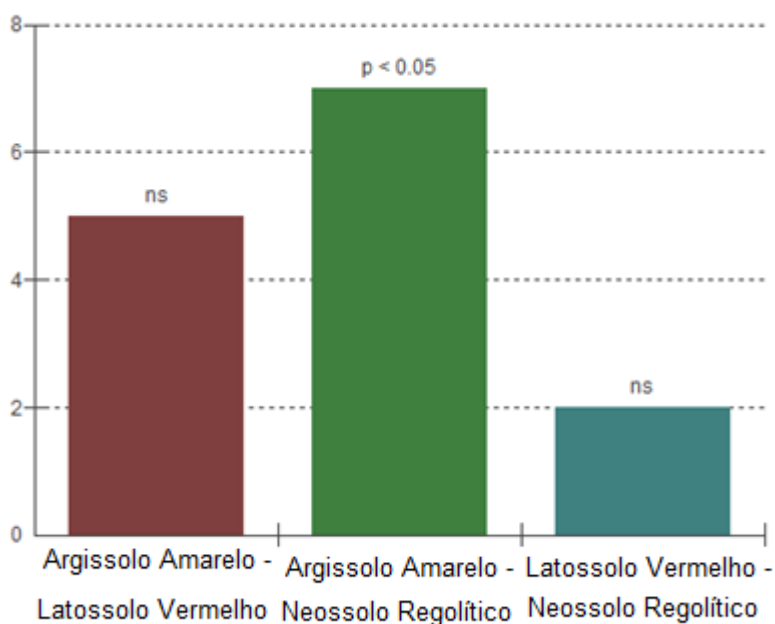


Figura 20 - Diferença entre as médias de fertilidade dos solos em estudo após o segundo corte, sendo significativa entre o Argissolo Amarelo (Araruna) e o Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão).

A morte das plantas do Argissolo Amarelo gerou valores nulos de média, mínimo, máximo, mediana, variância e desvio padrão, e conseqüentemente não existe um coeficiente de variação dos dados. Para o Latossolo Vermelho tem-se novamente esses parâmetros próximos aos valores expressos pelo Neossolo Regolítico, porém em menor quantidade.

Quanto às médias observadas na Figura 20, encontra-se novamente a diferença significativa entre o Argissolo Amarelo do município de Araruna e o Neossolo Regolítico do município de Engenheiro Beltrão, novamente o Latossolo Vermelho não difere-se dos demais solos em estudo.

Aceita-se novamente a hipótese alternativa de que os solos não são férteis igualmente entre si, pois o Neossolo Regolítico difere-se apresentando maior rendimento em massa seca e conseqüentemente maior fertilidade natural.

Como exposto por Zaroni e Santos (2015), os Argissolos distróficos e os alíticos apresentam elevada acidez, com altos teores de alumínio, desencadeando dessa forma na baixa fertilidade natural. Ao contrário dos Neossolos Regolíticos, que apresentam alta fertilidade natural e conseqüente potencial para uso agrícola.

Ker afirma que quanto à fertilidade dos Latossolos, constata-se desde solos muito férteis (eutróficos) até muito pobres (álidos e distróficos). Sobre o exposto, Sousa e Lobato (2015) afirmam que estes solos, de maneira geral, apresentam baixa fertilidade natural, porém, Zaroni e Santos (2015) ressalta que o mesmo não ocorre se estes solos forem originados de rochas mais ricas em minerais, principalmente se forem eutróficos.

5.2 DETERMINAÇÃO DA TEXTURA

As texturas dos solos foram determinadas a partir dos ensaios de granulometria, conforme descrito na metodologia, contou com a determinação da porção de areia, silte e argila a partir da densidade do solo nos instantes determinados e suas respectivas temperaturas, e com o peneiramento.

Esses dados ainda foram comparados com as análises laboratoriais, a fim de averiguação e confirmação dos ensaios realizados. Para determinação da textura, utilizou-se o diagrama triangular simplificado da Empresa Brasileira de

Pesquisa Agropecuária, onde a relação das porções areia, silte e argila indica a classe textural do solo.

A Figura 21 explicita a curva granulométrica referente ao Argissolo Amarelo do município de Araruna. Observa-se que a porção de argila presente é bem próximo a 20%, ao passo que a porção de silte é bem baixo e a grande porção é de areia, superando o valor de 75%. Quando comparadas essas porcentagens com as análises granulométricas realizadas pelo laboratório especializado, comprova-se que além das porções respeitarem a mesma ordem crescente, são praticamente iguais, ou seja, argila 20,6%, silte 2,3% e areia 77,1%.

De acordo com o diagrama de textura, o Argissolo Amarelo em estudo possui textura média.

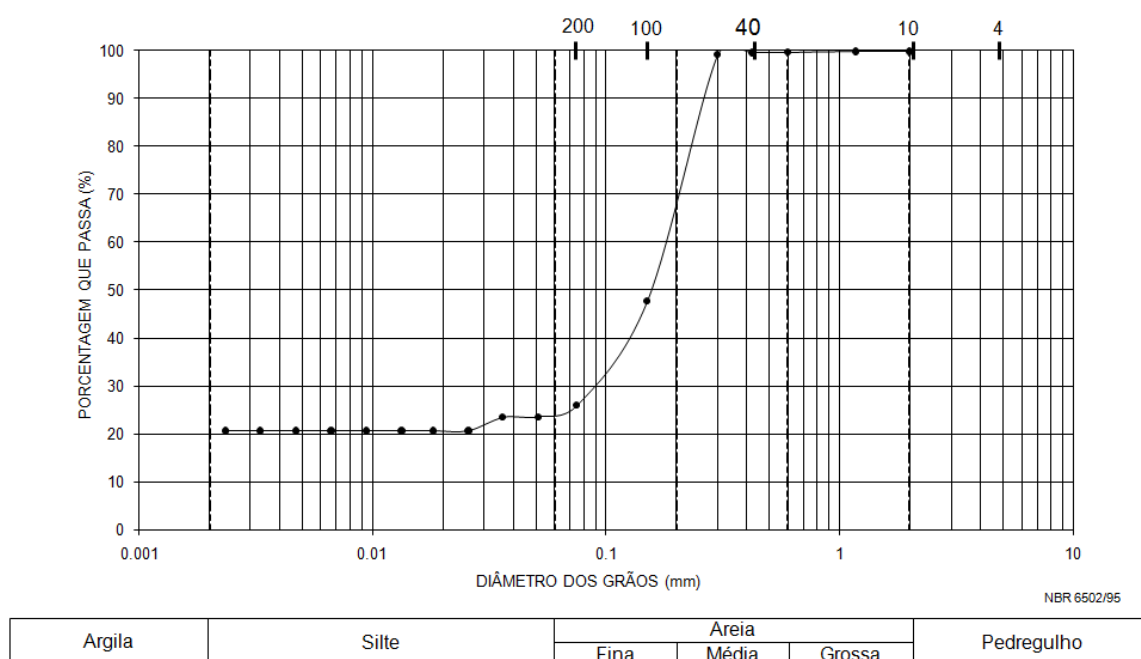


Figura 21 – Curva granulométrica referente ao Argissolo Amarelo do município de Araruna, Paraná.

A curva granulométrica referente ao Latossolo Vermelho (Figura 22), presente no município de Campo Mourão, permite inferir uma certa discrepância das porções em dados quantitativos.

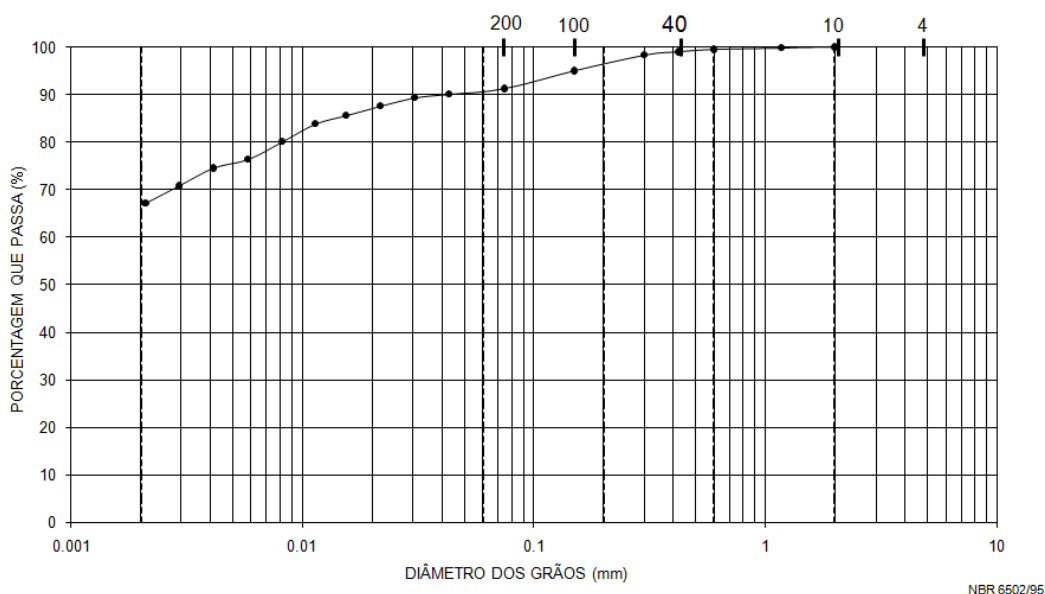


Figura 22 – Curva granulométrica referente ao Latossolo Vermelho do município de Campo Mourão, Paraná.

A curva indica uma porção de argila entre 65% e 70%, silte próximo a um valor de 20% e 10% de areia, que se difere da análise laboratorial, onde nesta é encontrado valores de 74,3% de argila, 11,1% de silte e 14,6% de areia. Observa-se que nos ensaios realizados durante o trabalho, a porção de areia é superior à porção de silte, contrário ao resultado expresso pelo laboratório, porém, não são muito significativos visto que a textura não altera, pois são valores muito próximos.

Desse modo, o Latossolo Vermelho analisado possui textura muito argilosa.

O Neossolo Regolítico possui textura média, onde as porções para sua determinação é apresentada na Figura 23, são de aproximadamente 33% de argila, 42% de silte e 25% de areia. Dados que não condizem com as análises laboratoriais, pois esta indica 23,6% de argila, 25,7% de silte e 50,7% de areia, porém determinam texturas iguais.

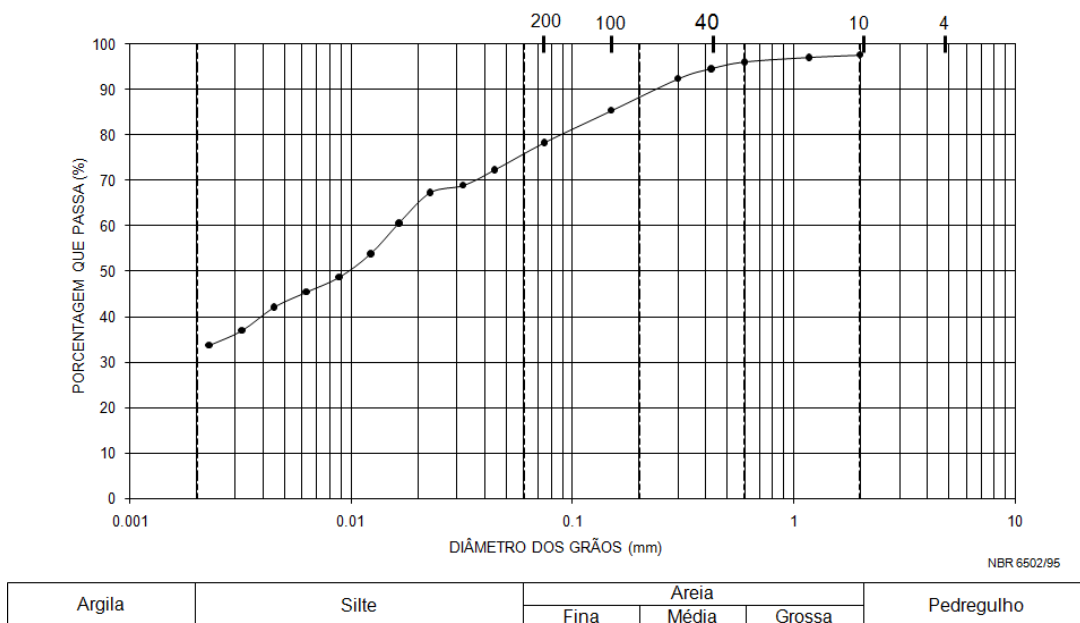


Figura 23 – Curva granulométrica referente ao Neossolo Regolítico do município de Engenheiro Beltrão, Paraná.

Segundo Freitas (2013), solos com elevados teores de argila possuem maior fertilidade, maior teores de matéria orgânica e de capacidade de troca de cátions. Porém, quanto maior o teor de argila, maior a dificuldade da infiltração da água, ocorrendo maior retenção dela no perfil do solo, proporcionando maior presença de microporos.

Relacionando a Tabela 7 aos dados de fertilidade natural, conclui-se que o solo mais fértil apresenta textura média, assim como o solo menos fértil. Dessa forma, a textura não se torna um fator isoladamente relevante para análise de fertilidade, visto que a maior e a menor produção em massa seca pertence a solos de mesma classe textural. Assim, a baixa fertilidade do Argissolo Amarelo é decorrente de outros fatores, sendo o excesso de alumínio um dos causadores deste evento (LOPES; GUILHERME, 2007). Solos argilosos, como o Latossolo Vermelho, não são tão arejados, porém armazenam mais água e são menos permeáveis (ALMEIDA, 2014).

Tabela 7 – Textura dos solos em estudo.

Solo	Textura
Argissolo Amarelo (Araruna)	Média
Latossolo Vermelho (Campo Mourão)	Muito argilosa
Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão)	Média

5.3 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

Como descrito na metodologia, o ensaio de permeabilidade de cada solo prosseguiu até a obtenção de 4 coeficientes relativamente próximos (Tabela 8) e estes foram obtidos a partir do cálculo da média aritmética.

Tabela 8 – Coeficientes de permeabilidade dos solos em estudo.

	Argissolo Amarelo (Araruna)	Latossolo Vermelho (Campo Mourão)	Neossolo Regolítico (Engenheiro Beltrão)
1	$8,776.10^{-3}$ cm/s	$7,053.10^{-3}$ cm/s	$6,882.10^{-3}$ cm/s
2	$8,205.10^{-3}$ cm/s	$6,723.10^{-3}$ cm/s	$6,833.10^{-3}$ cm/s
3	$7,979.10^{-3}$ cm/s	$6,594.10^{-3}$ cm/s	$6,590.10^{-3}$ cm/s
4	$8,022.10^{-3}$ cm/s	$6,411.10^{-3}$ cm/s	$7,124.10^{-3}$ cm/s
Média	$8,245.10^{-3}$ cm/s	$6,695.10^{-3}$ cm/s	$6,857.10^{-3}$ cm/s
Desvio padrão	$3,670. 10^{-4}$ cm/s	$2,707. 10^{-4}$ cm/s	$2,190. 10^{-4}$ cm/s

Considerando a classificação dos solos quanto à permeabilidade, de Vargas (1978) e Ortigão (2007), é possível afirmar que trata-se de 3 solos com alto grau de permeabilidade dos tipos silte e argila.

Observa-se ainda que o maior coeficiente de permeabilidade encontrado pertence ao Argissolo Amarelo, do município de Araruna, o menor coeficiente diz respeito ao Latossolo Vermelho, de Campo Mourão e o coeficiente intermediário é o Neossolo Regolítico, de Engenheiro Beltrão.

Atrelando-se aos dados de fertilidade natural, afirma-se que o solo menos fértil é que apresenta a maior permeabilidade (Argissolo Amarelo), ao passo que o solo mais fértil possui um coeficiente intermediário (Neossolo Regolítico) e bem próximo ao solo menor permeável (Latossolo Vermelho).

Solos de textura média normalmente possuem boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e índices médio de erodibilidade (FREITAS, 2013). Ao passo que solos de textura argilosa, com teores de argila superior a 35%, possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água (ALMEIDA, 2014).

Para os solos de textura média, Neossolo Regolítico e Argissolo Amarelo, constatou-se os maiores coeficientes de permeabilidade, visto que sua textura facilitaram/permitiram maior percolação da água pelo mesmo. Observa-se que o Latossolo Vermelho de textura muito argilosa apresentou o menor coeficiente de permeabilidade dentre os solos estudados, porém, o alto teor de argila não afetou em grande escala esse evento, visto que esse valor não apresentou grande variação quando comparado ao Neossolo Regolítico de textura média.

6 CONCLUSÕES

É possível concluir que o Argissolo Amarelo, presente no município de Araruna – PR, apresentou baixíssima fertilidade, que foi comprovada tanto pela literatura, quanto pelos ensaios a campo e pela análise laboratorial, que indicou alto nível de alumínio. Porém, é válido salientar que o presente trabalho não objetivou análises químicas, apontando assim o alumínio como uma possível causa da baixa fertilidade, visto que este é altamente tóxico à planta. Estatisticamente, este solo apresentou diferença de fertilidade quando comparado ao Neossolo Regolítico, e sem diferença significativa ao Latossolo Vermelho. Este solo ainda apresentou um coeficiente de permeabilidade igual a $8,245 \cdot 10^{-3}$ cm/s, sendo classificado com alto grau de permeabilidade dos tipos silte e argila e de textura média.

O Latossolo Vermelho, do município de Campo Mourão – PR, não apresentou-se estatisticamente diferente do solo mais fértil (Neossolo Regolítico) e nem do menos fértil (Argissolo Amarelo). Dessa maneira, nada se pode concluir quanto à sua fertilidade natural. O coeficiente de permeabilidade encontrado para este solo foi o menor dentre os demais, de $6,695 \cdot 10^{-3}$ cm/s, porém, apesar da sua textura muito argilosa, este ainda é classificado com alto grau de permeabilidade.

O solo do município de Engenheiro Beltrão – PR, Neossolo Regolítico, apresentou maior fertilidade natural, com textura média e coeficiente de permeabilidade intermediário entre os demais solos em estudo, $6,857 \cdot 10^{-3}$ cm/s, sendo classificado como altamente permeável.

Os dados representam a fertilidade natural, dentre outros fatores, está intimamente relacionada à textura e à permeabilidade. A serrapilheira produzida pelo dossel da floresta também interfere na fertilidade natural dos solos, visto que ela exerce a função de devolver nutrientes a eles. Complementando os estudos de Lima e Gazel Filho (1999) e de Silva Junior et al. (2012), os solos sob florestas não são naturalmente férteis, dessa forma, desmatar para plantar nem sempre é viável.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Liliana. **Solo**. 2015. Disponível em: <http://old.knoow.net/ciencterravida/biologia/solo.htm>> Acesso em: 30 out. 2015.
- ABREU, Manuela; PENA, Selma B. **Permeabilidade e áreas de máximo infiltração**. 2013. Disponível em: http://www.isa.utl.pt/ceap/index_files/5_EEN_MMABREU_SELMAPENA.pdf>. Acesso em: 23 maio 2015.
- ARAUJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades Físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13292**: Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante. Rio de Janeiro, 1995. 8p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14545**: Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável. Rio de Janeiro, 2000. 12p.
- CALIMAN, Jônio P. **Fertilidade do Solo em uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana no Sul do Espírito Santo**. 2011. 34 f. Monografia (Especialização em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2011.
- CAPUTO, Homero P. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 6ª edição, 1996. 234p.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.
- DA SILVA, Ana R. **Aspectos fitossociológicos e pedológicos em remanescente florestal e florística em afloramento rochoso no município de Campo Mourão, Paraná, Brasil**. 2011.114F. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Curitiba, 2011.

DOTTO, André C.; DALMOLIN, Ricardo S. D.; PEDRON, Fabrício de A.; CATEN, Alexandre T.; RUIZ, Luis F. C. Mapeamento digital de atributos: granulometria e matéria orgânica do solo utilizando espectroscopia de reflectância difusa. . **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 38, p. 1663-1671, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sementes de aveia preta**. 2014. Disponível em: <http://snt.sede.embrapa.br/noticias/noticia_completa/173/>. Acesso em: 14 jan. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2 ed, Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006, 306p.

FAGERIA, Nand K.; STONE, Luís F. Qualidade do solo e meio ambiente. Goiás: Novembro, 2006-. ISSN 1678-9644.

FERNANDES DOS SANTOS, Eliana. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de classificação geotécnicas aplicadas aos solos tropicais**. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2006.

FERRAZ, Álvaro. **Agricultura II: Técnicas de conservação de solos**. 2013.

FERREIRA, M. M. **Física do solo**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993.63 p.

FREITAS, Ludmila; CASAGRANDE, José C.; Oliveira, Ivanildo A.; MORETI, Thaisa C. F.; CARMO, Danilo A. B.; **Avaliação de atributos químicos e físicos de solos com diferentes texturas cultivados com cana-de-açúcar**. Goiânia, v.9, n.17, 362 – 374. 2013.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Aveia preta**. 2015. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/niapar61.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

JACOMET, L.; GUBIANI, P. I.; FONTANELA, E.; COPETTI, A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; FONTINELLI, F.; KUNZ, M.. **Teores de areia e argila de solos de regiões coclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul**. 2014.

JARBAS, Tony; SÁ, Iedo B.; PETRERE, Vanderlise G.; TAURA, Tatiana A. **Argissolos**. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzi02wx5ok01edq5sp172540.html>. Acesso em: 25 maio 2015.

JARBAS, Tony; SÁ, Iedo B.; PETRERE, Vanderlise G.; TAURA, Tatiana A. **Neossolos**. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3p02wx5ok0wtedt31ukdvpj.html>. Acesso em: 22 maio 2015.

JARBAS, Tony; SÁ, Iedo B.; PETRERE, Vanderlise G.; TAURA, Tatiana A. **Rigolíticos**. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000gdhg dwhv02wx5ok0rofsmqqobe3ud.html>. Acesso em: 22 maio 2015.

KER, João C. **Latossolos no Brasil: uma revisão**. Geonomos, v. 5, n. 1, p.17-40

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. Oficina de Textos. São Paulo. 2002.

LOPES, Alfredo S.; GUILHERME, Luiz R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p. 1017, 2007.

LIMA, Jorge A. S.; GAZEL FILHO, Aderaldo B. **Aspectos químicos da fertilidade de um solo sob floresta primária de terra firme do estado do Amapá**. Macapá, n. 27, p. 1-3, Nov. 1999.

MENDES, A. M.S. **Introdução à fertilidade do solo**. Embrapa Semi-árido. Bahia. 2007, 64p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

MESQUITA, M. G. B. F. **Caracterização estatística da condutividade hidráulica saturada do solo**. 2001. 110 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

NOGUEIRA, J. B. **Mecânica dos solos**: Ensaio de laboratório. São Carlos: Eesc - Usp, 2005. 248 p.

NUNES, F. **Pedologia – A ciência do solo**. 2011. Disponível em: <<http://pedologia-ifbaiano.blogspot.com.br/2011/10/porque-estudar-o-solo.html>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

ORTIGÃO, J. A. R. **Introdução à mecânica dos solos dos estados críticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Terratek. 383 p., 2007.

PAZZETTO, Morgane B. **Estudo da permeabilidade de solos argilosos disponíveis para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão no sul de Santa Catarina**. 2009. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

PEREIRA, A. C. **A importância do estudo do solo**. São José dos Campos, 2010. Disponível em: <<http://www.colegiotecnicoopcao.com.br/blogdoplaneta/topicos.php?id=5&op=1&IDM=19>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: UFPR, 1996.446 p.

QUITO, Vivian S. **Estudo sobre a influência das raízes do capim vetiver na permeabilidade de um solo tropical compactado**. 2014. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

RAMALHO, A. F.; **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.

REICHARDT, R.; TIMM, L. C. **Solo Planta Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, São Paulo. Manole, 2004.

RIGATTO, Patricia A. **Influência dos atributos do solo sobre a produtividade e a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft**. 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado) - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

SALOMÃO. Fernando X. T. **Composição e morfologia de solos**. 2010. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/Composicao_e_Morfologia_de_Solos_14984.pdf>. Acesso em: 20 maio 2015.

SANTOS. C. A. M. Trilhados pelo solo. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS, 10., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2005. p. 3-5

SEIXAS, Luiza; MELO, Cristiano B. de; MCMANUS, Concepta. **Glossário de termos estatísticos**. 2010. Disponível em: <

http://inctpecuaria.com.br/images/informacoes-tecnicas/serie_tecnica_glossario_termos.pdf> Acesso em: 04 nov. 2015.

SELLE, Gerson L. **Ciclagem de Nutrientes em Ecossistemas Florestais**. Uberlândia, v. 23, n.4, p.29-39, Out/Dez. 2007.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ. **Potencialidades e Fragilidades das Rochas do Estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2005.

SILVA JUNIOR, Carlos A.; BOECHAT, Cácio L.; CARVALHO, Laércio A. **Atributos Químicos do solo sob conversão de floresta amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil**. Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 566-572, Jul/Ago. 2012.

SOUSA, Djalma M. G.; LOBATO, E. **Latossolos**. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html>. Acesso em: 22 maio 2015.

TONIN, Fábio. **Permeabilidade dos solos**. 2013. Disponível em: <<https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2013/04/aula-7-e-8-permeabilidade-dos-solos.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2015.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos Solos**. São Paulo: Ed McGraw-Hill do Brasil, 1978. 509 p.

Vaz, L. F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rochas em regiões tropicais. **Revista Solos e Rochas**. São Paulo, v.19, n. 2, p. 117-136, dez. 1996.

ZARONI, Maria J.; SANTOS, H. G. **Argissolos**. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_7_2212200611538.html>. Acesso em: 25 maio 2015.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Classificação do perfil dos solos**. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_5_2212200611537.html>. Acesso em: 15 jan. 2015.

ZARONI, Maria J.; SANTOS, H. G. **Latossolos**. 2015. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_11_2212200611540.html. Acesso em: 22 maio 2015.

ZARONI, Maria J.; SANTOS, H. G. **Neossolos**. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_16_2212200611542.html>. Acesso em: 22 maio 2015.

ZIMBACK, Célia R. L. **Formação dos solos**. 2003. Disponível em: <<file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Apost.Forma%C3%A7%C3%A3osolo.pdf>> . Acesso em: 25 maio 2015.