

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CÂMPUS DOIS VIZINHOS

CLEVERSON DE MEDEIRA

**USO DO GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE
VARIÁVEIS AMBIENTAIS E VOLUME DE MADEIRA EM TALHÃO
DE *Pinus elliottii* EM DOIS VIZINHOS-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2015

CLEVERSON DE MEDEIRA

**USO DO GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE
VARIÁVEIS AMBIENTAIS E VOLUME DE MADEIRA EM TALHÃO
DE *Pinus elliottii* EM DOIS VIZINHOS-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof.^a Dra.^a Fabiani das Dores Abati Miranda

Co-orientador: Prof. Dr. Mauricio R. Gorenstein

DOIS VIZINHOS

2015

M488u Medeira,Cleverson de.
 Uso do geoprocessamento no estudo da relação entre
 variáveis ambientais e volume de madeira em talhão de *Pinus*
 elliottii em Dois Vizinhos- PR / Cleverson de Medeira – Dois
 Vizinhos :[s.n], 2015.

57f.:il.

 Orientadora: Fabiani Das Dores Abati Miranda
 Co-orientador: Mauricio Romero Gorenstein
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
 Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2015.
 Bibliografia p.52-57

 1.Levantamentos florestais. 2.Fertilidade do solo 3.Solos-
 umidade I.Miranda, Fabiani das Dores Abati, orient.
 II.Gorenstein, Mauricio Romero, co-orient. III.Universidade



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

USO DO GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E VOLUME DE MADEIRA EM TALHÃO DE *Pinus elliottii* EM DOIS VIZINHOS-PR

por

CLEVERSON DE MEDEIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 09 de fevereiro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dra.^a Fabiani das Dores Abati Miranda

Orientadora

Prof. Dr. Eleandro José Brun

Membro titular (UTFPR)

Prof. Da Veridiana Padoin Weber Membro titular (UTFPR)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais João e Teresinha, aos meus irmãos Cleber e Gabriel, a minha cunhada Ana e a minha namorada Flávia que sempre buscaram me incentivar aos estudos estando ao meu lado em todos os momentos de sucesso e dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado o dom da vida e a oportunidade de obter um diploma de graduação, pois sem ele nada disso seria possível.

Agradeço também aos meus pais João e Teresinha que sempre estiveram ao meu lado me apoiando em todas as decisões tomadas, incentivando aos estudos, aconselhando-me.

Agradeço aos meus irmãos Cleber e Gabriel, e minha cunhada Ana, pelos incentivos que foram de grande importância na minha vida acadêmica, também agradece a minha namorada Flávia pela paciência do dia – a – dia, companheirismo e incentivos ao sucesso.

Agradeço aos meus amigos (as): Bruna, Géssica, Greisa, Jean, Kiel, Larissa, Mayara, Paula, Sandra, Sidinei e Tamara, que participaram de forma direta e indireta na minha graduação, e aos amigos: Mauricio, Gabriel, David e Roque, que colaboraram na execução deste trabalho, pois exigiu tempo e mão de obra e sem eles com certeza este trabalho não teria uma conclusão.

Também agradeço aos professores da Graduação pelos conhecimentos adquiridos ao longo desses cinco anos, pois sem os nossos mestres e doutores com certeza não estaria saindo da faculdade com os objetivos alcançados.

Dentre os professores, agradeço principalmente a Prof^ª. D^ªFabiani das Dores Abati Miranda, que se dispôs a me orientar, pela paciência e dedicação ao meu trabalho de conclusão de curso, sendo competente e eficaz.

Ao Prof. Dr. Mauricio R. Gorenstein que me co-orientou se dispondo também a ajudar integralmente e intervindo sempre que fosse necessário.

Aos professores que participaram da banca de qualificação, por suas sugestões inestimáveis: Dr. Eleandro José Brun e D^ªVeridiana Padoin Weber.

Aos Professores, Dr. Laércio Ricarco Sartor e Dr. Edgar de Souza Vismara, que colaboraram com seus conhecimentos na execução desse trabalho.

Finalmente, agradeço a todos de forma geral que me ajudaram a transpor barreiras e dificuldades durante a vida acadêmica, para que eu pudesse alcançar o sucesso nessa etapa de minha vida.

EPIGRAFE

**“O sucesso normalmente vem para quem está
ocupado demais para procurar por ele”
(Henry David Thoreau)**

RESUMO

MEDEIRA, Cleverson. **Uso do Geoprocessamento no estudo da relação entre variáveis ambientais e o volume de madeira em um talhão de *Pinus elliottii* em Dois Vizinhos-PR.** 2015. 50f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos- PR.

O Geoprocessamento tem se tornado importante ferramenta para o planejamento de florestas plantadas. Baseando-se nesse fato, o presente trabalho de conclusão de curso teve como finalidade avaliar os efeitos da luminosidade, umidade e fertilidade do solo no volume das árvores em um talhão de *Pinus elliottii* var. *elliottii* do Câmpus da UTFPR-DV, utilizando ferramentas de Geoprocessamento. Realizou-se um mapa com a delimitação da área, utilizando-se o GPS topográfico. Em seguida, foi realizado um inventário florestal na forma de censo, onde foram coletados dados quantitativos (altura e diâmetro à altura do peito (DAP)), e foi determinada a posição de cada indivíduo utilizando uma estação total. A área foi dividida em 12 parcelas, onde foi coletada uma amostra de solo por parcela, em diferentes profundidades, de 0-20 e 20-40 cm. Essas amostras foram levadas para análise química e análise de umidade. Na obtenção da luminosidade incidente no povoamento, foi utilizado o luxímetro com medidas realizadas em três dias consecutivos, nos mesmos pontos da coleta de solo, e a pleno sol para servir como testemunha. Calculou-se a média aritmética dos valores obtidos em cada ponto, dividida pela média dos valores obtidos a pleno sol. Os dados coletados foram acrescentados em um banco de dados, para análises e geração dos mapas, sendo utilizado um programa específico para Sistemas de Informação Geográfica, bem como, elementos cartográficos como variáveis visuais, sistema de referência, sistema de projeção e escala. Obteve-se uma amplitude volumétrica variando de 0,0130 a 1,8951 m³ por árvore. Notou-se que existem problemas nutricionais no talhão, em todas as parcelas, elementos fundamentais como fósforo (P), Potássio (K), matéria orgânica (MO), estão em quantidades inferiores ao exigido pela cultura, e o talhão está com níveis de acidez. Foi encontrado -0,128 para correlação de Person entre umidade do solo e o volume, assim não as correlacionando. Foi encontrada uma correlação de 0,51564, com significância de 4,049% entre luminosidade e volume, então, as parcelas com as maiores incidências de luminosidade tiveram o maior volume médio por árvore, isso sem considerar as parcelas que sofreram intervenções dias antes das coletas. Dentre estas a parcela 2 tem o maior volume médio por árvore 0,6033m³, e maior incidência de luminosidade 12,25 Lux, já a parcela 7 foi a que teve menor volume 0,3181m³ e menor incidência de luminosidade 1,06 Lux. Portanto conclui-se que dentre as variáveis ambientais estudadas, a incidência de luminosidade foi a variável que apresentou a maior correlação com o volume de madeira no talhão de *Pinus elliottii* da UTFPR-DV.

Palavras chaves: Inventário florestal. Luminosidade. Fertilidade do solo. Umidade do solo.

ABSTRACT

Medeira, Cleverson. **Use of GIS in the study of the relationship between environmental variables and the volume of wood in a pine stand *elliottii* in Dois Vizinhos-PR.** 2014. 50f. Completion of course work (Graduation in Forestry) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos- PR.

The GIS has become an important tool for planning of planted forests. Based on this fact, this course conclusion work was to evaluate the effects of light, moisture and soil fertility in the volume of trees in a stand of *Pinus elliottii* var. *elliottii* the Campus UTFPR-DV using GIS tools. This was a map with the delimitation of the area, using the topographic GPS. Then, there was a forest inventory in the form census, which were collected quantitative data (height and diameter at breast height (DBH)), and was given the position of each individual using a total station. The area was divided into 12 plots, where he collected a soil sample per plot in different depths of 0-20 and 20-40 cm. These samples were taken for chemical analysis and moisture analysis. In obtaining the incident light in the stand, we used the light meter with measurements performed on three consecutive days, at the same points of the soil collection, and full sun to serve as a witness. The arithmetic mean was calculated from the values obtained at each point, divided by the average of the values obtained in full sun. Data were added in a database for analysis and generation of maps, a specific program for Geographic Information Systems in use, as well as cartographic elements such as visual variables, reference system, projection and scale system. Obtained as a volumetric scale ranging from 0.0130 to 1.8951 m³ per tree. It was noted that there are nutritional problems in the field, all plots, key elements such as phosphorus (P), Potassium (K), organic matter (OM), are less than the required by the culture, and the plot is with levels of acidity. Was found to -0.128 correlation Person between soil moisture and volume, so do not correlate. A correlation of 0.51564 was found, with a significance of 4.049% between brightness and volume, then the plots with the highest incidences of light had the highest average volume per tree, not to consider the plots that suffered interventions days before the collections. Among these the portion 2 has the highest average volume per tree 0,6033m³, and higher incidence of brightness 12.25 Lux, since the portion 7 was the one with lower volume 0,3181m³ and lower incidence of light 1.06 Lux. Therefore it is concluded that among the environmental variables studied, the incidence of light was the variable with the highest correlation with the volume of wood in the field of *Pinus elliottii* UTFPR-DV.

Key words: Forest inventory. Luminosity. Soil fertility. Soil moisture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Variáveis visuais	12
Figura 2: Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica	15
Figura 3: Croqui do Câmpus da UTFPR- Dois Vizinhos.....	21
Figura 4: Croqui com a divisão das parcelas	22
Figura 5: Croqui exibindo localização de todos os indivíduos de <i>Pinus elliottii</i> do talhão do remanescente florestal	28
Figura 6: Croqui com os pontos de coleta, utilizados na obtenção das variáveis ambientais ..	29
Figura 7: Croqui exibindo as diferenças de volumes das árvores	30
Figura 8: Croqui exibindo resultados das diferenças de volume médio por árvores, nas parcelas.	32
Figura 9: Croqui com as classes de umidade, juntamente com o volume de madeira.	37
Figura 10: Croqui com as classes de luminosidade, juntamente com o volume de madeira....	39
Figura 11: Croqui com as classes de luminosidade, juntamente com o volume de madeira nas parcelas que não sofreram intervenções antes da coleta dos dados da luminosidade.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Divisão das classes volumétricas dos indivíduos de <i>Pinus elliottii</i> , do talhão do remanescente florestal, para elaboração dos mapas.	30
Tabela 2: Volume médio por árvore, por parcela, de um povoamento de <i>Pinus elliottii</i> em Dois Vizinhos, Paraná.	31
Tabela 3: Divisão do volume médio das parcelas em 5 classes.	32
Tabela 4: Disponibilidade nutricional e elementos da fertilidade no solo.	33
Tabela 5: Matriz de correlação linear de Pearson (Química do solo)	35
Tabela 6: Dados de umidade do solo nas parcelas do talhão de <i>Pinus elliottii</i>	36
Tabela 7: Matriz de correlação linear de Pearson (Umidade)	36
Tabela 8: Divisão das classes de umidade (%) por parcela, dentro do talhão de <i>Pinus elliottii</i> do Remanescente Florestal, da UTFPR-DV.	37
Tabela 9: Luminosidade incidente nas parcelas do talhão de <i>Pinus elliottii</i>	38
Tabela 10: Matriz de correlação linear de Pearson (Luminosidade)	38
Tabela 11: Divisão da incidência de luminosidade em 4 classes.	39
Tabela 12: Matriz de correlação linear de Pearson (Luminosidade)	40
Tabela 13: Divisão da incidência de luminosidade em 4 classes.	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 OBJETIVO	6
1.1.1 Objetivo geral	6
1.1.2 Objetivos Específicos	7
1.1.3 JUSTIFICATIVA	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 GEOPROCESSAMENTO	9
2.1.1 Sistema Geodésico de Referência.....	9
2.1.2 Mapas	10
2.1.3 Variáveis Visuais.....	11
2.2 COLETA DE DADOS EM CAMPO	13
2.2.1 Posicionamento GPS	13
2.2.2 Levantamentos topográficos com estação total	14
2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	14
2.3.1 Banco de Dados	15
2.3.2 Análise de Dados	16
2.4 INVENTÁRIO FLORESTAL.....	17
2.4.1 Censo	17
2.4.2 Precisão e Acuracidade.....	17
2.5 VARIÁVEIS AMBIENTAIS	18
2.5.1 Umidade do Solo	18
2.5.2 Nutrientes do Solo	18
2.5.3 Luminosidade	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
3.2 METODOLOGIA.....	22
3.2.1 Delimitação da Área e das parcelas	22
3.2.2 Inventário Florestal e Determinação de Cada Indivíduo	23
3.2.3 Análise Química do Solo.....	24
3.2.4 Análise da Umidade do Solo	25
3.2.5 Avaliação da Luminosidade	26
3.2.6 Avaliação das Variáveis Ambientais no Volume	26

3.2.7 Banco de Dados e Mapas	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO SIG	28
4.2 INVENTÁRIO FLORESTAL.....	29
4.3 FERTILIDADE DO SOLO	33
4.4 UMIDADE DO SOLO	35
4.5 LUMINOSIDADE	38
5 CONCLUSÃO.....	43
6 APÊNDICES	51

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da demanda por produtos florestais madeireiros, empresas e Universidades buscam desenvolver tecnologias a fim de maximizar o rendimento na produção de madeira (CANAVESI et al, 2010, p. 539). Espécies de rápido crescimento, tais como *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. têm sido bastante utilizadas na silvicultura brasileira, pois possibilitam uso da madeira para diversos fins (BOLFE et al., 2004, p.105).

No planejamento do manejo florestal são utilizadas ferramentas capazes de monitorar as condições de incremento do volume em florestas plantadas. Para isso, usa-se o inventário florestal como instrumento informativo de volume de madeira em uma floresta (PEREIRA, 2009, p. 1). Através do inventário florestal, é possível obter dados de volume total e volumes comerciais para fins específicos, assim como seus incrementos ao longo de um intervalo de tempo.

Para que ocorra um bom incremento em volume, uma floresta depende de materiais genéticos de qualidade e de fatores ambientais favoráveis como: luminosidade, tipo de solo, água, disponibilidade de nutrientes, declividade, dentre outros (HUSCH, 1982, p. 229).

A luz é um dos principais fatores físicos ligados ao desenvolvimento das plantas, que no processo de fotossíntese fixam o dióxido de carbono do meio e liberam oxigênio. Através desse processo, as plantas capturam energia do sol e transformam em biomassa (ROMANO, 2001, p. 4).

A umidade do solo é essencial ao desenvolvimento das plantas, não apenas pelo abastecimento de água, mas ainda, pelo efeito causado sobre a mobilização e absorção de nutrientes e também sobre a microflora e fauna do solo. A deficiência de umidade do solo colabora para o mau aproveitamento de nutrientes, reduzindo a atividade biológica (RIGATTO, 2002, p. 12).

Os nutrientes minerais são extremamente importantes para o desenvolvimento de uma floresta, pois estão presentes no solo, sendo de grande importância realizar análises laboratoriais, a fim de observar a quantidade disponível de nutrientes nos diferentes pontos do povoamento. Schumacher e Pggiani (1993, p. 30) dizem que espécies florestais de rápido crescimento apresentam um elevado acúmulo de nutrientes na sua

biomassa, baixando o estoque no solo, demonstrando em curto prazo problemas nutricionais, principalmente relacionados aos elementos cálcio e potássio.

A declividade é outro fator de relevância na produção de espécies florestais, pois ela determina certa quantidade de luminosidade incidente no povoamento. Isso beneficia algumas árvores, que recebem maior quantidade de radiação solar (VENTUROLI et al., 2011, p. 477). A declividade também influencia a quantidade de nutrientes disponíveis no solo nos diferentes pontos, devido ao escoamento da água e processos erosivos.

Portanto, estudos que avaliam como esses fatores influenciam o crescimento das árvores são fundamentais para direcionar o manejo florestal e realizar um planejamento adequado dos tratos silviculturais em florestas plantadas.

Atualmente, torna-se viável a realização de estudos em floresta plantada utilizando-se ferramentas de Geoprocessamento. Através do mapeamento das árvores individuais, obtêm-se a sua localização no talhão e verifica-se a relação com as variáveis ambientais, tornando possível avaliar como essas variáveis influenciam no crescimento da árvore, conseqüentemente, da floresta como um todo.

O Geoprocessamento vem, portanto, contribuir para a gestão do espaço geográfico. Isso inclui todas as intervenções necessárias a uma melhor administração da área, como a medição e o mapeamento, bem como um cadastro eficiente para que os dados estejam sempre atualizados. Além da confiabilidade dos mesmos para a utilização no banco de dados espaciais (BDG), permitindo assim, consultas e análises dos dados na forma de mapas (CARVALHO et al., 2012, p. 114-115).

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos da luminosidade, umidade e fertilidade do solo no volume das árvores em um povoamento de *Pinus elliottii* do Câmpus da UTFPR Dois Vizinhos-PR, utilizando ferramentas de Geoprocessamento.

1.1.2 Objetivos Específicos

Este projeto tem por objetivos específicos:

- a) Realizar o mapeamento da área para demarcar todo o povoamento;
- b) Realizar um inventário florestal na forma de censo, georreferenciando todos os indivíduos de *Pinus elliottii*;
- c) Avaliar dados de umidade e fertilidade do solo, em todas as 12 parcelas do povoamento;
- d) Avaliar dados de luminosidade nos mesmos pontos da coleta de solo;
- e) Implementar um banco de dados com as informações relativas a cada indivíduo;
- f) Elaborar mapas que auxiliem na avaliação dos efeitos das variáveis ambientais no crescimento em volume.

1.1.3 JUSTIFICATIVA

Com a crescente demanda por produtos florestais, na atualidade, é de grande importância realizar estudos relacionados à produtividade de florestas plantadas. A finalidade inicial da produção madeireira de florestas plantadas, no Brasil, era fornecer matéria prima para o setor de papel e celulose. Porém, as áreas ocupadas com florestas nativas estavam se acabando, com isso aumentou também a demanda de *Pinus* sp. na produção de madeira para serrarias, e laminação, e no setor moveleiro (OLIVEIRA, 1995, p. 1).

Como as florestas plantadas necessitam de um planejamento para realizar o manejo florestal e obter informações referentes ao estoque de madeira, então se realiza o inventário florestal, como informativo de dados qualitativos e quantitativos. As informações geralmente se referem ao volume da floresta e podem ser realizadas por procedimentos de amostragem ou censo (MELLO et al., 2009, p. 158).

O censo florestal é uma importante ferramenta para avaliar os efeitos causados por variáveis ambientais no volume do povoamento. Pois, como todas as árvores serão

medidas, consegue-se observar os efeitos ambientais relativos a cada microclima dentro do povoamento. Ortiz (2003, p. 1) diz que técnicas de Geoprocessamento são importantes ferramentas na identificação das variáveis que afetam a produtividade florestal, pela sobreposição, cruzamento e regressão no Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para a realização do Geoprocessamento, VETTORAZZI e FERRAZ (2000, p. 70) dizem que a coleta de dados deve ser apoiada por um sistema de posicionamento por satélite, para o georreferenciamento dos dados.

A inclusão dos dados espaciais e atributos possibilita a confecção de mapas temáticos, obtendo uma melhor visualização e comunicação, diferenciando dos topográficos, por representar fenômenos de qualquer natureza, distribuídos pela superfície terrestre como: variáveis ambientais e volume (ARCHELA e THÉRY, 2008, p. 3).

Existem poucos estudos que avaliam a influência de variáveis ambientais relacionadas ao volume utilizando ferramentas de Geoprocessamento. Com base nesse trabalho, outras pesquisas podem ser realizadas futuramente nas áreas de Manejo Florestal, solos, climatológicas, Geoprocessamento, dentre outras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GEOPROCESSAMENTO

A utilização do Geoprocessamento no monitoramento da produção florestal permite a geração de um banco de dados, que consegue comparar os efeitos das variáveis ambientais, relacionando-as com o volume, assim, facilitando o manejo e administração dos recursos florestais.

O Geoprocessamento aborda várias técnicas empregadas na coleta, armazenamento, processamento, análise e representação de dados, possíveis de serem referenciados geograficamente. Técnicas essas que podem ser Topográficas, Cartográficas, Levantamento Geodésico, Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e utilização de Sensoriamento Remoto (VETTORAZZI, 1996, p. 45).

2.1.1 Sistema Geodésico de Referência

Os Sistemas Geodésicos de Referência (SGR) permitem que se façam localizações espaciais de qualquer objeto na superfície terrestre. Tem sua definição utilizando um elipsóide de referência, posicionado e orientado de acordo com a superfície da terra. Ajustando às dimensões da Terra, orientado e constituindo um referencial adequado para a atribuição de coordenadas a pontos sobre a superfície física. Ou seja, materializando os Sistemas Geodésicos com pontos (estações) com coordenadas conhecidas (DALAZOANA, 2001, p. 7).

Esse conjunto de estações na superfície terrestre, cujas posições foram determinadas, respeitando um sistema coordenado, forma as chamadas malhas ou redes geodésicas, que ajustam uma forma de representação pontual da superfície física da terra.

De acordo com DALAZOANA (2001, p. 7), devido à evolução tecnológica ocorreu um melhoramento nos (SGR), portanto, aumentou a precisão dos dados e

facilitou a coleta desses dados. Porém, devem-se realizar transformações matemáticas entre os sistemas, para que não ocorram erros nas medições.

Existem, oficialmente, dois sistemas de referência adotados nos dias atuais em nosso país. O Sistema SAD69, que é o mais clássico, adotado para estabelecimento de um sistema geodésico, tal que o respectivo elipsóide apresentasse “boa adaptação” regional ao geóide. Serviu para a integração dos dados dos países da América do sul. O Elipsóide de Referência utilizado foi o GRS67, com posicionamento por parâmetros topocêntricos (IBGE, 2014).

E o Sistema SIRGAS 2000, de visão moderna. Como as demais técnicas de posicionamento geodésico atingiram um alto grau de precisão, tornou-se necessária a adoção de sistemas de referência para a América do Sul, que possibilitem um georeferenciamento global, de forma a compatibilizar e promover a integração das informações internacionalmente considerando a variação temporal das coordenadas de acordo com a dinâmica terrestre, de forma a tomar vantagem da alta precisão oferecida pelos atuais sistemas de posicionamento global (DALAZOANA, 2001, p. 39).

Dessa maneira, o sistema geodésico de referência desejado para a América do Sul deveria ter um elipsóide cuja sua origem coincidisse com o centro de massa da Terra, materializada por estações que dessem a ele um caráter tridimensional, ou seja, geocêntrico. Portanto, o Projeto SIRGAS surgiu com o objetivo da adoção de um sistema de referência compatível com as técnicas de posicionamento global, dadas por sistemas desta natureza como o GPS, sem a necessidade de transformação entre os dois referenciais. Até 2015, os sistemas SAD69 e SIRGAS2000 serão utilizados conjuntamente, após isso, será utilizado apenas o sistema SIRGAS2000 (IBGE, 2014).

2.1.2 Mapas

Segundo Gonçalves (2001, p. 17), uma das principais vantagens dos softwares utilizados em SIG é que os mesmos possibilitam a ligação com uma tabela de dados alfanuméricos, permitindo assim que esses dados sejam utilizados na elaboração de mapas temáticos. Portanto, com suas feições definidas e com os dados inseridos em um banco de dados, é possível a criação de mapas temáticos desejáveis.

Lisboa Filho (1995, p. 15) comenta que os mapas tem sido a principal fonte de dados para um SIG, representado por escala e desenvolvidas em um plano. E que devem ser classificados em grupos onde as características sejam incluídas no mapa, simplificando o entendimento.

Segundo Sampaio e Théry (2008, p. 3), a elaboração de mapas temáticos abrange as seguintes etapas: coleta de dados, análise, interpretação e representação das informações. Os mapas temáticos são elaborados com a utilização de técnicas que objetivam a melhor visualização e comunicação, representando fenômenos de qualquer natureza, geograficamente distribuídos sobre a superfície terrestre.

Para a elaboração de mapas, existem alguns pontos importantes a destacar: conhecer o usuário e as necessidades dos mapas; definir as informações a serem mapeadas; classificação das informações temáticas; material fonte; linguagem cartográfica e aplicação dos símbolos cartográficos no mapa. Deve-se observar sempre a escala e a projeção utilizada. Portanto, um mapa temático deve mostrar determinado fenômeno geográfico, utilizando símbolos gráficos, planejados para facilitar a compreensão de diferenças, semelhanças e possibilitar a visualização de correlações pelo usuário (SAMPAIO e THÉRY, 2008, p. 3).

2.1.3 Variáveis Visuais

O estudo sobre variáveis visuais começou-se por Bertin no ano de 1967 (Figura 1), onde ele observou as diferentes formas enxergadas pelo olho humano e isso ocasionou uma comunicação muito mais eficaz aos mapas. Como os mapas são bidimensionais, podemos diferenciar as feições cartográficas usando apenas as primitivas gráficas como ponto, linha e área. Essas variações gráficas são realizadas na cartografia pelas variáveis visuais.

Implantation	Pontual	Linear	Zonal
Forma ≡			
Tamanho Q			
Orientação ≠ ≡			
Cor ≠ ≡	Uso das cores puras do espectro ou de suas combinações. Combinação das três cores primárias cian, amarelo, magenta (tricomia).		
Valor ≠ O			
Granulação ≠ ≡ O			

Valor da percepção

≡ associativa ≠ seletiva O ordenada Q quantitativa

Figura 1: Variáveis visuais

Fonte: JOLY (2005, p. 73)

A variável visual tamanho corresponde à variação do tamanho do ponto, de acordo com a informação quantitativa; a variável visual (valor) pressupõe a variação da tonalidade ou de uma sequência monocromática; a (granulação) corresponde à variação da repartição do preto no branco, onde se deve manter a mesma proporção de preto e de branco; a variável visual (cor) significa a variação das cores, sem variação de tonalidade, tendo as cores à mesma intensidade. O uso do azul-claro, azul médio e azul escuro corresponde à variável (valor). A variável visual (orientação) corresponde às variações de posição entre o vertical, o oblíquo e o horizontal e, por fim, a (forma), agrupa todas as variações geométricas ou não (SAMPAIO e THÉRY, 2008, p. 3).

2.2 COLETA DE DADOS EM CAMPO

2.2.1 Posicionamento GPS

Uma técnica existente na coleta de dados em Geoprocessamento consiste no uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS), sistema esse desenvolvido pelo governo Norte Americano. Segundo Vettorazzi (1996, p. 2) pode-se dizer que o posicionamento por meio do GPS baseia-se na triangulação a partir de satélites. E essa triangulação ocorre pela diferença de tempo que um sinal de rádio leva para percorrer a distância entre os satélites e o receptor. Para que essa triangulação ocorra e os dados recebidos sejam de qualidade é importante que se tenha sinal de no mínimo quatro satélites, ideal que sejam cinco.

O posicionamento diz respeito à determinação da posição de objetos relacionado a um referencial específico, ou seja, é o termo genérico padrão para sistemas de navegação por satélite, fornece posicionamento geo-espacial com cobertura global. Pode ser absoluto, quando as coordenadas estão diretamente associadas ao centro, e relativo, quando as coordenadas são determinadas em relação a um referencial materializado com coordenadas conhecidas. O posicionamento por GNSS pode ser realizado por diferentes métodos e procedimentos (MONICO, 2007, p. 279).

No método do Posicionamento Relativo, as coordenadas de interesse são geradas a partir de um ou mais pontos de coordenadas conhecidas. Portanto, necessita-se de dois ou mais receptores GNSS coletando dados simultaneamente. No método de posicionamento relativo estático, os receptores dos vértices de referência e os receptores dos vértices de interesse precisam permanecer estáticos durante todo o levantamento, estendendo a sessão de rastreamento por um longo período. No posicionamento relativo cinemático, enquanto um ou mais receptores estão estacionados nos vértices de referência, os receptores que coletam dados dos pontos de interesse continuam em movimento, formando um conjunto de coordenadas (INCRA, 2013, p. 7-10).

2.2.2 Levantamentos topográficos com estação total

O aparelho Estação Total é um teodolito eletrônico com medida angular e com uma medida de distância eletrônica linear, além de um processador matemático, associados em um mesmo aparelho. Portanto, esse tipo de equipamento mede direções horizontais, ângulos verticais e distâncias inclinadas, podendo calcular os dados em: distâncias horizontais, elevações e coordenadas dos pontos visados (MIRANDA, 2007, p. 11).

Segundo Gomes (2006, p. 23), a capacidade de armazenar os dados observados elimina os erros de anotação e as possibilidades do próprio aparelho em efetuar os cálculos aperfeiçoam os trabalhos de campo. Porém, devem-se observar a precisão dos dados desse tipo de equipamento e sua manipulação. A maioria das Estações Totais dispõe de compensadores eletrônicos que permitem a correção automática desse erro.

Os levantamentos empregando esse equipamento são realizados através de dos métodos de poligonização e de irradiação. A poligonização é um dos métodos mais empregados para a determinação de coordenadas de pontos, ela permite através da mediação de ângulos e distâncias, de uma orientação inicial e uma coordenada de partida, determinar as coordenadas de pontos da poligonal. Já o método de irradiação permite através de medidas de ângulos e distâncias determinarem as coordenadas das feições de interesse do terreno.

2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Nos dias atuais, o emprego das ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem sido muito utilizado em vários órgãos e instituições, por haver uma boa gestão em diferentes níveis, além de apresentar aplicações práticas em projetos territoriais (FELGUEIRAS, 1999, p. 27). Com ele podem-se realizar análises aplicadas ao setor florestal, meio ambiente, agricultura, recursos hídricos, entre outros.

Segundo Felgueiras (1999, p. 27) o Sistema de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para realizar o tratamento computacional de dados geográficos, além de

recuperar informações baseadas em características alfanuméricas e também através de sua localização espacial.

O SIG nada mais é que um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, que integra os dados, equipamentos e pessoas, e que tem por objetivo coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados (CÂMARA et al. 1996, p. 23).

Câmara (1996, p. 25) diz que, em uma visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes, distribuídos conforme a figura 2.

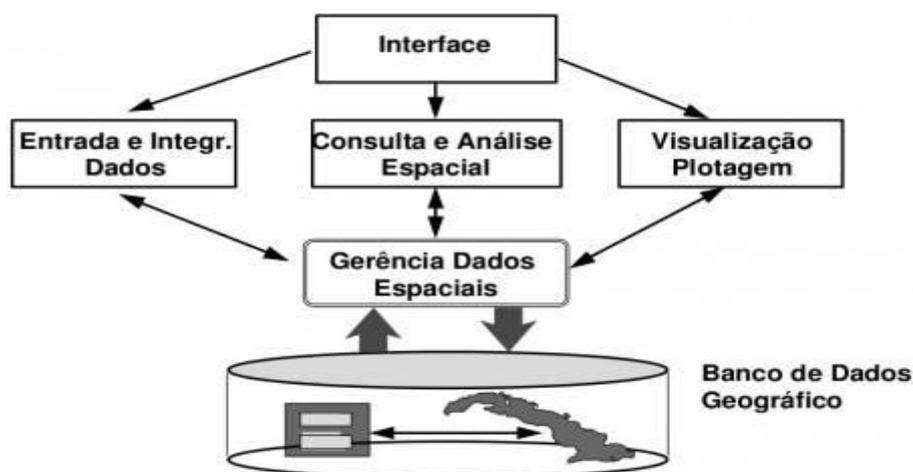


Figura 2: Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica

Fonte: Câmara et al (1996, p. 26)

Kurimori (2012, p. 3) diz que uma das mais importantes características do SIG é abranger a natureza dos dados geográficos, localização no espaço e atributos descritivos, em um banco de dados capaz de relacionar espacialmente os diferentes objetos.

2.3.1 Banco de Dados

Como áreas de produção florestal geralmente são muito extensas torna-se importante dispor de um banco de dados seguro. De acordo com Assad e Sano (1998, p. 35-37), banco de dados é um conjunto de arquivos estruturados, com o objetivo de

facilitar o acesso a conjuntos de informações que descrevem informações de interesse. Portanto, as informações são possíveis de serem sistematizadas por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento.

Existem duas formas de dados em um SIG, podem ser os espaciais e atributos. Os dados espaciais são aqueles que têm uma dimensão geográfica georreferenciada, vinculada à superfície terrestre. Miranda (2010, p. 124) diz que as representações geográficas se estruturam a partir de organizações primitivas como: ponto, linhas e polígonos. Já os atributos referem-se às características das feições levantadas em campo, ou seja, cada feição pode ter vários atributos e que serão armazenadas nos bancos de dados. Exemplo: uma casa pode ter atributos de cor, tamanho, número de habitantes, etc. (MONICO, 2007, p. 410).

2.3.2 Análise de Dados

Sendo uma das partes mais importantes do SIG, a análise dos dados permite gerar consultas elaboradas para a necessidade do usuário.

Segundo Moraes (2003, p. 9), a consulta espacial incide em um processo de pesquisa ao banco de dados de um Sistema de Informação Geográfica. Buscam-se objetos geográficos que atendam a determinadas condições e restrições feitas as variáveis do banco de dados, por meio de expressões lógicas.

Podem ser relacionados esses dados espaciais aos componentes cartográficos, como linha, ponto e polígonos. São usados para representar as complexas entidades da realidade. As consultas podem ser explicadas como uma superposição ou sobreposição. Os objetos espaciais nada mais são que as representações das entidades do mundo real, armazenadas no BD Geográfico.

Assim o SIG deve ser capaz de manusear dados espaciais e restaurar informações com base em conceitos como proximidade, pertinência a uma área, interseção entre objetos, etc. (LISBOA FILHO, 1995, p. 48).

2.4 INVENTÁRIO FLORESTAL

2.4.1 Censo

O censo ou inventário 100% consiste em um levantamento quantitativo e qualitativo, compreendendo a localização, identificação e avaliação de todas as árvores de um povoamento, recomendado principalmente em pequenas áreas, devido ao seu custo elevado. De acordo com Souza (2007, p. 10), este tipo de inventário, apesar de fornecer a mensuração completa da população e não utilizar de métodos amostrais, pode conter erros não amostrais. Os erros não amostrais são de difícil detecção, geralmente são atrelados a erros de medição. O censo é utilizado como ferramenta de gestão dos recursos florestais existentes em um povoamento, quantificando o estoque das árvores em pé em pequenos povoamentos, para posterior planejamento de corte.

Para a estimativa das árvores em pé precisa-se obter dados como: Diâmetro a altura do peito (DAP) e altura (H). O diâmetro é medido a 1,30 m de altura do solo, pode ser medida também por Circunferência a altura do peito (CAP) e posterior convertido para DAP. Onde $DAP = CAP/3,1416$.

2.4.2 Precisão e Acuracidade

A precisão é o erro das estimativas, sem considerar a importância dos erros não amostrais, então, refere-se ao tamanho dos desvios da amostra em relação à média estimada, obtido quando refeitos os procedimentos de amostragem. A acuracidade expressa o tamanho dos desvios da estimativa amostral em relação à média paramétrica da população (μ), incluindo os erros não amostrais (MANTOVANI et al., 2005, p. 5). Portanto, preocupa-se muito mais com a acuracidade, pois ela pode ser obtida a uma precisão desejável, extinguido ou diminuindo os erros não amostrais.

2.5 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

2.5.1 Umidade do Solo

As atividades relacionadas a florestas geram um ciclo completo da água, que após precipitar sobre o solo, é absorvida pelas raízes e, por evapotranspiração, retorna para a atmosfera, precipitando-se novamente sobre o solo (VITAL, 2007, p. 241).

A água é um bem extremamente necessário na produção florestal, um bom índice pluviométrico na região de um povoamento florestal é um importante fator a se observar. Segundo Vital (2007, p. 241), o plantio de espécies exóticas não interfere no clima local e sim irá alterar o microclima, grau de flexibilidade do solo por causa da cobertura vegetal (dossel), bem como a velocidade do vento, ocasionando aumento da umidade e queda de temperatura.

Reichard (1985) citado por Buske (2013, p. 14), dizem que o solo é um importante reservatório de água, armazenando temporariamente, assim, fornecendo as plantas de acordo com suas necessidades.

O conteúdo de água no solo é a quantidade de água armazenada até uma determinada profundidade, podendo ser obtido pela relação entre o volume de água e volume do solo, ou pela relação entre, a massa da água e a massa do solo, com os resultados mostrados em porcentagem (BUSKE, 2013, p. 23).

2.5.2 Nutrientes do Solo

Nos dias atuais, com o avanço tecnológico e aplicação indiscriminada de produtos químicos (adubos e agrotóxicos), o ser humano, a fim de aumentar a produtividade, está intervindo sobre os ecossistemas naturais. Porém, isso vem interferindo negativamente nos ecossistemas provocando uma crescente degradação no solo (POGGIANI et al., 1998, p. 34)

Segundo Poggiani et al. (1998, p. 35), as florestas plantadas constituem-se em uma forma apropriada do uso do solo, são menos impactantes do que qualquer outra cultura intensiva. Mesmo assim, as florestas plantadas, geralmente com espécies de rápido crescimento, acabam retirando uma quantidade de nutrientes do solo considerável.

Quando se pensa em plantações florestais destinadas a produzir elevadas quantidades de biomassa para fins industriais ou energéticos, o conceito amplamente difundido de que as florestas podem manter indefinidamente uma elevada produtividade, deve ser repensado em função de uma visão mais realista, principalmente nas regiões tropicais onde as atividades humanas estão destruindo vários ecossistemas e empobrecendo de forma estrondosa os solos (POGGIANI, 1980, p. 1).

É importante a preocupação do setor florestal em adotar práticas de manejo ambientalmente saudáveis, garantindo a sustentabilidade da produção florestal. Analisando o solo como um dos principais componentes relacionado à produção de madeira, sendo responsável pelo suprimento de água e de nutrientes para as plantas, e a conservação ou a melhoria da sua qualidade é vital para sustentação dessa atividade produtiva. Embora de as práticas de manejo florestal sejam baseadas nas melhores informações e experiências disponíveis, em muitos casos, o principal critério utilizado em sua definição é a sua relação com a produtividade (CHAER E TÓTOLA, 2007, p. 1383).

A manutenção da produção florestal depende da quantidade e do fluxo de nutrientes no ecossistema. Para isso, precisa-se definir uma boa estratégia e planejamento do manejo florestal empregado, além de, deixar nos solos resíduos provenientes dos tratamentos silviculturais.

2.5.3 Luminosidade

A vida na Terra em sua totalidade é sustentada pela quantidade de energia irradiada pelo sol e circulante na biosfera (MACIEL et al., 2002, p. 102).

Entre os vários elementos do ambiente, a luz é importantíssima no crescimento das plantas e no fornecimento de energia necessária para fotossíntese, e também para

fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento (REGO, 2006, p.181).

Segundo Longman e Jenik (1981) apud Maciel et al. (2002, p. 102), a quantidade de luz que atinge o solo da floresta depende da estrutura do dossel e da posição do sol em relação com a superfície. E isso eleva a temperatura do solo diminuindo a umidade.

Costa (2007, p. 72) diz que, com o crescimento das árvores e o fechamento do dossel, a competição por espaço, luz e nutrientes aumenta com o passar do tempo, provocando a redução do crescimento. Sendo que as árvores que recebem iluminação total durante o período de estudo, obtém maior valor de crescimento, enquanto que as árvores com iluminação parcial ou totalmente sombreadas crescem menos, assim respectivamente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido no município de Dois Vizinhos, na região sudoeste do estado do Paraná, nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (Figura 3). O câmpus possui uma área de aproximadamente 193 ha, nas coordenadas de 25°41'51'' de latitude Sul e 53°06'05'' de longitude Oeste, o relevo é constituído por planaltos com altitude média de 480 metros. O talhão em estudo é da espécie *Pinus elliottii*, possui uma área total de 0,21 hectares, com 1.333,33 arvores por hectare, onze anos de idade e está localizado no remanescente florestal do Câmpus.

De acordo com EMBRAPA (2006, p. 197) os solos encontrados no local classificam-se como Latossolo Vermelho. Segundo IAPAR (2008) a região é caracterizada por possuir chuvas bem distribuídas durante todo o ano, sem estação seca definida, com temperaturas médias anuais de 20°C e pluviosidade média anual de 2025 mm. De acordo com Koppen o clima é classificado como Clima subtropical úmido (Cfa).

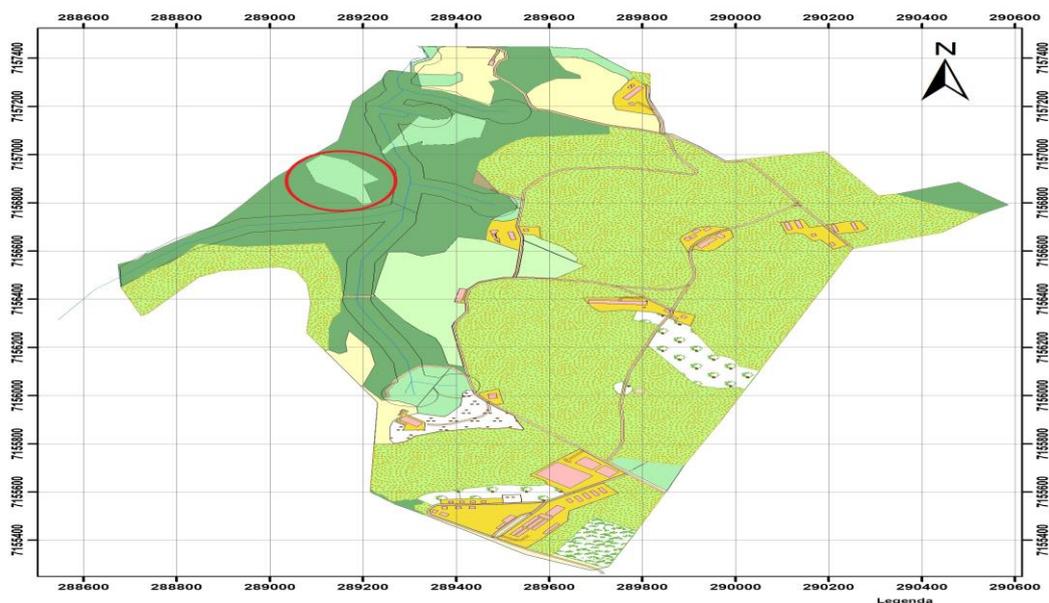


Figura 3: Croqui do Câmpus da UTFPR- Dois Vizinhos

Fonte: Adaptado de UTFPR – Dois Vizinhos (2014)

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Delimitação da Área e das parcelas

Consistiu no mapeamento total na área do talhão de *Pinus elliottii*. Para tanto, foi utilizado um receptor GPS topográfico da marca TechGeo®, modelo GTR-A® BT® ambiente Microsoft® PocketPC 2003 (firmware 2.20), e o receptor GPS geodésico, da marca TechGeo® modelo GTR-G², 12 canais paralelos (portadora L1/L2), o qual foi utilizado como base, permanecendo, portanto, em um ponto com coordenadas conhecidas.

Foram coletados pontos no entorno da área, para determinar os vértices que delimitam a mesma, bem como foi realizado o levantamento do perímetro total por meio do método de posicionamento relativo cinemático. Os pontos delimitadores das parcelas foram levantados através do método relativo estático rápido, com tempo de permanência de 1 hora em cada ponto.

Os dados coletados em campo foram descarregados no programa NovatelCDU e no programa Util, sendo posteriormente processados no programa GTR Processor. Após o processamento, os mesmos foram exportados para ambiente SIG e foi realizada a vetorização da área, bem como delimitação das parcelas (Apêndice C: Mapa 1).

Foram determinadas 12 parcelas, de 12,5 m x 14m, obtendo uma área de 175m² por parcela, com a área total do povoamento de 2.100m².

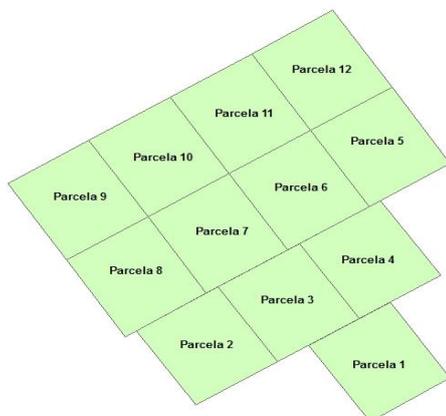


Figura 4: Croqui com a divisão das parcelas

Fonte: O Autor (2014)

3.2.2 Inventário Florestal e Determinação de Cada Indivíduo

O Inventário Florestal é a principal ferramenta para obtenção do volume de madeira de uma floresta. Diante disso, foi realizado um censo florestal com medição de todos os indivíduos do talhão de *Pinus elliottii* do remanescente florestal, da UTFPR-DV.

Os dados quantitativos coletados foram: altura total e diâmetro à altura do peito (DAP). Para o levantamento do inventário florestal foram utilizados os seguintes equipamentos: suta para medir o DAP; vertex da marca Haglöh para medir a altura das árvores; prancheta para as anotações e spray de tinta para marcar as árvores.

Os dados do inventário florestal foram tabulados no programa Excel, para obtenção do volume de cada indivíduo e volume de cada parcela. Em seguida foi tabulado em um banco de dados em ambiente SIG, para elaboração dos mapas, o que facilita a visualização, tornando possível avaliar e discutir práticas de manejo e silvicultura a serem aplicadas.

A metodologia utilizada foi proposta por Cesaro (1994, p. 103) onde o volume das árvores da área foi obtido pela equação 1:

$$v = g \cdot h \cdot f \quad (1)$$

Onde: v = volume da árvore em m^3 ; g = área basal da árvore em m^2 ; h = altura em metros; f = fator de forma, sendo considerado um valor médio de 0,5824, estimado por Schneider (2008, p. 99) para florestas de *Pinus elliottii* no Sul do Brasil.

Já para o cálculo da área basal foi utilizado a equação 2:

$$g = \pi \cdot (DAP)^2 / 4 \quad (2)$$

Onde: g = área basal da árvore em m^2 ; π = pí e (DAP) = diâmetro a altura do peito.

Para a elaboração dos mapas a equação de Sturges foi utilizada para a divisão em classes volumétricas. Para a determinação da quantidade de classes foi utilizada a equação 3:

$$K= 1+3,33*\log n \quad (3)$$

Onde: n= números de indivíduos.

Juntamente com o censo do talhão foi realizada a determinação da localização de cada árvore. Como o talhão de *Pinus elliottii* possui o dossel fechado isso dificulta a captação de sinal via GPS, portanto o GPS foi utilizado para obter pontos com coordenadas conhecidas fora do talhão e a partir desses pontos utilizou-se a estação total para a determinação da posição dos indivíduos. A estação utilizada foi da marca Foif, modelo RTS (OTS) 670/680 Series. Vale salientar que foram mapeados, marcados e plaqueteados todos os indivíduos do povoamento, isso possibilitou uma fácil localização das árvores.

No levantamento a campo a estação total foi instalada (centrada e nivelada) em um ponto com coordenadas conhecidas, anteriormente determinadas com o GPS topográfico, e a ré foi visada em outro ponto também com coordenadas conhecidas, também determinadas com o GPS topográfico. Foram anotadas a altura do aparelho e também a altura do prisma (objeto que reflete o sinal eletrônico emitido pela estação total). Através de medições de ângulos, direções e distâncias as coordenadas de cada indivíduo foi calculada, com o auxílio do programa POSIÇÃO.

Foram coletadas as coordenadas, e dados quantitativos, como DAP e altura, para calcular o volume das árvores. Todos esses atributos foram alocados no banco de dados, em ambiente SIG, permitindo assim análises dos dados e geração dos mapas.

3.2.3 Análise Química do Solo

Para coleta de solo a área foi dividida em 12 parcelas, onde foram coletadas amostras de solo em diferentes profundidades, de 0-20 e 20-40 cm. Cada ponto utilizado na coleta de solos foi mapeado, utilizando para tanto o GPS topográfico na obtenção dos pontos de controle, e feito a irradiação das coordenadas com a estação total.

As amostras de solo foram enviadas para o laboratório de solos da Universidade Tecnológica do Paraná – Pato Branco. A análise das amostras seguiu a

seguinte metodologia: os teores de matéria orgânica (MO) foram extraídas por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn e Mn foram extraídos com a solução de Mehlich⁻¹; pH em Ca.Cl 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹.

As análises químicas foram: pH, acidez potencial (H + Al), alumínio trocável (Al⁺³), bases trocáveis (Ca⁺² e Mg⁺²), potássio disponível (K⁺), fósforo disponível (P), e calculado a CTC efetiva (t), soma de bases (SB), saturação de bases (V), matéria orgânica (MO) e Saturação por Al.

A média dos resultados obtidos foi submetida à análise do coeficiente de correlação de Pearson, relacionando-os com o volume de madeira do talhão, e os mesmos foram comparados com os níveis críticos para a cultura de *Pinus*, para posterior determinação da disponibilidade nutricional, e fatores limitantes de cada parcela, possibilitando a elaboração de mapas temáticos.

3.2.4 Análise da Umidade do Solo

Foram utilizados os mesmos pontos de coleta da análise química do solo, para a retirada de material para a avaliação de umidade. As amostras foram coletadas utilizando um trado holandês e colocadas em sacos plásticos, etiquetadas e levadas para a análise no laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Foi utilizado a metodologia proposta por TEDESCO et al. (1995, p. 16), onde o solo foi pesado e colocado em recipientes de alumínio identificados, na estufa por 24 horas, com uma temperatura de 105°C, em seguida foi retirado da estufa e realizou-se uma nova pesagem. Para a determinação da umidade do solo foi utilizada a equação 4:

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{\text{Peso solo úmido} - \text{Peso solo seco}}{\text{Peso solo seco}} * 100 \quad (4)$$

A partir dos dados da análise da umidade do solo em cada uma das 12 parcelas, foram submetidos os resultados ao teste correlação de Pearson para verificar se há ou não correlação com o volume e elaborado um mapa em conjunto com os dados do

inventário, o qual permitiu observar o efeito da umidade do solo no volume total das árvores.

3.2.5 Avaliação da Luminosidade

As medidas de luminosidade foram realizadas com um luxímetro digital (ICEL LD 510). Foram realizadas três leituras de luminosidade em cada uma das 12 parcelas, próximo ao centro de cada parcela, em três dias consecutivos, no mesmo horário, a 1 m do chão e realizou-se também a medida em um ponto em pleno sol para servir como testemunha, com o sol no zênite.

Para o cálculo da luminosidade utilizou-se a metodologia de Suganuma et al. (2008, p. 379), onde realizou-se a média aritmética dos valores obtidos em cada ponto, e a mesma foi dividida pela média de valores obtidos em leituras a pleno sol, realizadas imediatamente antes e depois. Com esses valores foi obtida a incidência de luminosidade que penetra no talhão. É importante ressaltar, que foram utilizados os mesmos pontos da coleta de solo para coletar os dados da luminosidade.

Com as medidas de luminosidade foram feitos testes de correlação de Pearson com o volume, assim, observando o seu efeito na geração de mapas temáticos que em conjunto com os mapas do inventário detalharam o efeito da luz solar no volume da floresta.

3.2.6 Avaliação das Variáveis Ambientais no Volume

As coletas de luminosidade, fertilidade e de umidade do solo, foram feitas nas 12 parcelas, no mesmo ponto, próximo ao centro de cada parcela, para a geração de mapas, analisado a sua influência no volume das árvores que pertencem a cada parcela.

Assim, os dados foram organizados: Parcela 1 (Volume 1, DAP 1, Altura 1, Análise química 1, Análise de umidade 1 e luminosidade 1); Parcela 2 (Volume 2, DAP 2, Altura 2, Análise química 2, Análise de umidade 2 e luminosidade 2); e assim

sucessivamente até a Parcela 12 (Volume 12, DAP 12, Altura 12, Análise química 12, Análise de umidade 12 e luminosidade 12).

3.2.7 Banco de Dados e Mapas

Foram armazenados os dados de campo com todas as informações necessárias em programa específico para Sistema de Informação Geográfica. Dados como: DAP; altura; Volume; Umidade do Solo; Condições Químicas do Solo e Luminosidade. Os dados referentes ao inventário foram tabulados em um banco de dados, e a partir desse banco de dados foram feitas análises para a elaboração de mapas. Foram gerados também, mapas temáticos das variáveis ambientais para observação do efeito causado por essas variáveis em função do volume adquirido pela floresta. Vettorazzi e Ferraz (2000, p. 72) dizem que qualquer variável pode ser testada, relacionadas a variáveis espaciais. Portanto, o estudo de volume de madeira possibilita obter correlação com variáveis ambientais.

O banco de dados permitiu incorporar informações necessárias, possibilitando qualquer modificação das informações, sem a necessidade de criar outro banco de dados.

Para a elaboração dos mapas foram utilizados também elementos cartográficos, entre eles as variáveis visuais: cor, forma, luminosidade e/ou saturação. Além de escala, do sistema de referência SIRGAS-2000 e do sistema de projeção UTM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IMPLEMENTAÇÃO DO SIG

De posse dos dados processados, os mesmos foram exportados para ambiente SIG. A partir da posição dos indivíduos foi possível implementar o banco de dados, ou seja, atribuir a cada árvore suas características como, DAP, Altura total, (dados do inventário Apêndice A) e sua localização geográfica. Assim, foi possível à visualização e localização dos indivíduos dentro da floresta, e por vetorização alocar as parcelas servindo de base para a confecção dos mapas. Na figura 5, tem-se o croqui com a localização das árvores e no (Apêndice D: Mapa 2) tem-se o mapa completo com todos os elementos cartográficos. As tabelas com as coordenadas calculadas pelo Software Posição estão dispostas no Apêndice B.

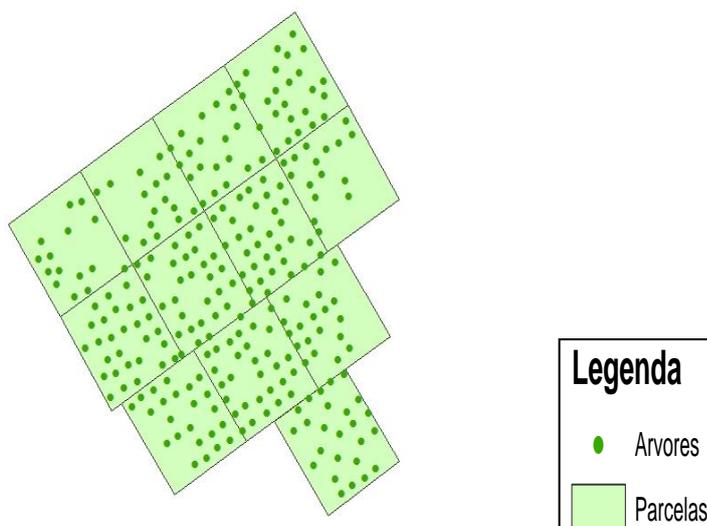


Figura 5: Croqui exibindo localização de todos os indivíduos de Pinus elliottii do talhão do remanescente florestal

Fonte: O Autor (2014)

A Figura 6 apresenta o croqui com os pontos que foram realizados as coletas de solo, para análise de fertilidade e umidade, além da coleta dos dados de luminosidade. No (Apêndice E: Mapa 3) pode ser visualizado o mapa completo.

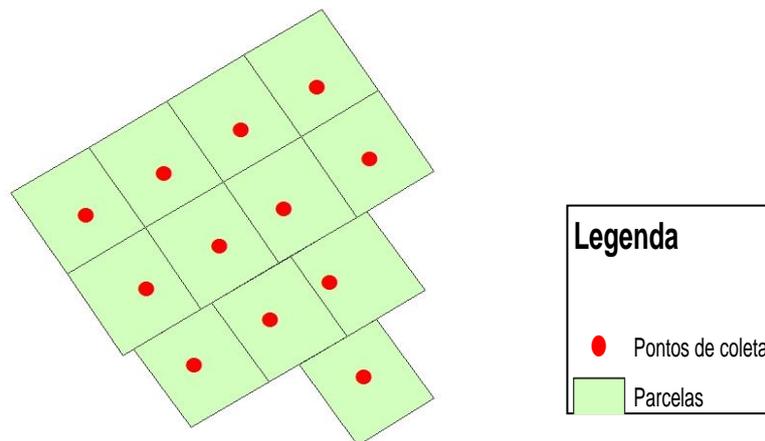


Figura 6: Croqui com os pontos de coleta, utilizados na obtenção das variáveis ambientais

Fonte: O Autor (2014)

4.2 INVENTÁRIO FLORESTAL

Os dados do inventário florestal estão dispostos no apêndice B, no qual se pode verificar as variáveis DAP e Altura coletada a campo de 280 indivíduos. Com o auxílio de planilhas eletrônicas do programa Excel, foi possível calcular a área basal e o volume de cada árvore.

Os volumes foram divididos em 9 classes de forma espontânea, de acordo com o cálculo de Sturges, tornando mais fácil a visualização dos grupos de árvores com maiores e menores volumes, facilitando a observação da influência das variáveis ambientais no volume. As classes volumétricas foram classificadas conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Divisão das classes volumétricas dos indivíduos de *Pinus elliottii*, do talhão do remanescente florestal, para elaboração dos mapas.

Classes	Volume (m ³)
1	0,0129 – 0,2221
2	0,2221 – 0,4312
3	0,4312 – 0,6403
4	0,6403 – 0,8494
5	0,8494 – 1,0585
6	1,0585 – 1,2677
7	1,2677 – 1,4768
8	1,4768 – 1,6859
9	1,6859 – 1,8950

Na figura 7 (Apêndice F: Mapa 4) podem-se observar as diferenças de volumes das árvores do talhão de acordo com a divisão das classes.

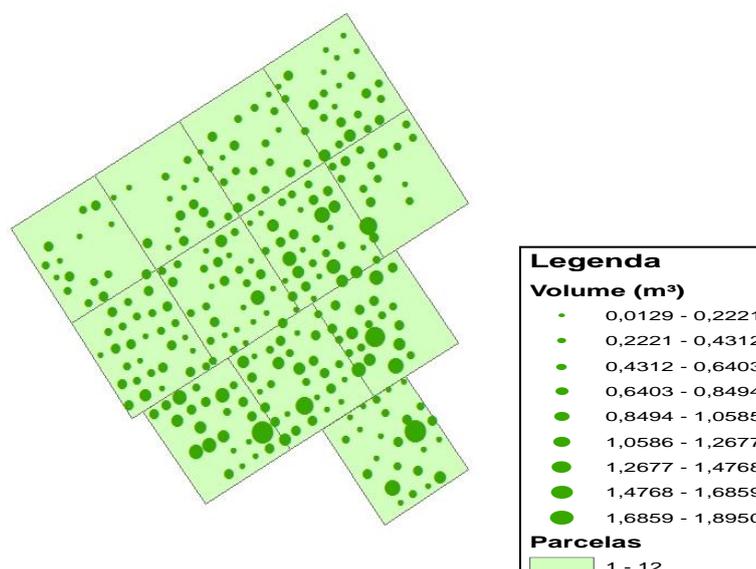


Figura 7: Croqui exibindo as diferenças de volumes das árvores

Fonte: O Autor (2014)

Nota-se que existe uma diferença de sítios florestais ao longo da área, sendo que as parcelas inferiores parecem possuir uma qualidade do sítio melhor, porém, necessitaria um estudo mais aprofundado para poder comprovar. Mas isso ocorre,

devido a vários fatores que a planta expressa quando ela encontra a qualidade do sítio, sendo que se as condições de crescimento são boas, o sítio é considerado bom.

Selle (1994, p. 78) diz que são vários os métodos utilizados para a classificação de sítio florestal, sendo que, a utilização da altura das árvores dominantes é o mais utilizado. Devido as árvores apresentarem taxas de crescimento diferenciada ao longo do tempo, variando de acordo com o ambiente e intervenções humanas, é possível construir os fundamentos matemáticos para estimar o crescimento das árvores.

Foram feitas também, as médias de volume das árvores dentro das parcelas. O volume médio das árvores está descrito abaixo na tabela 2.

Tabela 2: Volume médio por árvore, por parcela, de um povoamento de *Pinus elliottii* em Dois Vizinhos, Paraná.

Parcelas	Volume (m ³ /arv)
1	0,40717
2	0,60335
3	0,41743
4	0,58417
5	0,38679
6	0,41984
7	0,31813
8	0,36614
9	0,32203
10	0,28838
11	0,33107
12	0,33261

Para a elaboração do mapa das parcelas com os maiores e menores volumes médios (Figura 6) foi dividido o volume em 5 classes, de acordo com a tabela 3.

Tabela 3: Divisão do volume médio das parcelas em 5 classes.

Classes	Volume (m ³)
1	0,2883 - 0,3513
2	0,3513 - 0,4143
3	0,4143 - 0,4773
4	0,4773 - 0,5403
5	0,5403 - 0,6033

A divisão dos volumes médios das parcelas em classes é importante para a melhor visualização de quais parcelas possuem os maiores e menores volumes por árvore no mapa. Na figura 8 (Apêndice G: Mapa 5) pode-se observar as diferenças de volumes médios das árvores do talhão de acordo com a divisão das classes.

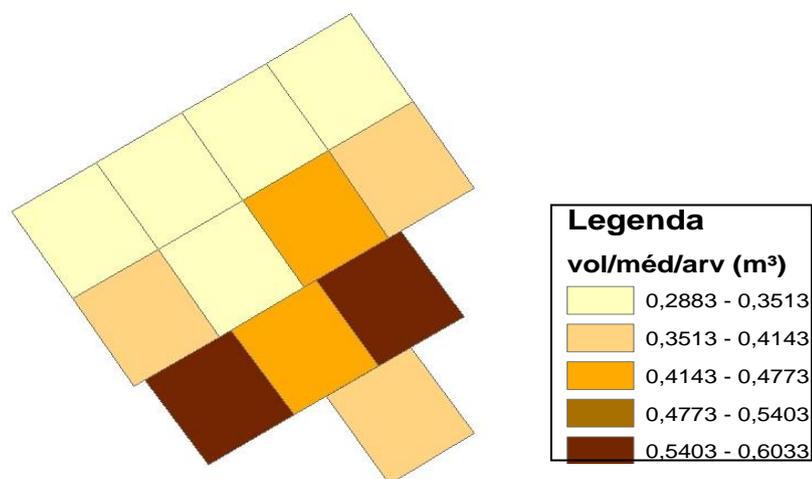


Figura 8: Croqui exibindo resultados das diferenças de volume médio por árvores, nas parcelas.

Fonte: O Autor (2014)

4.3 FERTILIDADE DO SOLO

A Tabela 4 apresenta as faixas de concentração de nutrientes no solo, referentes à disponibilidade nutricional nas 12 parcelas alocadas no talhão de *Pinus elliottii*, nas profundidades de 0 a 20 centímetros e 20 a 40 centímetros.

Tabela 4: Disponibilidade nutricional e elementos da fertilidade no solo.

	pH	H+Al (cmol dm ⁻³)	Al ³⁺ (cmol dm ⁻³)	Ca (cmol dm ⁻³)	K (cmol dm ⁻³)	P (MG dm ⁻³)	SB (cmol dm ⁻³)	V (%)	Mo (%)	Sat. Al (%)
P1 0:20	4,5	4,96	0,24	4,9	0,4	1,97	8,0	61,73	0	2,91
20:40	4,6	4,28	0,3	5,1	0,2	1,32	8,0	65,15	3,35	3,61
P2 0:20	4,5	4,61	0,22	4	0,25	2,62	6,45	58,32	3,48	3,3
20:40	4,6	4,28	0,23	3,9	0,28	0,68	6,18	59,08	3,61	3,59
P3 0:20	4,3	5,35	0,39	3,6	0,18	3,28	5,78	51,93	3,21	6,32
20:40	4,3	4,96	0,55	2,6	0,15	0,68	4,15	45,55	2,41	11,7
P4 0:20	4,4	4,61	0,4	3,8	0,18	1,97	5,38	53,85	3,48	6,92
20:40	4,5	4,28	0,28	3,5	0,1	1,97	5,7	57,11	3,08	4,68
P5 0:20	4,9	4,61	0,25	6,4	0,13	2,62	8,23	64,1	4,69	2,95
20:40	5,2	3,97	0	5,8	0,08	2,62	7,48	65,33	26,8	0
P6 0:20	4,5	4,61	0,25	4,5	0,28	1,97	6,28	57,67	4,15	3,83
20:40	4,8	4,61	0,14	4,9	0,2	0,68	6,8	59,6	3,35	2,02
P7 0:20	4,8	3,68	0,08	5,2	0,33	1,97	7,93	68,3	4,15	1
20:40	4,7	3,97	0,14	4	0,2	0,68	6	60,18	2,68	2,28
P8 0:20	5,0	2,95	0,08	2,2	0,18	1,32	3,78	56,17	1,60	2,07
20:40	4,9	4,28	0,07	4,9	0,33	3,28	7,13	62,49	3,75	0,97
P9 0:20	4,6	3,42	0,19	4	0,23	1,32	5,33	60,91	2,81	3,44
20:40	4,7	3,97	0,14	3,7	0,18	0,68	5,88	59,7	2,68	2,33
P10 0:20	4,7	4,61	0,13	4,8	0,25	1,97	6,65	59,06	3,75	1,92
20:40	4,8	3,42	0,12	3,6	0,33	0,68	5,13	60	2,01	2,29
P11 0:20	4,6	4,28	0,13	5,8	0,25	2,62	7,75	64,42	4,69	1,65
20:40	4,8	3,42	0,1	4,4	0,18	0,68	6,58	65,8	2,81	1,5
P12 0:20	4,7	4,61	0,13	5,8	0,18	0,68	7,58	62,18	4,55	1,69
20:40	4,9	4,28	0,09	5,6	0,2	0,68	7,5	63,67	3,88	1,19

Analisando a tabela de disponibilidade nutricional no solo, nota-se que em todas as parcelas o pH está ácido. Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004, p. 58), a cultura do gênero *Pinus* desenvolve-se adequadamente em solos com pH acima de 5,5, e os resultados variaram de 4,3 a 5,2, porém, a cultura é tolerante a solos ácidos

Na Tabela 5 temos a matriz de correlação linear de Pearson, onde foram feitas as análises de correlação entre o volume médio de madeira por parcela, e as variáveis ambientais: Nutrientes do solo, umidade do solo e luminosidade.

O potássio também está em níveis considerados críticos para a cultura em todas as amostras, pois seria necessário de 0,91 a 1,8 cmol dm^{-3} , e o encontrado nas amostras variou de 0,18 a 0,4 cmol dm^{-3} , isso limita o crescimento da planta (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO 2004, p. 58)

A quantidade de matéria orgânica no solo é importante para o equilíbrio e fertilidade do solo, fundamental para a manutenção dos micro e macro organismos do solo, além da aeração do mesmo. A Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004, p. 50) diz que, para que um solo seja considerado com boa quantidade de matéria orgânica, deve apresentar níveis superiores a 5%, o que na área de estudo não ocorreu, pois os teores encontrados variaram de 0 a 4,9%. Cálcio (Ca) também está com problemas, pois seria necessário 5 cmol dm^{-3} e foi encontrado em quase todas as parcelas abaixo disso.

Porém todas as outras variáveis Al e Mg estão em quantidades recomendadas, não comprometendo o desenvolvimento das plantas. A Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004, p. 47-53) diz que, a quantidade de Mg no solo deve ser de 0,3-0,5 gdm^{-3} e foi encontrados de 1,4 a 2,7 gdm^{-3} . Após os cálculos notou-se que a (SB, SAl, V% e Índice SMP) estão adequadas para a cultura, sendo que a saturação por bases (SB) deve ser maior que 6 e isso foi encontrado em todas as amostras, e saturação por alumínio deve ser maior que 2, que também ocorreu em todas as amostras de Índice SMP deve estar acima de 4,4, e nas amostras do talhão estudado foram encontrados níveis acima de 5,9.

Nota-se também que a disponibilidade de fósforo (P) no solo, está abaixo do indicado em todas as amostras. Segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004, p. 51), para solos argilosos é necessário que haja uma quantidade de 6,1 a 12

mg/dm³, e as amostras de solo do talhão de *Pinus elliottii* variaram de 0,68 a 3,28 mg/dm³.

Tabela 5: Matriz de correlação linear de Pearson (Química do solo)

	pH	K	P	MO
Volume	-0,45034	-0,15098	0,19847	0,03164
Significância	0,0272	0,4813	0,3525	0,8833

Os resultados das análises de solo foram submetidos ao teste de correlação de Pearson. Figueiredo Filho (2009, p. 119) diz que o coeficiente de correlação Pearson (r) varia de -1 a 1 sendo que valores muito próximos a zero não tem correlação.

Notamos que para o pH o cálculo indicou que houve uma correlação oposta (-0,45034), com significância de 2,72 %, sendo que, quanto mais alto foi o pH menor foi o volume. Isso não era o esperado, entretanto, analisa-se que existam muitos outros fatores, como por exemplo: interferências edafoclimáticas, luminosidade, compactação do solo, entre outros, que possam ter influenciado esses resultados. Para Potássio (K), Fósforo (P) e a Matéria Orgânica (MO), notou-se que as significâncias dos resultados encontrados foram muito altas, e a correlação para (P) e (K) ficaram próximos a zero, portanto obtendo pouca correlação.

Acredita-se que isso ocorreu devido a área ser pequena e as parcelas próximas entre si, a disponibilidade nutricional foi parecida entre as parcelas. Notou-se que, a disponibilidade de nutrientes não foi um fator que influenciou diretamente na variação volumétrica das árvores, por isso, não foram feitos mapas de influência de nutrientes no volume.

4.4 UMIDADE DO SOLO

Pode-se observar, na Tabela 6, que os resultados encontrados para umidade do solo, em relação as 12 parcelas estudadas, não tiveram grandes variações. Isso ocorreu devido à coleta ter sido momentânea e a área ser pequena (2.100m²), portanto, obtendo a

coleta de solo muito próximos uns dos outros. Além de que o solo foi coletado no mês de novembro, onde há um período de seca na região.

Tabela 6: Dados de umidade do solo nas parcelas do talhão de *Pinus elliottii*.

Parcelas	Umidade (%)
P1	35,61
P2	31,11
P3	29,11
P4	32,13
P5	31,60
P6	34,01
P7	29,30
P8	34,18
P9	31,66
P10	34,13
P11	32,90
P12	34,74

Para a visualização do efeito da variável umidade, com volume de madeira nas parcelas do talhão de *Pinus elliottii*, realizou-se uma matriz de correlação de Pearson (Tabela 7).

Tabela 7: Matriz de correlação linear de Pearson (Umidade)

	Umidade
Volume	-0.12887
Significância	0.5484

Através do teste de correlação de Pearson, observou-se que a correlação encontrada foi negativa, isso indica que quanto maior a umidade menor é o volume. A correlação encontrada entre a umidade e o volume foi de (-0,12887) o que indica uma correlação pouco expressiva, pois a correlação está próxima de zero, além de que, a significância ficou muito alta apresentando 54%, onde deveria ter no máximo 5%.

Para visualização do efeito da umidade no volume das árvores, a umidade foi dividida a em 4 classes, de acordo com a tabela 6.

Tabela 8: Divisão das classes de umidade (%) por parcela, dentro do talhão de Pinus elliottii do Remanescente Florestal, da UTFPR-DV.

Classes	Umidade (%)
1	29,11 – 30,73
2	30,73 – 32,36
3	32,36 – 33,98
4	33,98 – 35,61

Foi elaborado um croqui com as parcelas contendo as maiores e menores porcentagens de umidade, na profundidade de 0 a 20 cm (figura 9), já o mapa pode ser visualizado no (Apêndice H: Mapa 6).

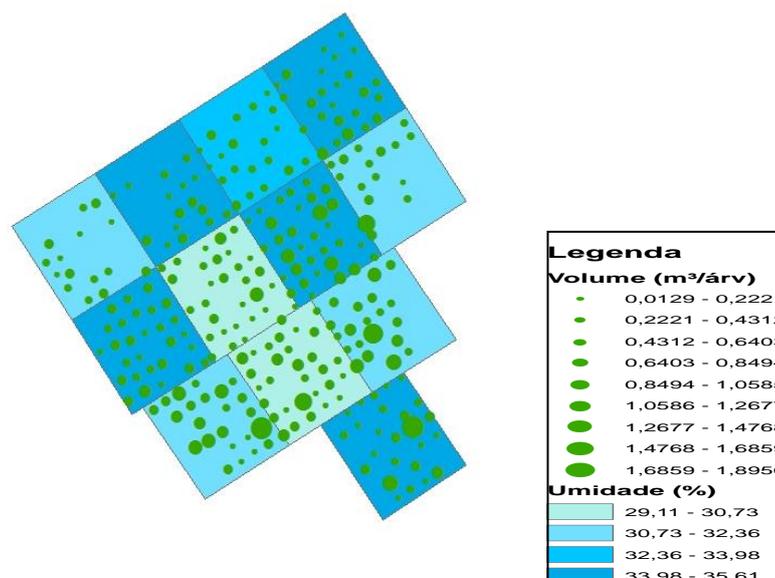


Figura 9: Croqui com as classes de umidade, juntamente com o volume de madeira.

Fonte: O Autor (2014)

Portanto, nota-se que não houve influencia do efeito da umidade na variação de volume de madeira no talhão, como a área é pequena, as parcelas recebem a mesma quantidade de água da chuva, sendo a falta de umidade do solo é um fator limitante no volume de madeira, Porém não é diferente entre as parcelas.

4.5 LUMINOSIDADE

Analisando a Tabela 9, é possível perceber que as parcelas 9, 10, 11 e 12, apresentaram os maiores valores em relação à luminosidade incidente, porém, não foram parcelas com as maiores médias de volume por árvore não ocorrendo correlação, na matriz de correlação de Pearson (Tabela 10).

Tabela 9: Luminosidade incidente nas parcelas do talhão de *Pinus elliottii*.

	Incidência de luminosidade (Lux)
Parcela 1	2,6925
Parcela 2	1,1677
Parcela 3	4,0686
Parcela 4	12,2507
Parcela 5	1,4695
Parcela 6	4,9551
Parcela 7	1,0591
Parcela 8	2,3253
Parcela 9	2,2059
Parcela 10	35,7014
Parcela 11	18,689
Parcela 12	18,6891

Tabela 10: Matriz de correlação linear de Pearson (Luminosidade)

	Luminosidade
Volume	-0.33712
Significância	0.1072

Notamos então na Tabela 9 que a correlação entre luminosidade e volume foi baixa (-0.33712), obtendo pouca significância, pois ficou distante de 1, e 10,72% de significância, sendo que o ideal será no máximo 5%. Espera-se que Isso tenha ocorrido devido a um desbaste nas parcelas 9, 10, 11 e 12 antes da coleta dos dados.

Para a elaboração do mapa para avaliar do efeito da luminosidade no volume de madeira das árvores do talhão, foi dividido os dados da luminosidade em 4 classes, conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11: Divisão da incidência de luminosidade em 4 classes.

Classes	Luminosidade (Lux)
1	0,010591 - 0,026925
2	0,026926 - 0,049552
3	0,049553 - 0,122507
4	0,122508 - 0,381740

A partir dos dados da tabela 9 foi elaborado um croqui com as parcelas contendo as maiores e menores incidências de luminosidade, (Figura 10), o mapa pode ser visto no (Apêndice I: Mapa 7).

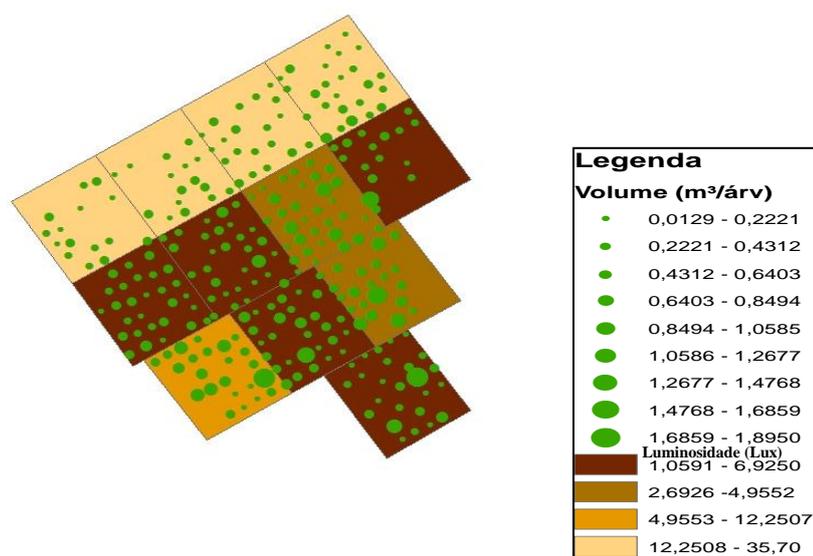


Figura 10: Croqui com as classes de luminosidade, juntamente com o volume de madeira.

Fonte: O Autor (2014)

No que se refere as parcelas que não sofreram as intervenções dos últimos dias, notou-se que as parcelas com maior incidência de luminosidade, foram às parcelas que apresentaram as maiores médias de volume por árvore. Foi realizado o teste de correlação de Pearson relacionando a incidência de luz nessas parcelas e o seu respectivo volume (Tabela 12).

Tabela 12: Matriz de correlação linear de Pearson (Luminosidade)

Luminosidade	
Volume	0,51564
Significância	0,0409

Encontrou-se uma correlação de 0.51564, com significância a 4,09%. Dancy e Reidy (2005) citado por Figueiredo Filho (2009, p. 119) diz que uma correlação acima de 0,50 até 1 indica uma forte correlação, que está sendo demonstrado no Gráfico 1.

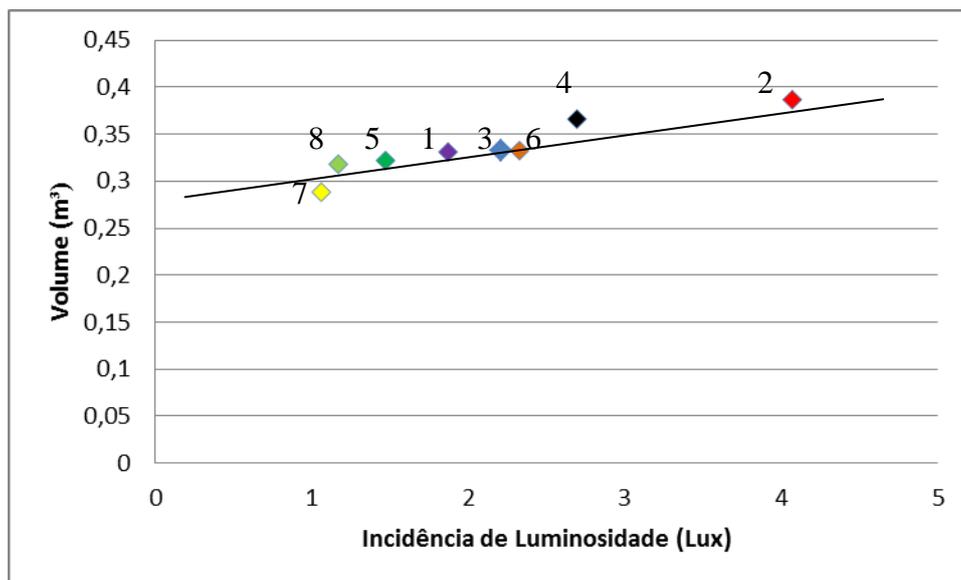


Gráfico 1: Variação de volume de acordo com a incidência de luminosidade nas parcelas que não sofreram intervenção nos últimos dias antes da coleta dos dados no talhão.

Fonte: O Autor (2014)

Nota-se que a parcela 2 (vermelha) tem o maior volume médio por árvore com $0,6033\text{m}^3$, é também a parcela com a maior incidência de luminosidade $0,1225\text{ Lux}$, perante as que não sofreram desbaste antes das medições. Na sequência vêm a parcela 4 (preta) com $0,0495\text{Lux}$ e volume $0,5841\text{m}^3$, depois a parcela 6 (laranja) com Luminosidade incidente $0,0406\text{Lux}$ e volume $0,4198\text{m}^3$, as parcelas 3 (azul) e 1 (roxo) que sofreram pouca diferença entre si, obtendo os valores absolutos de $0,0269$ e $0,0232\text{Lux}$ e volumes $0,4174$ e $0,4072\text{m}^3$, a parcela 5 (verde) obteve luminosidade de $0,0147\text{Lux}$ e volume $0,3868\text{m}^3$. Por fim, as parcelas que tiveram menor incidência de luminosidade também tiveram menor volume médio por árvore, que foram: a parcela 8

(verde claro) com incidência de luz de 0,0117Lux e volume 0,3661m³ e a parcela 7 (amarelo) com 0,0106Lux e volume médio por árvore de 0,3181m³.

Para mostrar o efeito da luminosidade no volume de madeira das árvores nas parcelas que não sofreram intervenção, dividiu-se os dados da luminosidade em 4 classes, conforme mostra a tabela 13.

Tabela 13: Divisão da incidência de luminosidade em 4 classes.

Classes	Luminosidade (Lux)
1	1,0591 - 1,4695
2	1,4696 - 2,6925
3	2,6926 - 4,9552
4	4,9553 - 12,2507

Foi elaborado a partir dos dados da tabela 10 um croqui (Figura 11) com as parcelas contendo as maiores e menores incidências de luminosidade. Vale ressaltar que foram consideradas somente as parcelas que não sofreram intervenção. O mapa pode ser visto no (Apêndice J: Mapa 8).

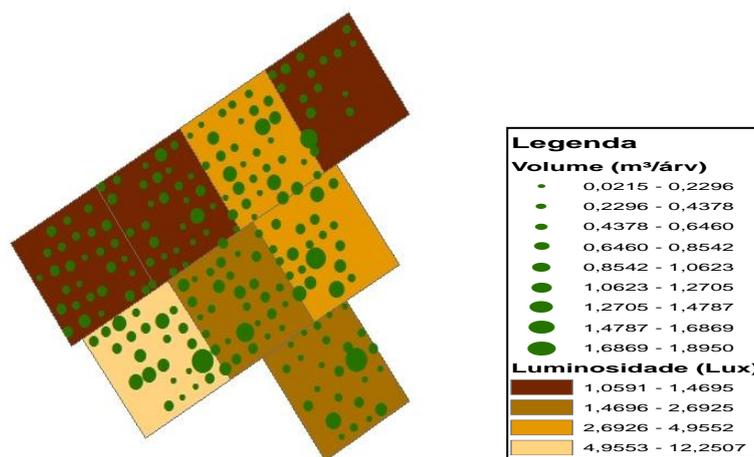


Figura 11: Croqui com as classes de luminosidade, juntamente com o volume de madeira nas parcelas que não sofreram intervenções antes da coleta dos dados da luminosidade.

Fonte: O Autor (2014)

Nota-se, portanto, que a luminosidade foi a variável que teve a maior influência no volume das árvores no talhão estudado. Garcia, (2006, p. 18) diz que os desbastes diminuem a competição das árvores pela luz, umidade e nutrientes, melhorando às condições crescimento das árvores, obtendo assim um volume maior, isso é claro em uma quantidade mínima de tempo.

5 CONCLUSÃO

Através da coleta dos pontos no entorno da área, tornou-se possível determinar os vértices que delimitam a mesma, bem como a realização do levantamento do perímetro total por meio do método de posicionamento relativo cinemático. Assim, possibilitando a divisão da área em 12 parcelas de 175m², obtendo 2.100m² em todo o talhão.

Esse estudo permitiu que fosse realizado um Inventário na forma de Censo, encontrando 1.333,33 árvores por hectare, área basal total de 9,094m² e volume total de 112,49m³ de madeira em pé, no talhão de *Pinus elliottii* do remanescente florestal da UTFPR-Dois Vizinhos. E realizado o Georreferenciamento de todos os indivíduos, assim possibilitando a geração dos mapas com a localização das árvores.

Foram avaliados os dados da umidade do solo no talhão de *Pinus elliottii* e encontrando dados parecidos e com pouca correlação com o volume (-0.12887), entre as 12 parcelas estudadas, a níveis de significância inutilizáveis (54,84%). Porém se tratando de valores absolutos, notamos que a correlação foi oposta, sendo que, quanto menor umidade, maior foram os volumes. A parcela 3 teve a menor porcentagem de umidade (29,11%) e a parcela 1 teve a maior porcentagem (35,61%).

Notou-se que os dados da fertilidade do solo não se diferiram a níveis considerados entre as 12 parcelas, também se verificou que a correlação para o pH foi oposta (-0,45034), com significância de 2,72 %, para Potássio (K), Fósforo (P) e a Matéria Orgânica (MO), notou-se que as significâncias dos resultados encontrados foram muito altas, e a correlação para (P) e (K) ficaram próximos a zero, portanto obtendo pouca correlação.

A luminosidade foi a variável que apresentou a maior correlação com o volume de madeira no talhão de *Pinus elliottii* estudado, encontrando uma correlação de 0.51564, com significância a 4,09%, se tratando das parcelas que não sofreram intervenções. A amplitude de incidência luminosa variou de 1,0591 Lux na parcela 7 e 35,7014 Lux na parcela 10.

Esse estudo permitiu que um banco de dados fosse implementado com informações de DAP, altura e volume de madeira, oriundas do inventário florestal, bem

como, dados das variáveis ambientais de disponibilidade de nutrientes no solo, umidade do solo e incidência de luminosidade no talhão.

A partir desse banco de dados, mapas foram gerados como: Mapa da localização das árvores, mapa com as diferentes classes volumétricas, mapa com o volume médio por parcela, mapas observando a influência da umidade no volume e mapas com a avaliação da influência da luminosidade no volume das árvores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson.Eyji. **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. Brasília: Revista e Ampliada, 1998.

BOLFE, Édson Luis; MADRUGA, Pedro Roberto Azambuja de; PEREIRA, Rudiney Soares. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados à análise de recursos florestais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.105-111, 2004.

BUSKE, Taise Cristine. **Comportamento da umidade do solo determinada por métodos expeditos**. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Água e do Solo) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CÂMARA, Gilberto; et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Rio de Janeiro: INPE, 1996.

CANAVESI, Vanessa; PONZONI, Flávio Jorge; MORISSON, Márcio Valeriano. Estimativa de volume de madeira em plantios de *eucalyptus* spp. utilizando dados hiperespectrais e dados topográficos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.539-549, 2010.

CARVALHO, Elisângela Martins de; BALSAN, Rosane; LEITE, Emerson Figueiredo. Geoprocessamento aplicado no planejamento turístico: discussão teórica. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas-MS, n.15, p.110-128, 2012.

CESARO, Araldo De; et al. Comparação dos métodos de amostragem de área fixa, relascopia, e de seis árvores, quanto a eficiência, no inventário florestal de um povoamento de *Pinus sp.* **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, n.1, p. 97-108, 1994.

CHAER, Guilherme Montandon; TÓTOLA, Marcos Rogério. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Ciência do Solo**, Viçosa, v.1, n.31, p.1.381-1.396, 2007.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.

COSTA, Dulce Helena Martins; CARVALHO, João Olegário Pereira de; BERG, Eduardo Van Den. Crescimento diamétrico de Maçaranduba (*Manilkara huberi* chevalier) após a colheita da madeira. **Amazônia**, Belém, v. 3, n. 5, p.65-76, 2007.

DALAZOANA, Regiane. **Implicações na cartografia com a evolução do sistema geodésico brasileiro e futura adoção do SIRGAS**. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2001.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**. Rio de Janeiro, 2006. 306p

FELGUEIRAS, Carlos Alberto. **Modelagem ambiental com tratamento de incertezas em sistemas de informação geográfica: o paradigma geoestatístico por indicação**. 215f. Tese (Doutorado em computação) Tese de Doutorado em Computação Aplicada, INPE, São José dos Campos, 1999.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; SILVA JÚNIOR, José Alexandre da. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, vol.18, n.1, p. 115-146, 2009.

GARCIA, Marcos Leandro; **Intensidade de desbaste em um povoamento de *Tectona grandis* L.f., no município de Sinop – MT**. 47f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical.) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

GOMES, Jorge Pinto. **Determinação de desníveis de precisão utilizando estação total**. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

GONÇALVES, Jomir Martinho. **A Utilização do Geoprocessamento para a produção de mapas temáticos, aplicação na sub-bacia do Rio Maranhão - Bacia do Rio Paraopeba**. 31f. Monografia (Monografia em Geoprocessamento) – Monografia apresentada ao curso de especialização em Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2002.

HUSCH, Bentram.; MILLER, Charles I.; BEERS, Tomas W. **Forest Mensuration**. 3a ed. New York: 1982.

INSTITUTO AGRONOMO DO PARANÁ. **Sistema de Monitoramento Agroclimático do Paraná**. Curitiba: IAPAR, 2014. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 20 de agosto de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perguntas Mais Frequentes**. IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm>> Acesso em: 15 de julho de 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Manual técnico de posicionamento, Georreferenciamento de imóveis rurais**. Brasília, 1ª Edição, p.1-34. 2013.

KURIMORI, Kauê Obara. **Banco de dados geográficos e sistema de informações geográficas para cadastramento imobiliário: requisitos, modelos e aplicações**. 90f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

JOLY, F. A **Cartografia**: 8ª edição. São Paulo: Papirus, 2005.

LISBOA FILHO, Jugurta. **Introdução a SIG – Sistemas de Informações Geográficas**. 69f. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, (Pós-graduação em informática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática. Porto Alegre, 1995.

MACIEL, Maria de Nazaré Martins; et al. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Ciências Exatas e Naturais**, vol. 4, n.1, p.102-114, 2002.

MELO, José Márcio de; DINIZ, Frederico Silva; OLIVEIRA, Antônio Donizette de; SCOLFORO, José Roberto Soares; ACERBI JÚNIOR, Fausto Weimar; THIERSCH, Cláudio Roberto. Métodos de amostragem e geoestatística para estimativa do número de fustes e volume em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Revista Floresta**, Curitiba, v.39, n.1, p.157-166, 2009.

MIRANDA, Fabiani das Dores Abati. **Metodologia para o monitoramento de pontos em áreas instáveis empregando-se estações totais**. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento Pelo GNSS: Descrição fundamentos e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Unesp, 2007.

MORAES, Ronei Marcos de. **Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na Análise Espacial de Dados de Saúde Pública na Paraíba entre os anos de 1998 e 2001**- (Relatório Parcial do Projeto de Pesquisa). ORGÃO: PIBIC/CNPq/UFPB, 23p, 2002-2003.

MANTOVANI, Adelar; et al: **Amostragem, caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense e manejo do palmiteiro (*Euterpe edulis*) em regime de rendimento sustentável**. NPFT. 98f. Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, Edilson Batista de. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 1995.

ORTIZ, Jonas Luíz. **Emprego do Geoprocessamento no estudo da relação entre potencial produtivo de um povoamento de Eucalipto e atributos do solo e do relevo**. 220f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação na Área de Recursos Florestais, com opção em Silvicultura e Manejo Florestal, Universidade de São Paulo, 2003.

PEREIRA, Regis Mendonça. **Gestão da qualidade aplicada ao inventário de florestas plantadas**. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação na Área de Florestas de Produção, Universidade Federal de Lavras, 2009.

POGGIANI, Fábio. **Florestas para Fins Energéticos e Ciclagem de Nutrientes**. Série Técnica IPEF. Piracicaba, v.1, n.2, p.1-11, 1980.

POGGIANI, Fábio; STAPE, José Luiz; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes. **Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais**. Série Técnica IPEF. Piracicaba, v.12, n.31, p.33-44, 1998.

RIGATTO, Patrícia Aparecida. **Influência dos atributos do solo sobre a produtividade e a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose kraft**. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-graduação na Área de Concentração em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

ROMANO, Marcelo Ribeiro. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*Ricitiiana tabacum* L.) que expressam o gene lhcb1*2 de ervilha**. 81f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-graduação na Área de Concentração: Fisiologia e Bioquímica de plantas, Escola Superior “Luiz de Queiróz” Universidade de São Paulo, 2001.

SALAMUNI, Eduardo; STELLFELD, Maria Carolina. Banco de dados geológicos Geo-referenciados da bacia sedimentar de Curitiba (PR) como base de Sistema de Informação Geográfica (SIG). **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 49, p. 21-31, 2001.

SAMPAIO, Rosely Archela; THÉRY, Hervé. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Revista Confins**, v.1, n.3, p.1-21, 2008.

SCHNEIDER, Paulo Renato. **MANEJO FLORESTAL: Planejamento da Produção Florestal**. Santa Maria, UFSM, 2008, p.500.

SCHUMACHER, Mauro Valdir; POGGIANI, Fabio. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, Plantados em Anhembí, SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.3, n.1, p. 21-34, 1993.

SELLE, Gerson Luiz; et al. Classificação de sítio para *Pinus taeda* L., através da altura dominante, para a região de Cambará do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, n.1, p.77-95,1994.

SOUZA, Solange Regina de. **Estudo da legislação para supressão de vegetação em faixa de servidão de projetos lineares no estado do rio de janeiro**. 26f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

SUGANUMA, Márcio Seiji; et al. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.377-385, 2008.

TEDESCO, Marino José; GIANELLO, Clesio; BISSANI, Carlos Alberto; BOHNEN, Humberto; WOLKWEISS, Sérgio José. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

VENTUROLI, Fábio; FELFILI, Jeanine Maria; FAGG, Christopher William. Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.473-483, 2011.

VETTORAZZI, Carlos A.; **Técnicas de Geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas**. Série Técnica IPEF. Piracicaba, v.10, n.29, p.45-51, 1996.

VETTORAZZI, Carlos. A. ; FERRAZ, Silvio Frosini de Barros . Silvicultura de precisão: uma nova perspectiva para o gerenciamento de atividades florestais. **Agricultura de Precisão**, Viçosa, v.1, p. 65-75, 2000.

VITAL, Marcos H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007.

6 APÊNDICES

Apêndice A: Tabela do inventário florestal

Arvore	DAP (cm)	ALTURA (m)	VOLUME (m ³)
1	13,37	15,7	0,110194
2	19,10	30	0,429718
3	14,01	15,2	0,117087
4	28,01	23,1	0,711766
5	26,74	21,6	0,606419
6	35,01	24,8	1,193980
7	26,10	23,6	0,631393
8	17,19	21,2	0,245971
9	12,10	14,8	0,085033
10	8,91	11,8	0,036809
11	21,33	26,8	0,478679
12	40,74	26,9	1,753607
13	24,83	25,2	0,610028
14	14,01	16,1	0,124020
15	14,64	22,4	0,188592
16	23,24	24,9	0,527965
17	18,46	24,7	0,330608
18	21,01	23,4	0,405568
19	15,28	22,7	0,208098
20	21,33	21,1	0,376871
21	16,87	19,2	0,214592
22	12,73	17,9	0,113955
23	20,69	23	0,386647
24	12,73	18,3	0,116501
25	15,28	19,1	0,175096
26	24,83	23,9	0,578558
27	15,92	15,1	0,150202
28	9,55	15,5	0,055505
29	21,33	24,6	0,439385
30	27,37	28,8	0,847519
31	22,28	28,5	0,555650
32	22,92	29,7	0,612606
33	12,73	15,6	0,099313
34	13,69	19,6	0,144196
35	33,10	26,7	1,149048
36	20,69	21,1	0,354707
37	26,42	26,6	0,729118

38	26,42	27,5	0,753788
39	28,65	29,1	0,937860
40	14,64	16,5	0,138918
41	20,69	26,3	0,442122
42	12,10	15,8	0,090779
43	33,42	30,3	1,329173
44	12,73	14,4	0,091673
45	22,28	23,7	0,462067
46	38,83	32	1,895090
47	14,64	15,8	0,133025
48	15,28	20,5	0,187930
49	32,47	23,4	0,968671
50	29,92	27,8	0,977374
51	26,42	27,3	0,748306
52	23,87	26,3	0,588625
53	21,01	25	0,433299
54	21,33	24,1	0,430454
55	21,65	26	0,478356
56	20,05	25,1	0,396383
57	18,78	26,6	0,368422
58	20,05	24,5	0,386908
59	36,61	28,2	1,483901
60	21,33	26,6	0,475107
61	19,10	27	0,386747
62	17,83	23,5	0,293227
63	17,51	22,5	0,270812
64	25,78	26,3	0,686572
65	18,78	20,4	0,282549
66	23,24	25,4	0,538567
67	25,46	28,6	0,728293
68	17,83	23,4	0,291979
69	10,82	15,3	0,070374
70	24,51	25,5	0,601564
71	18,46	21,6	0,289115
72	27,06	25,3	0,727308
73	24,19	27,9	0,641197
74	24,19	27,2	0,625110
75	21,65	28,6	0,526192
76	29,60	25	0,860332
77	18,78	24	0,332411
78	22,28	26,4	0,514707
79	23,87	30,4	0,680387
80	16,87	22	0,245886
81	22,28	23,8	0,464016

82	20,69	25,8	0,433717
83	25,15	23,4	0,581072
84	22,92	28	0,577541
85	20,05	29,2	0,461131
86	30,24	26,1	0,937234
87	22,28	24,8	0,483513
88	16,87	21	0,234710
89	15,28	18,5	0,169596
90	22,60	26,2	0,525507
91	17,83	23,9	0,298218
92	15,28	20,8	0,190680
93	26,10	26,1	0,698278
94	20,69	24,1	0,405139
95	31,67	25,5	1,004492
96	20,37	27,2	0,443291
97	20,37	28,2	0,459589
98	23,87	24,5	0,548339
99	27,06	27,6	0,793427
100	12,41	9,7	0,058703
101	22,60	26,5	0,531524
102	19,10	28,5	0,408232
103	19,42	27	0,399745
104	20,05	25,4	0,401121
105	12,73	20,2	0,128597
106	12,89	20,4	0,133137
107	15,18	17,6	0,159334
108	25,78	25,7	0,670909
109	26,10	25,6	0,684901
110	16,87	27,4	0,306240
111	22,92	27,2	0,561040
112	11,78	16,2	0,088243
113	29,13	29,1	0,969383
114	11,46	14,5	0,074771
115	23,24	28	0,593696
116	22,12	25,1	0,482396
117	22,28	25,4	0,495211
118	12,25	20,4	0,120313
119	11,94	10	0,055953
120	8,91	6,9	0,021524
121	13,37	16,4	0,115107
122	20,05	25,4	0,401121
123	10,35	14,7	0,061779
124	24,67	22,4	0,535318
125	21,01	22,7	0,393436

126	18,30	23	0,302568
127	21,65	26,5	0,487555
128	20,05	25,6	0,404279
129	10,50	14,1	0,061095
130	21,65	26,1	0,480196
131	14,01	16,4	0,126331
132	21,01	26,4	0,457564
133	14,64	18,6	0,156599
134	28,33	27,6	0,869860
135	15,28	23,5	0,215432
136	13,37	21,7	0,152307
137	28,01	23,6	0,727173
138	20,69	22,5	0,378242
139	20,05	18,7	0,295313
140	19,74	22,5	0,344133
141	35,01	28,4	1,367300
142	18,14	17,8	0,230107
143	10,98	10,9	0,051621
144	20,69	27	0,453890
145	14,64	11,5	0,096822
146	20,37	22,9	0,373212
147	14,64	21,5	0,181015
148	28,33	28,9	0,910831
149	23,24	25,6	0,542807
150	15,92	22,7	0,225801
151	20,69	21,2	0,356388
152	17,51	23,4	0,281645
153	20,05	23,2	0,366378
154	20,37	24,6	0,400918
155	9,87	10,1	0,038619
156	24,51	22,9	0,540228
157	21,96	23,7	0,448959
158	12,41	13	0,078674
159	20,69	25,6	0,430355
160	19,10	25,2	0,360963
161	17,19	26	0,301662
162	17,51	24,9	0,299699
163	21,01	26,9	0,466230
164	13,05	9,3	0,062203
165	21,33	31,1	0,555482
166	21,01	24,2	0,419434
167	13,69	18,9	0,139046
168	17,83	25,6	0,319430
169	23,55	25,8	0,562138

170	21,01	25,2	0,436766
171	31,83	27	1,074296
172	27,06	24,2	0,695686
173	16,55	22	0,236695
174	20,05	23,8	0,375853
175	15,60	23,4	0,223547
176	15,60	25,1	0,239787
177	21,01	25,2	0,436766
178	19,42	23,2	0,343485
179	16,55	21,9	0,235619
180	21,01	27,3	0,473163
181	21,33	27,6	0,492968
182	14,64	19,1	0,160809
183	25,46	27,2	0,692642
184	8,91	10	0,031194
185	22,28	26,5	0,516657
186	20,05	23,3	0,367957
187	22,60	23,9	0,479374
188	20,05	24	0,379012
189	22,60	25,5	0,511466
190	15,92	25,2	0,250669
191	22,28	29	0,565398
192	22,28	26,6	0,518606
193	15,28	27,3	0,250268
194	17,51	26,9	0,323771
195	14,64	14,5	0,122080
196	27,06	27,4	0,787678
197	21,01	24,3	0,421167
198	14,64	23,6	0,198695
199	15,60	20	0,191066
200	20,69	14,2	0,238713
201	20,69	25	0,420269
202	17,19	23,8	0,276137
203	19,42	26,9	0,398265
204	21,01	26,7	0,462764
205	17,19	25,5	0,295861
206	20,37	24,9	0,405807
207	23,24	24,2	0,513123
208	15,60	25,1	0,239787
209	27,37	26,8	0,788664
210	19,74	22,5	0,344133
211	25,46	27,9	0,710468
212	18,46	23,3	0,311869
213	22,92	31	0,639421

214	20,05	25,4	0,401121
215	17,83	24,5	0,305705
216	22,60	29	0,581668
217	17,83	22,7	0,283245
218	15,92	23,8	0,236743
219	21,65	23,7	0,436040
220	21,96	23,7	0,448959
221	15,92	20,4	0,202923
222	19,74	24,1	0,368604
223	20,69	23	0,386647
224	18,46	26,7	0,357378
225	12,10	21,6	0,124103
226	20,69	26,1	0,438760
227	22,92	26,7	0,550727
228	15,28	24,2	0,221849
229	21,65	26,8	0,493075
230	16,87	23,2	0,259298
231	19,74	26,8	0,409900
232	17,83	25,5	0,318183
233	18,14	23,2	0,299915
234	15,92	22,3	0,221822
235	21,65	24,5	0,450759
236	17,51	24,6	0,296088
237	19,10	24,8	0,355234
238	20,05	26,8	0,423230
239	23,24	28,3	0,600057
240	19,74	26,7	0,408371
241	6,68	7,4	0,012985
242	18,14	24,2	0,312842
243	22,28	27,9	0,543952
244	13,69	19,7	0,144932
245	18,78	22,9	0,317176
246	20,69	22,6	0,379923
247	20,05	23,9	0,377432
248	24,51	23,7	0,559101
249	22,28	24	0,467916
250	7,64	12,9	0,029565
251	19,10	26,2	0,375287
252	19,74	28,7	0,438960
253	15,92	22	0,218838
254	16,23	20,8	0,215260
255	12,73	16,9	0,107589
256	7,96	14,4	0,035810
257	16,87	18,1	0,202297

258	12,73	17,7	0,112682
259	14,96	24,9	0,218854
260	23,87	22,1	0,494624
261	17,19	22,3	0,258733
262	20,37	18,1	0,294984
263	7,96	11,1	0,027603
264	6,37	14,3	0,022759
265	7,32	17,8	0,037466
266	15,92	22,3	0,221822
267	13,69	20,9	0,153760
268	21,96	23,5	0,445170
269	7,00	14,9	0,028694
270	14,96	21,8	0,191607
271	16,23	22,9	0,236993
272	17,51	24,1	0,290070
273	22,28	25,2	0,491311
274	9,23	16,5	0,055213
275	20,05	21,6	0,341110
276	18,14	20	0,258547
277	14,01	23	0,177171
278	12,10	19,9	0,114335
279	22,60	24,2	0,485392
280	17,51	22	0,264794

Apêndice B: Tabela com as coordenadas geográficas de cada árvore e caderneta de campo

Apêndice C: Mapa 1: Divisão das parcelas.

Apêndice D: Mapa 2 : Localização de todos os indivíduos de *Pinus elliottii* do talhão do remanescente florestal.

Apêndice E: Mapa 3 : Pontos de coleta das variáveis ambientais.

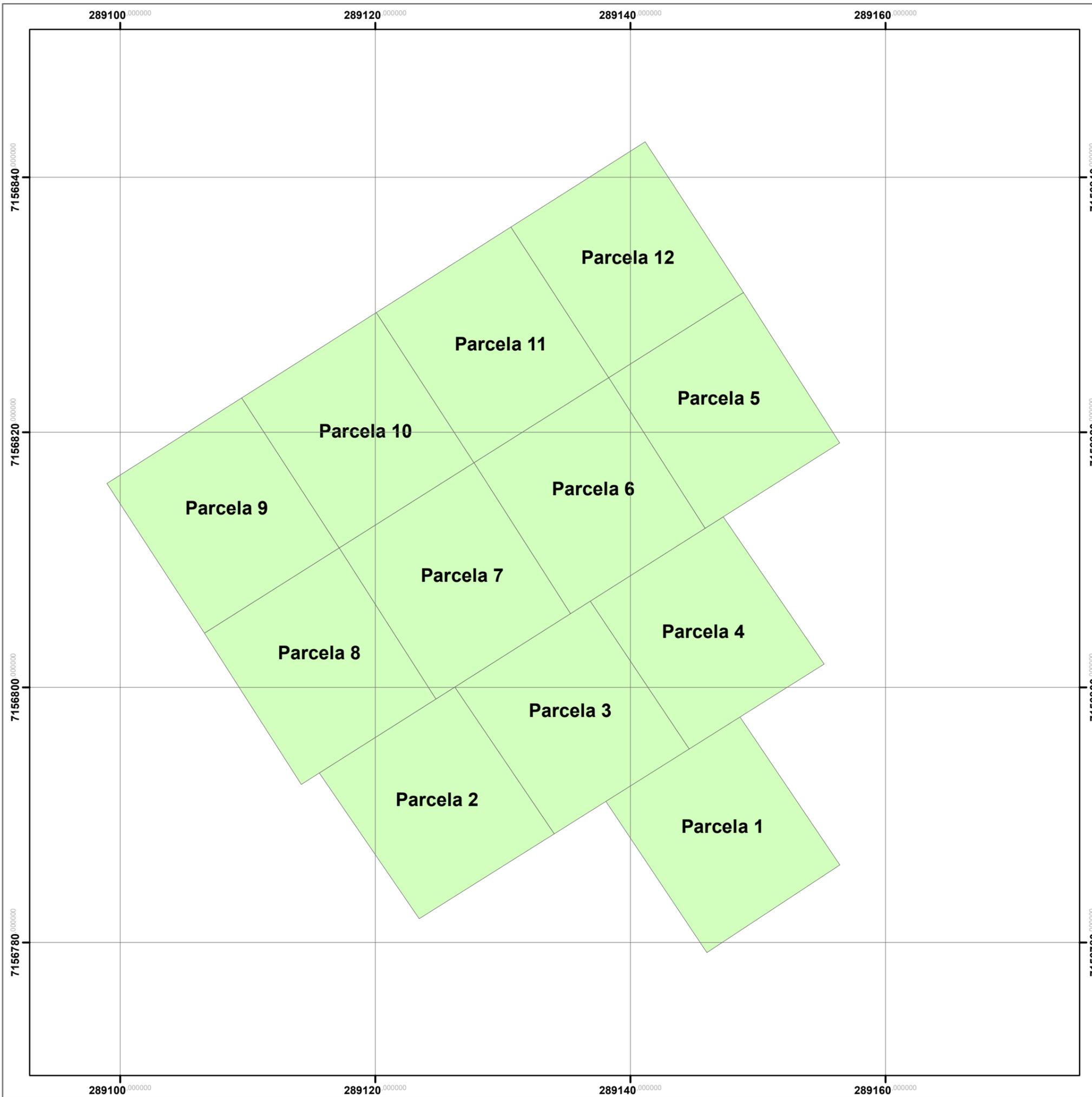
Apêndice F: Mapa 4: Diferenças volumétricas das árvores.

Apêndice G: Mapa 5 Diferenças de volume médio por árvores, nas parcelas.

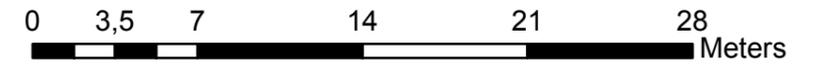
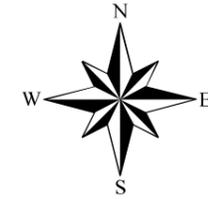
Apêndice H: Mapa 6: Divisão das classes de umidade na profundidade, juntamente com o volume de madeira.

Apêndice I: Mapa 7: divisão das classes de luminosidade, juntamente com o volume de madeira.

Apêndice J: Mapa 8: divisão das classes de luminosidade, juntamente com o volume de madeira nas parcelas que não sofreram intervenções momentâneas.



Distribuição das parcelas

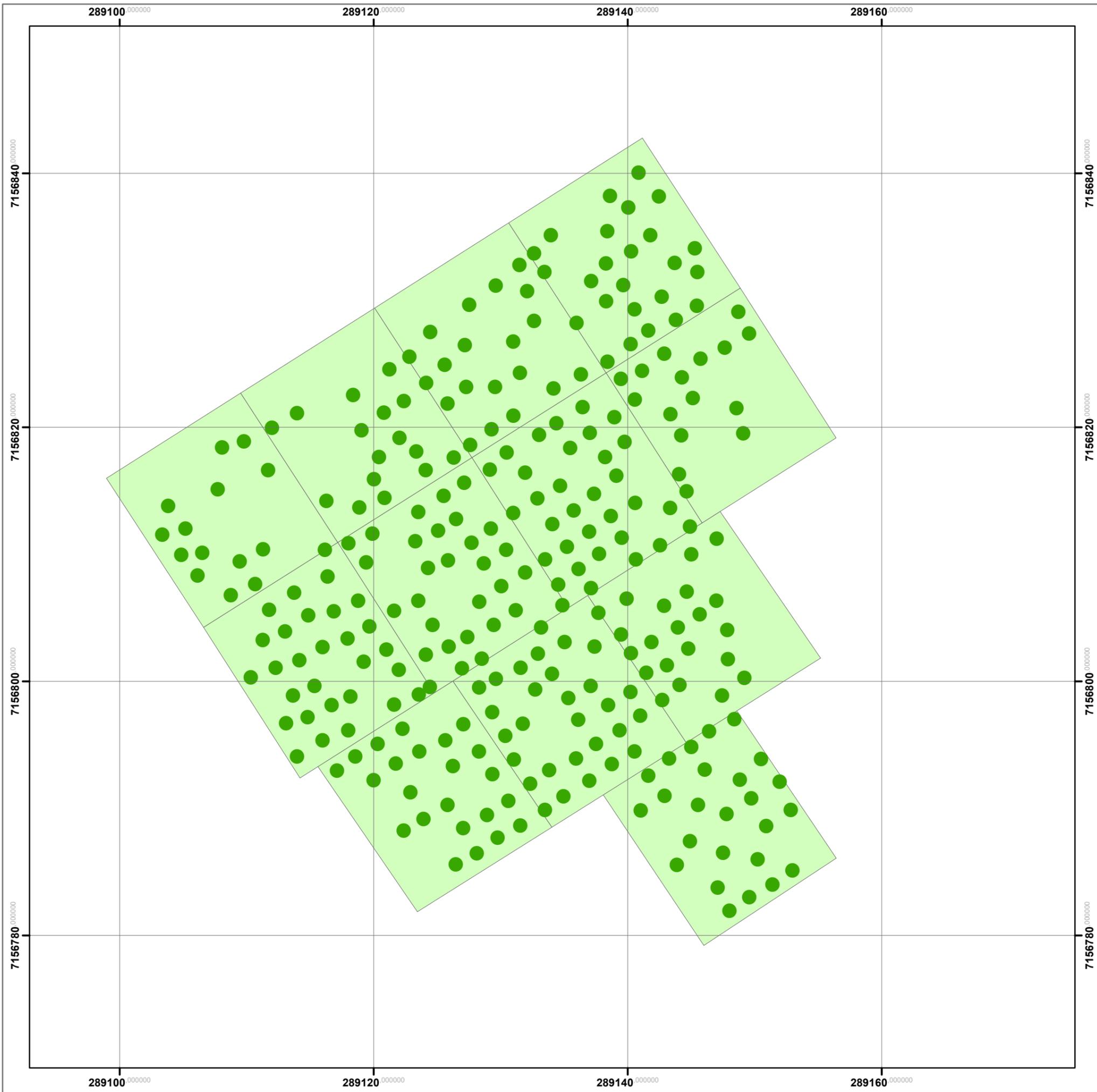


Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

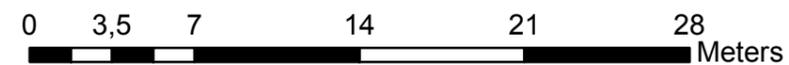
Legenda

1 - 12

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO	Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão	ESTADO	PR
		MUNICIPIO	Dois Vizinhos
ASSUNTO	Geoprocessamento de um Plantio Florestal		MATRÍCULA
ESCALA	1:300	DATA	Dez / 2014
RESPONSÁVEL TÉCNICO		Acadêmico: Cleverson de Medeira	
		Fontes de Dados	
		Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx	



Determinação das árvores



Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

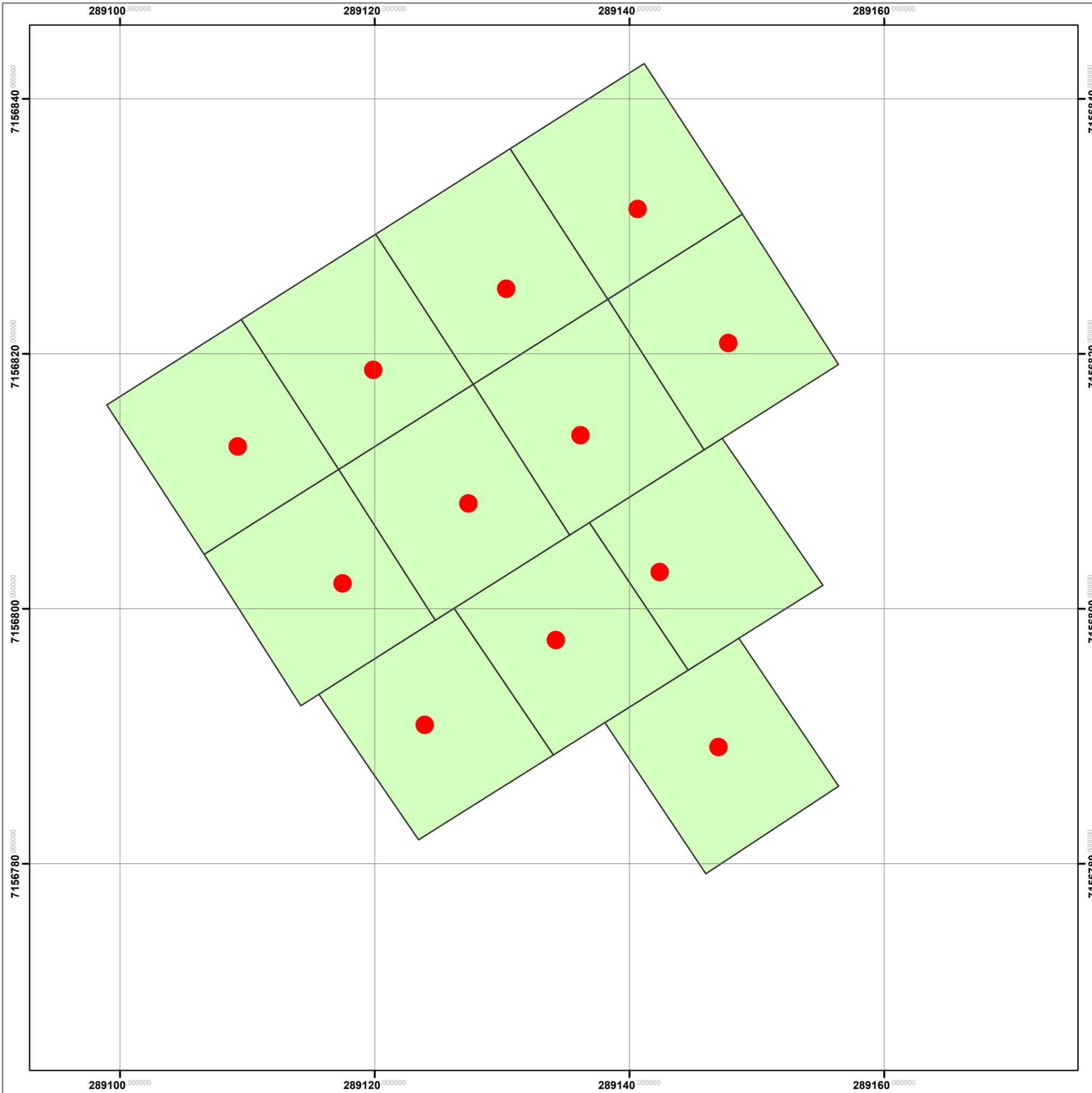
Legenda

● Árvores

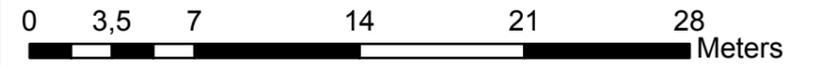
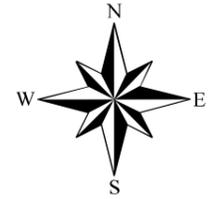
Parcelas

■ 1 - 12

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO		ESTADO	MUNICÍPIO
Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão		PR	Dois Vizinhos
ASSUNTO		MATRÍCULA	
Geoprocessamento de um Plantio Florestal			
ESCALA	DATA	FONTES DE DADOS	
1:300	Dez / 2014	Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx	
RESPONSÁVEL TÉCNICO			
Acadêmico: Cleverson de Medeira			



Localização dos Pontos de Coleta

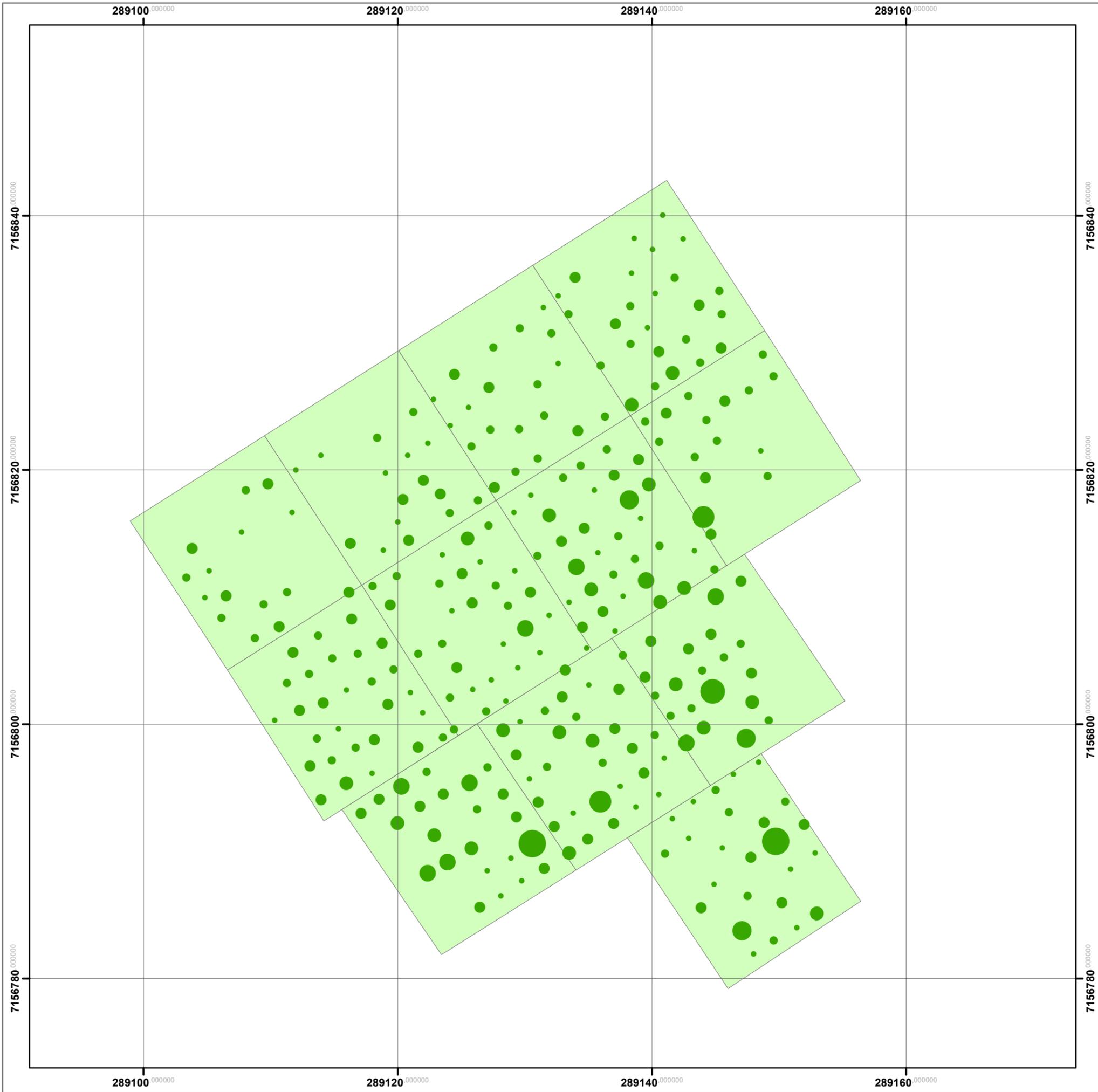


Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

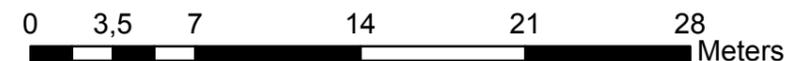
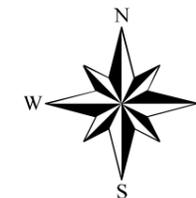
Legenda

- Pontos de coleta
- Parcelas

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO		ESTADO	MUNICIPIO
Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão		PR	Dois Vizinhos
ASSUNTO		MATRÍCULA	
Geoprocessamento de um Plantio Florestal			
ESCALA	DATA	FONTES DE DADOS	
1:300	Dez / 2014	Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx	
RESPONSÁVEL TÉCNICO			
Acadêmico: Cleverson de Medeira			



Diferentes Classes Volumétricas



Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

Legenda

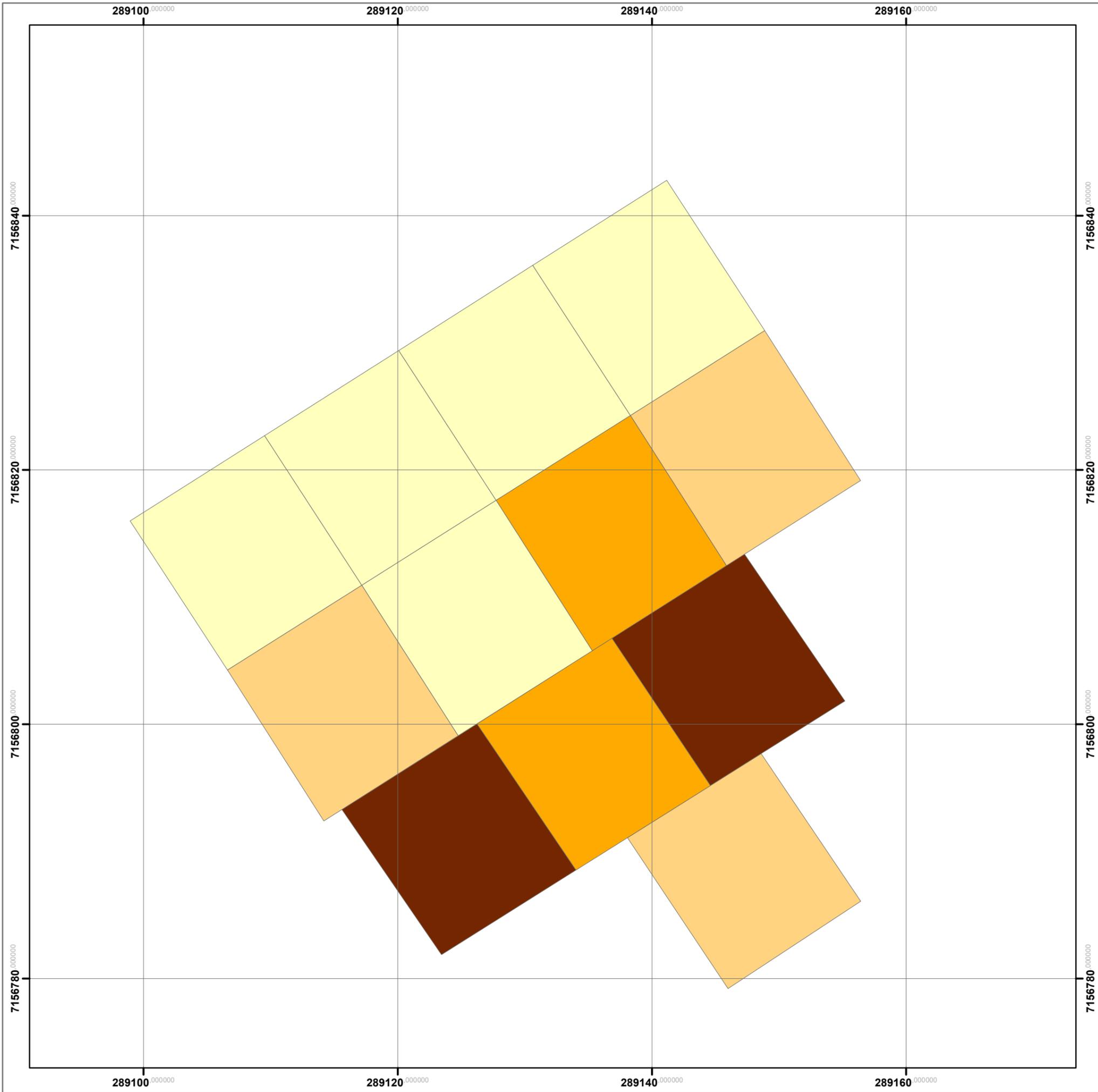
Volume (m³/árv)

- 0,0129 - 0,2221
- 0,2221 - 0,4312
- 0,4312 - 0,6403
- 0,6403 - 0,8494
- 0,8494 - 1,0585
- 1,0586 - 1,2677
- 1,2677 - 1,4768
- 1,4768 - 1,6859
- 1,6859 - 1,8950

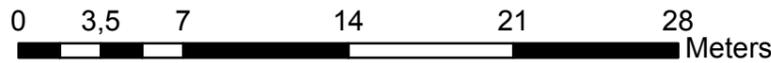
Parcelas

- 1 - 12

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO	Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão	ESTADO	PR
		MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
ASSUNTO	Geoprocessamento de um Plantio Florestal		MATRÍCULA
ESCALA	1:300	DATA	Dez / 2014
RESPONSÁVEL TÉCNICO			FONTES DE DADOS
Acadêmico: Cleverson de Medeira			Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx



Diferentes Classes de Volume por Parcela

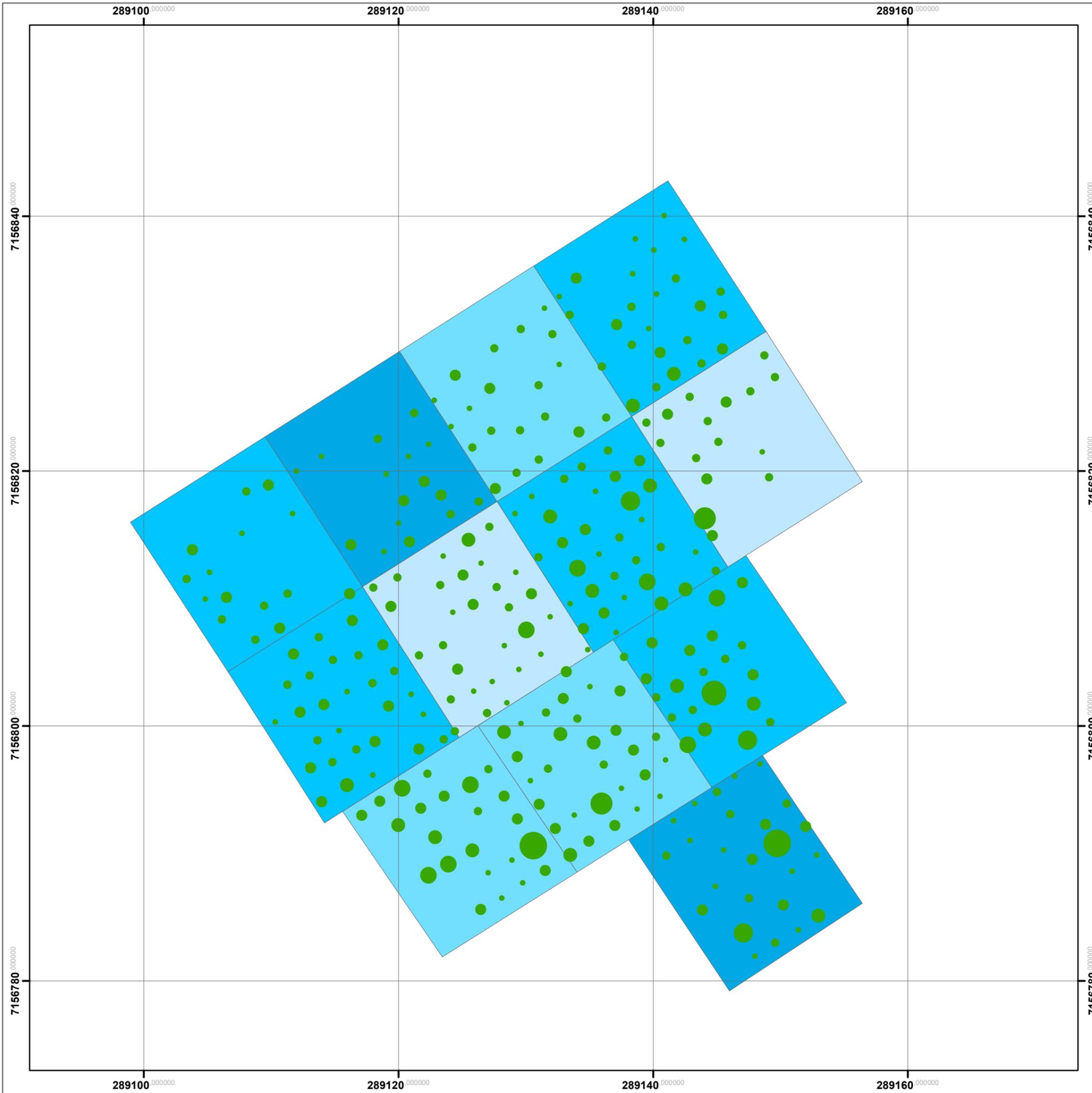


Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

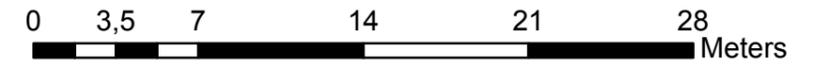
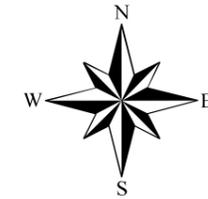
Legenda

vol/méd/arv (m³)	
	0,2883 - 0,3513
	0,3513 - 0,4143
	0,4143 - 0,4773
	0,4773 - 0,5403
	0,5403 - 0,6033

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO	Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão	ESTADO	PR
		MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
ASSUNTO	Geoprocessamento de um Plantio Florestal		MATRÍCULA
ESCALA	1:300	DATA	Dez / 2014
RESPONSÁVEL TÉCNICO		Fontes de Dados	
Acadêmico: Cleverson de Medeira		Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx	



Influência da Umidade no Volume



Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

Legenda

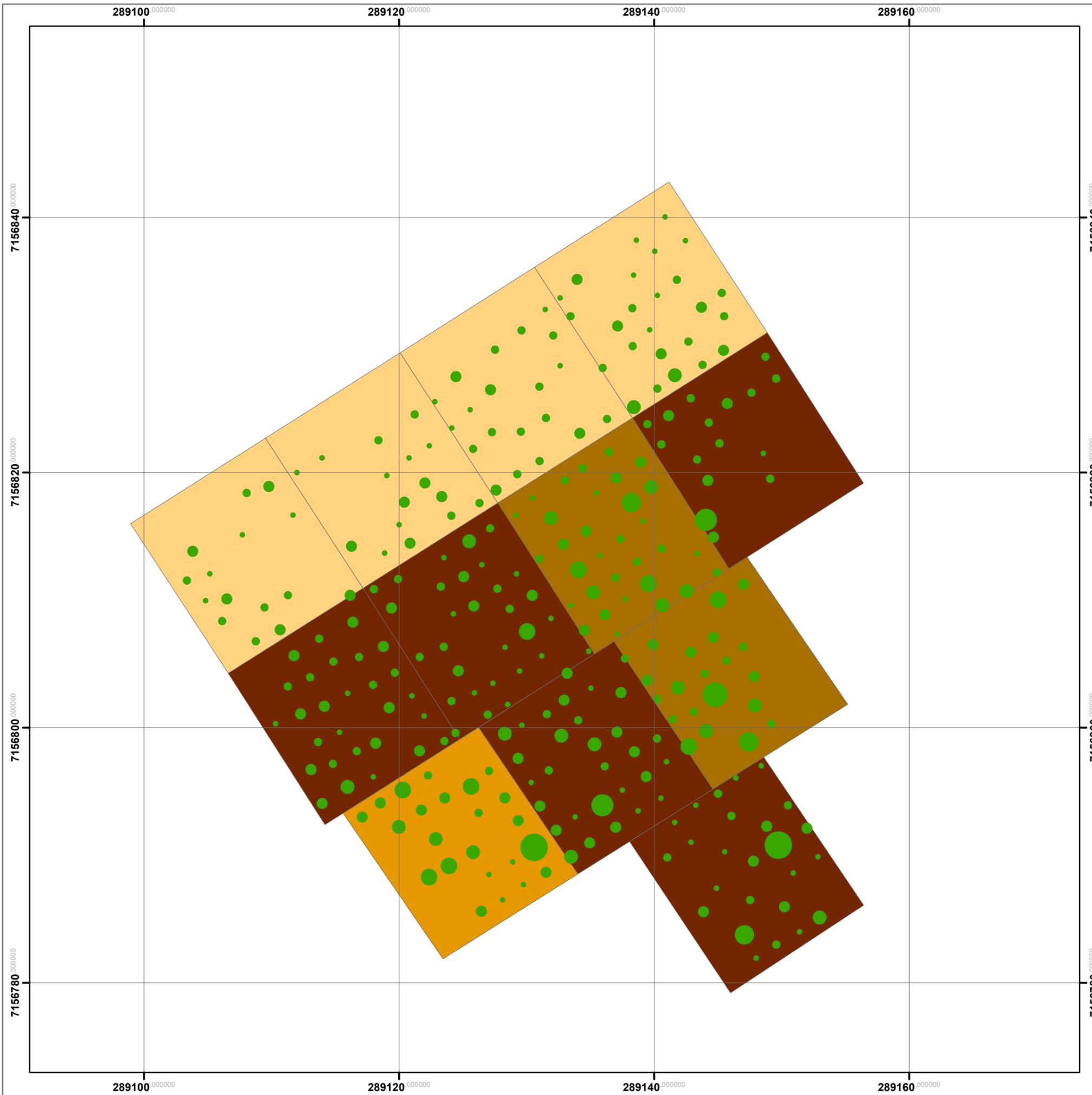
Volume (m³/árv)

- 0,0129 - 0,2221
- 0,2221 - 0,4312
- 0,4312 - 0,6403
- 0,6403 - 0,8494
- 0,8494 - 1,0585
- 1,0586 - 1,2677
- 1,2677 - 1,4768
- 1,4768 - 1,6859
- 1,6859 - 1,8950

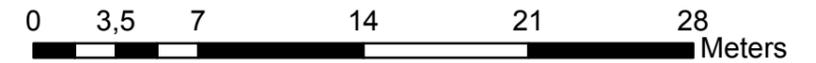
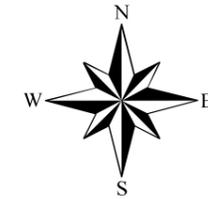
Umidade (%) 0:20 cm

- 27,71 - 27,91
- 27,92 - 29,88
- 29,89 - 32,02
- 32,03 - 34,91

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO	Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão	ESTADO	PR
		MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
ASSUNTO	Geoprocessamento de um Plantio Florestal		MATRÍCULA
ESCALA	1:300	DATA	Dez / 2014
RESPONSÁVEL TÉCNICO	Acadêmico: Cleverson de Medeira		FONTES DE DADOS
		Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx	



Influência da Luminosidade no Volume



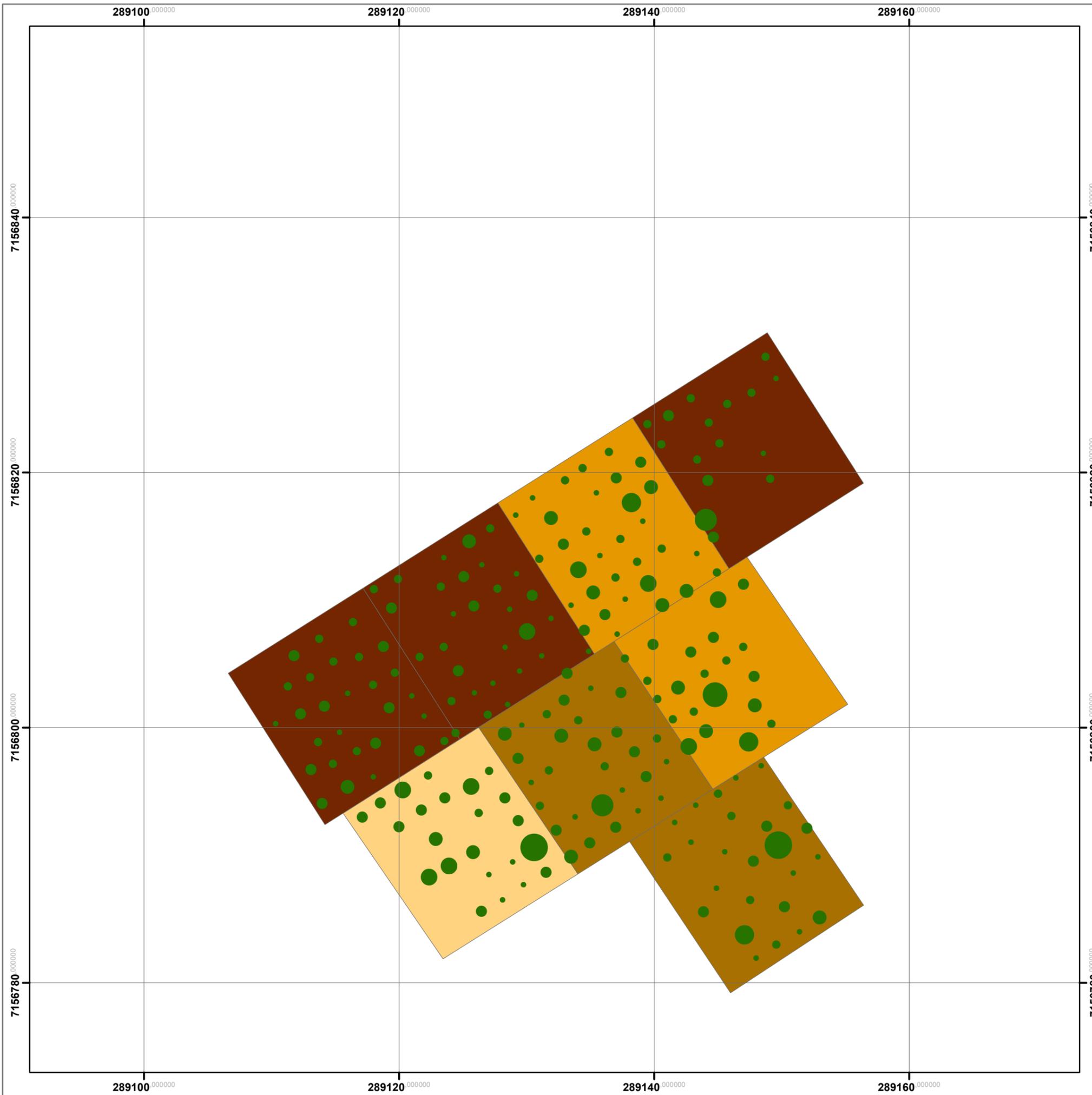
Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

Legenda

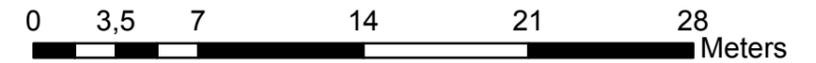
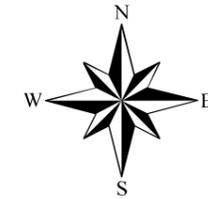
Volume (m³/árv)

- 0,0129 - 0,2221
- 0,2221 - 0,4312
- 0,4312 - 0,6403
- 0,6403 - 0,8494
- 0,8494 - 1,0585
- 1,0586 - 1,2677
- 1,2677 - 1,4768
- 1,4768 - 1,6859
- 1,6859 - 1,8950
- 1,0591 - 6,9250
- 2,6926 -4,9552
- 4,9553 - 12,2507
- 12,2508 - 35,70

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO		ESTADO	MUNICÍPIO
Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão		PR	Dois Vizinhos
ASSUNTO		MATRÍCULA	
Geoprocessamento de um Plantio Florestal			
ESCALA	DATA	FONTES DE DADOS	
1:300	Dez / 2014	Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx	
RESPONSÁVEL TÉCNICO			
Acadêmico: Cleverson de Medeira			



Influência da Luminosidade no Volume



Sistema de Referência Geodésica: SIRGAS_2000
 Pojeção Cartográfica: UTM - Zona 22_S

Legenda

Volume (m³/árv)

- 0,0215 - 0,2296
- 0,2296 - 0,4378
- 0,4378 - 0,6460
- 0,6460 - 0,8542
- 0,8542 - 1,0623
- 1,0623 - 1,2705
- 1,2705 - 1,4787
- 1,4787 - 1,6869
- 1,6869 - 1,8950

Luminosidade (Lux)

- 1,0591 - 1,4695
- 1,4696 - 2,6925
- 2,6926 - 4,9552
- 4,9553 - 12,2507

IMÓVEL			
Fazenda Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos			
LOCALIZAÇÃO	Estrada da Boa Esperança, km 04 Comunidade de São Cristóvão	ESTADO	PR
		MUNICÍPIO	Dois Vizinhos
ASSUNTO	Geoprocessamento de um Plantio Florestal		MATRÍCULA
ESCALA	1:300	DATA	Dez / 2014
RESPONSÁVEL TÉCNICO		Fontes de Dados	
Acadêmico: Cleverson de Medeira		Levantamentos de Campo (2014) GPS Topográfico, Estação Total Fita Métrica, Vertéx	