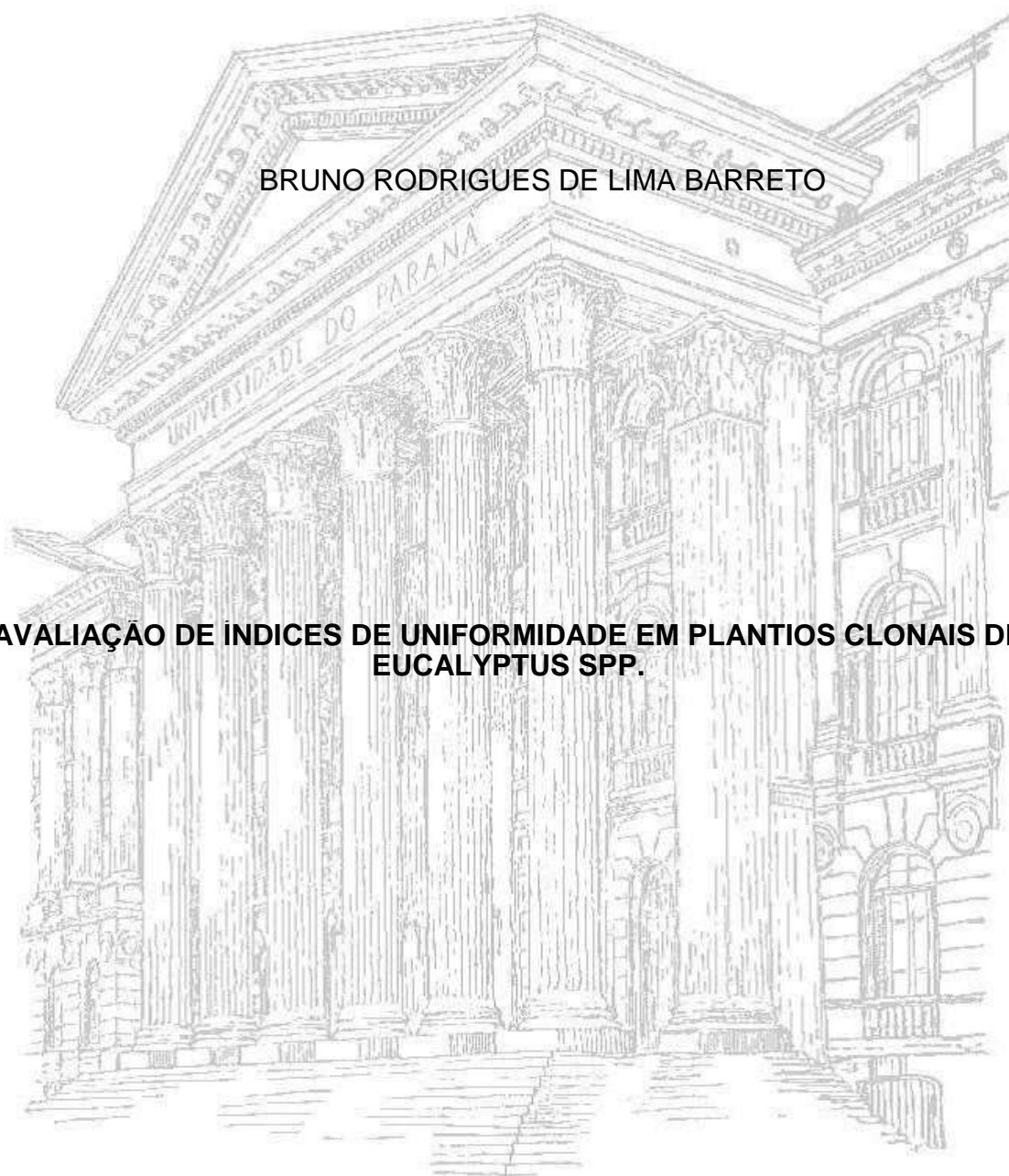


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR  
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO FLORESTAL

BRUNO RODRIGUES DE LIMA BARRETO

**AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE UNIFORMIDADE EM PLANTIOS CLONAIS DE  
EUCALYPTUS SPP.**



CURITIBA  
2017

BRUNO RODRIGUES DE LIMA BARRETO

**AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE UNIFORMIDADE EM PLANTIOS  
CLONAIS DE *EUCALYPTUS* spp.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de MBA em Gestão Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima

Co-orientadora: Isabele Sena Mendonça

CURITIBA

2017

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade de índices de uniformidade em mensurar de maneira eficiente a uniformidade volumétrica de um plantio clonal de *Eucalyptus* spp. A uniformidade do plantio foi mensurada a partir do volume (m<sup>3</sup>/ha) total com casca por meio de seis índices: CUA, CUD, CUB, PV50, CUH e VMAXMED. CUA, CUD e CUH são índices corriqueiramente utilizados em estudos de uniformidade de irrigação, os quais foram adaptados para as ciências florestais com o intuito de mensurar a uniformidade volumétrica uma única vez. Os índices selecionados, retrataram a uniformidade do plantio de maneira distinta: O CUD destacou-se entre os demais índices por apresentar com maior eficácia as falhas do povoamento, enquanto o índice CUH se destacou por não generalizar as parcelas com uniformidade de menor valor. CUH e VMAXMED tendem a superestimar a uniformidade do povoamento florestal estudado. Quando analisados de maneira isolada, os índices de uniformidade apresentaram-se inconclusivos sobre o real desenvolvimento da floresta, havendo a necessidade de selecionar índices que representem a área em questão fidedignamente e, que estejam associados a outras variáveis dendrométricas que atestem a produtividade da floresta para que o processo de tomada de decisão dos manejadores florestais seja mais assertivo, atestando portanto, a aplicabilidade dos índices como uma ferramenta de gestão estratégica de custo zero.

Palavras-chave: uniformidade volumétrica, homogeneidade florestal, eucalipto

## ABSTRACT

The goal of this study was to assess the feasibility of uniformity indices to efficiently measure volumetric uniformity on a *Eucalyptus* spp. stand. The volumetric ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) uniformity was measured using six different indices: CUA, CUD, CUB, PV50, CUH e VMAXMED. CUA, CUD e CUH are indices widely used on irrigation studies regarding irrigation uniformity and were only adapted in the forestry sciences once aiming to measure forestry uniformity. The selected indices displayed forest uniformity differently: CUD index stood out for displaying plantation fails more efficiently, while CUH stood out for not generalizing samples with lower uniformity. CUH and VMAXMED have a tendency to overestimate the uniformity of the studied stand. When individually analysed, uniformity indices showed an inconclusive analysis regarding a stand's actual development, bringing about the necessity of selecting indices that strictly represent the area in question and the necessity to combine them with other dendrometric variables that confirm forest productivity in order to increase assertiveness of forest managers' decision process, therefore attesting indices applicability as a cost free strategic management tool.

Keywords: volumetric uniformity, forestry homogeneity, eucalipt.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
2.3. JUSTIFICATIVA .....	7
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>8</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	11
4.2. COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS.....	13
4.3. UNIFORMIDADE SILVICULTURAL.....	14
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de florestas plantadas é influenciado por um conjunto de fatores naturais e antrópicos tais como condições edafoclimáticas, qualidade e intensidade de tratamentos silviculturais, ocorrência de pragas, competição por recursos entre indivíduos, e características genéticas das espécies arbóreas que interferem diretamente na uniformidade e produtividade dos povoamentos (SCAVINSKI, 2014). Nesse sentido, mensurar a homogeneidade ou uniformidade do crescimento de florestas configura-se como um fator que apresenta um grande potencial para nortear os tomadores de decisão quanto à produtividade do povoamento associado à sua uniformidade. Esse tipo de mensuração pode ser realizado por meio do cálculo de índices de uniformidade.

Índices de uniformidade são calculados em diferentes áreas de estudo com o intuito de comparar e avaliar situações distintas, funcionando como verdadeiros indicadores de qualidade. Assim, adicionar a variável uniformidade, a qual em geral apresenta simples obtenção e não inclui aumento de custos, no contexto florestal, pode traduzir-se como uma opção interessante cuja finalidade é fornecer mais informações a respeito da variação de florestas plantadas, impactando positivamente o processo de tomada de decisão.

A uniformidade de plantios é diretamente afetada pelo fornecimento parcial ou heterogêneo de fatores bióticos e/ou abióticos e também depende da qualidade das operações silviculturais. Segundo Hakamada (2012), a seleção de índices de uniformidade depende das seguintes características como requisitos: capacidade de contemplar diferenças na distribuição dos indivíduos em diferentes classes da variável dendrométrica de interesse; sensibilidade às variações de grandeza da variável de interesse; e possuir limites, que facilitem a interpretação do índice quando o objetivo é a elaboração de intervalos fixos. A escolha do índice também é influenciada pelo objetivo do estudo e comportamento de distribuição dos indivíduos da população.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Calcular a uniformidade volumétrica por parcela utilizando os seis índices selecionados, avaliar o comportamento dos índices na representação da uniformidade em um plantio comercial clonal de *Eucalyptus* spp.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular os índices selecionados;
- Analisar o desempenho de cada índice na representação da uniformidade volumétrica na área de estudo;
- Realizar a comparação do comportamento dos índices em mensurar a uniformidade da área em questão

### 2.3. JUSTIFICATIVA

A uniformidade de plantios é um fator de extrema importância para a padronização do manejo de florestas plantadas visto que está intimamente ligada às operações florestais e a produtividade final (quando associada a alguma variável dendrométrica). Assim, definir fatores que influenciam na variação da uniformidade e mensurar essa uniformidade por meio de índices assertivos é fundamental para medição da qualidade e produtividade final da floresta. Por fim, adicionar a variável uniformidade em modelos de predição volumétrica não possui custos adicionais, caracterizando, portanto, uma nova alternativa com grande potencial para explicar de maneira complementar e mais assertiva a variação da produção florestal.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Vários estudos disponíveis na literatura relatam que a qualidade silvicultural está intimamente relacionada com a produtividade, de modo que quanto melhor a qualidade e a intensidade do manejo florestal, maior a produção volumétrica do povoamento. Técnicas de manejo como preparo de solo e recomendação de adubação adequada, controle integrado de pragas e combate de ervas daninhas são práticas indispensáveis para a manutenção da produtividade de povoamentos florestais (HAKAMADA, 2012). Stape e Donatti (2011) encontraram uma diferença de 27% entre a produtividade real e atingível atribuída em sua maioria ao controle de mato competição. Jesus, *et al.* (2012) relatam aumentos de até 43,5% na produção de volume de tronco em plantios de eucalipto em Minas Gerais devido a aplicação de adubos nitrogenados. Nesse contexto, o progresso de diversas pesquisas em silvicultura evidencia que quanto mais adequado o manejo, maior a produtividade das florestas. No entanto, não existem muitos estudos que relacionem diretamente a uniformidade florestal com a produtividade (HAKAMADA, 2012).

Um ecossistema, mesmo aqueles formados por florestas plantadas, dificilmente será uniforme devido a uma série de variações inerentes a um ambiente natural, como: tipos de solos, riqueza de gramíneas no banco de sementes em determinadas áreas, maior concentração de pragas em determinados locais, variações topográficas, microclimáticas, e hídricas, que resultam em diferentes índices de qualidade de sítio em uma determinada área florestal. Assim, o uso de recomendações de manejo silvicultural customizadas para cada sítio, seria de grande valia para maximizar a uniformidade visando produtividade florestal, tendo em vista que recomendações extrapoladas para a área total do empreendimento podem gerar perdas em produtividade (HAKAMADA, 2012). Segundo Stape, (2010), o fornecimento uniforme de recursos que auxiliem o desenvolvimento florestal proporciona maiores taxa de sobrevivência e crescimento inicial.

Munhoz (2011) e Stape (2010) afirmam que a qualidade das operações de silvicultura é fortemente associada com a uniformidade dos povoamentos.

Gonçalves *et al.*, (2008) encontraram locais em sua área de estudo nos quais 60% dos pontos de adubação não respeitavam a dosagem recomendada. Logo, obter dados que quantifiquem de forma assertiva a uniformidade de plantios podem fornecer informações valiosas a respeito da qualidade silvicultural e consequentemente, do potencial produtivo da floresta.

Em diversas áreas do conhecimento, a uniformidade é mensurada como forma de comparar e avaliar qualitativamente situações distintas. Na área do conhecimento de Irrigação e Drenagem, a uniformidade de distribuição de água em sistemas de irrigação é calculada por meio de diferentes índices, entre eles os mais utilizados o Coeficiente de uniformidade absoluta (CUA) e o Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), (PINTO, RIBEIRO, *et al.*, 2015); (SILVA, ZANINI, *et al.*, 2011); (QUEIROZ, SIMEÃO, *et al.*, 2012).

Filho (2010), analisou índices de pobreza e desigualdade social de 38 cidades brasileiras adotando o coeficiente de Gini, o qual é amplamente usado para este fim, buscando identificar o componente que tem o maior desempenho na redução da pobreza. O Coeficiente de Gini, varia de zero a um (um sendo a uniformidade perfeita), e apesar de ser utilizado com mais frequência em ciências socioeconômicas, alguns autores já o utilizaram para mensurar a uniformidade de variáveis dendrométricas (HAKAMADA, 2012); (BENDEL, HIGGINS, *et al.*, 1989).

Nas ciências florestais, a uniformidade é mensurada empregando diversos índices. Stape, Rocha e Donatti (2006), propuseram o uso do índice Hm que calcula a diferença entre altura máxima e mínima de árvores para avaliar a qualidade silvicultural de plantios de eucalipto. Segundo Hakamada (2012), uma das principais características desse índice é o fornecimento de valores absolutos que podem mascarar o real valor da uniformidade. Os mesmos autores propuseram o índice do Pvar50, o qual é definido como a porcentagem acumulada da variável dendrométrica de 50% das menores árvores, para avaliar a qualidade silvicultural de uma área analisando a uniformidade. Hakamada *et al.* (2015) utilizaram o mesmo índice para avaliar a qualidade silvicultural de plantios de eucalipto empregando uma rede de monitoramento de inventários.

O uso do índice Hm, deve ser desconsiderado devido ao fato de desconsiderarem valores nulos associados a falhas no desenvolvimento de árvores, o que conseqüentemente mascara o real valor da uniformidade em plantios. Independentemente do índice selecionado, este deve apresentar as seguintes características: contemplar diferenças na distribuição dos indivíduos em diferentes classes da variável dendrométrica analisada; sensibilidade às variações de grandeza da variável de interesse; possuir limites que facilitem a interpretação do índice quando o objetivo é a elaboração de intervalos fixos, de forma que índices que não apresentam limites como o coeficiente de variação, e a assimetria, devem ser evitados (HAKAMADA, 2012).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região de estudo em questão é o “Horto Florestal Guatapará C”, propriedade da empresa International Paper do Brasil, no município de Guatapará, estado de São Paulo (figura 1), localizado entre as coordenadas 47°50'25"E e 21°28'8"S.

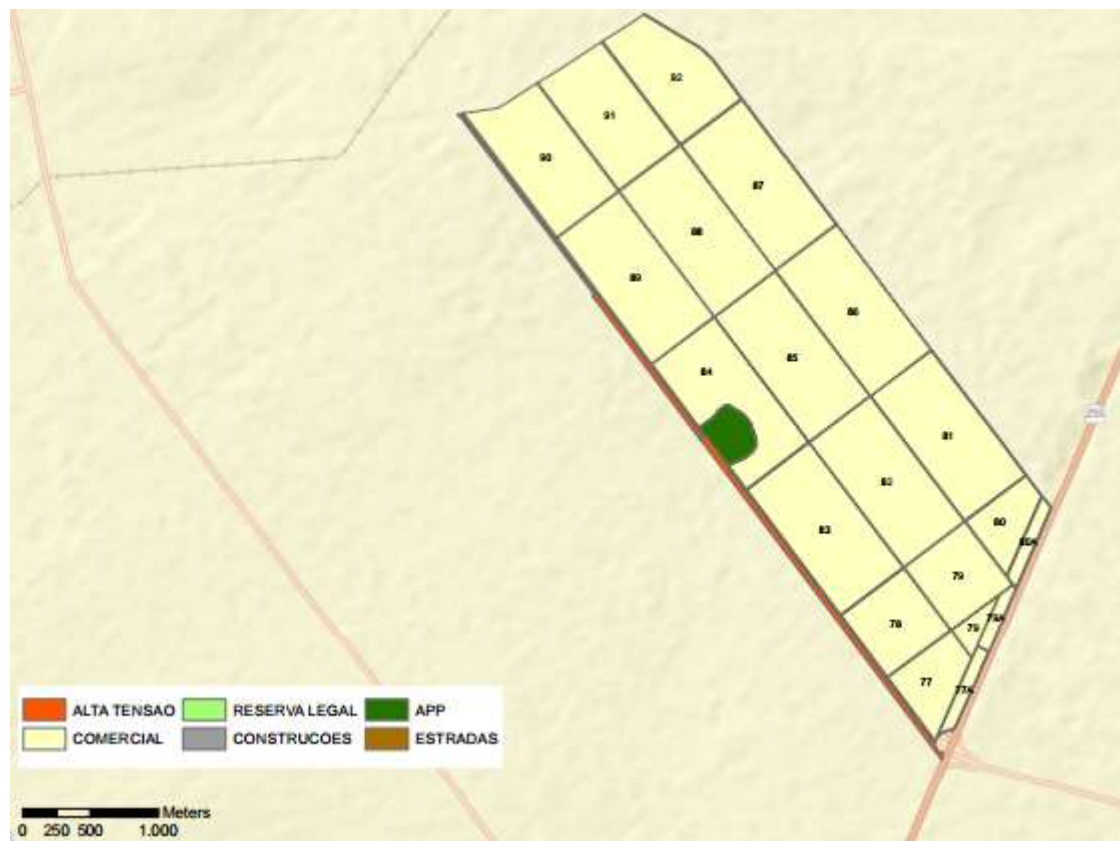
FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.



FONTE: adaptado de *Google Earth*, 2017).

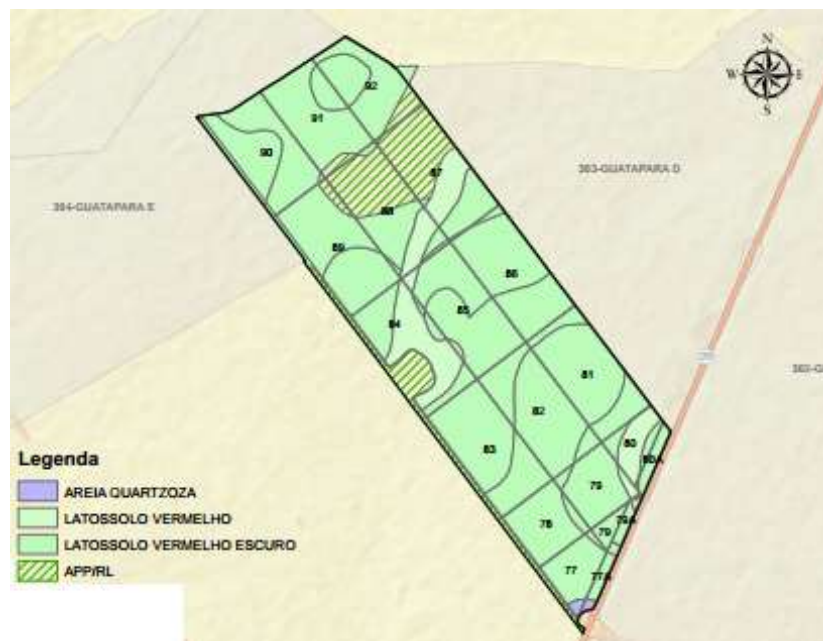
O uso da terra mais expressivo no horto é o plantio de eucalipto para fins comerciais, cujo solo predominante é o latossolo vermelho escuro, conforme mostram as figuras 2 e 3 respectivamente.

FIGURA 2: MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO HORTO FLORESTAL.



FONTE: International Paper, 2017.

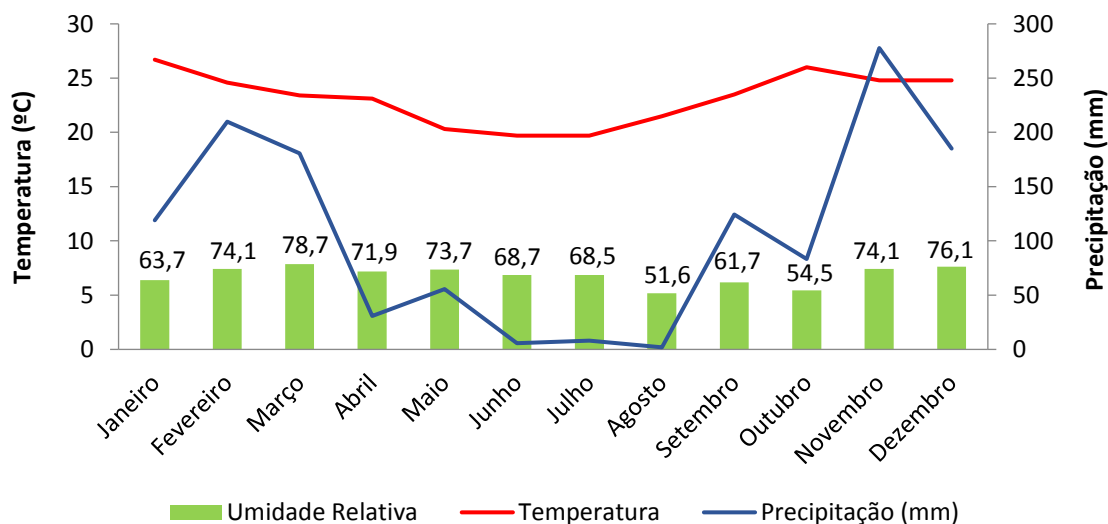
FIGURA 3: MAPA DE SOLOS DO HORTO FLORESTAL GUATAPARÁ C



FONTE: International Paper, 2017.

O clima da área é caracterizado como Aw na classificação climática de Köppen-Geiger, sendo o inverno a estação mais seca, com temperaturas médias mínimas e máximas variando de 20,4° até 34,5°, respectivamente, e precipitação anual de 1281,7 mm, conforme mostra a figura 4 (INMET, 2017).

FIGURA 4: DADOS CLIMÁTICOS PARA A REGIÃO DE ESTUDO



FONTE: INMET, 2016.

#### 4.2. COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS

Os dados apresentados nesse estudo são oriundos de uma floresta de *Eucalyptus* sp implantada no primeiro de trimestre de 2011, cuja área total de plantio é de 850,52 hectares, nos quais foram lançadas de forma sistemática 105 parcelas circulares de 400m<sup>2</sup>. As medições da floresta foram realizadas aos 28, 37, 49 e 59 meses após o plantio. Os dados coletados foram: DAP (diâmetro a 1,30m da altura do solo), material genético (existem 2 diferentes na área em questão), número de fustes por hectare, situação do fuste e altura total de aproximadamente 20% das árvores e altura das árvores dominantes segundo o conceito de Assman. Por questões de confidencialidade, os modelos volumétricos e hipsométricos utilizados para estimar o volume da floresta não são apresentados.

### 4.3. UNIFORMIDADE SILVICULTURAL

A uniformidade silvicultural do povoamento foi calculada com os dados volumétricos (m<sup>3</sup>/ha) da primeira medição, aos 28 meses de idade, por meio de seis índices de uniformidade, os quais estão representados nas expressões 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

---


$$\mathbf{Cud} = \frac{\mathbf{V25}}{\mathbf{Vm}} \quad (1)$$

$$\mathbf{Cua} = \left( \frac{\mathbf{V25}}{\mathbf{Vm}} + \frac{\mathbf{Vm}}{\mathbf{V12}} \right) \quad (2)$$

$$\mathbf{Cub} = \frac{\mathbf{V50}}{\mathbf{Vm}} \quad (3)$$

$$\mathbf{PV50} = \frac{\sum_{k=1}^{n/2} \mathbf{Vij}}{\sum_{k=1}^n \mathbf{Vij}} \quad (4)$$

$$\mathbf{CUH} = 1 - \left( \sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \frac{\sigma}{\mathbf{Vm}} \right) \quad (5)$$

$$\mathbf{VMaxMed} = \frac{\mathbf{Vm}}{\mathbf{Vmax}} \quad (6)$$


---

Onde:

Cud = Coeficiente de distribuição

Cua = Coeficiente de distribuição absoluto

Cub = Coeficiente de distribuição básico

Cuh = Coeficiente de uniformidade de Hart

Pv50 = Índice pv50

Vm = Volume médio (m<sup>3</sup>/ha)

V25 = Média de volumes iguais ou inferiores ao volume do percentil 25%

V12 = Média de volumes iguais ou inferiores ao volume do percentil 12,5%

V50 = Média de volumes iguais ou inferiores ao volume do percentil 50%

Vmax = Volume máximo (m<sup>3</sup>/ha) de cada parcela

σ = Desvio Padrão de volumes (m<sup>3</sup>/ha) de cada parcela

Os índices CUD, CUA e CUH foram adaptados de índices utilizados corriqueiramente na área de Irrigação e Drenagem, sendo a variável vazão simplesmente substituída pela variável volume, sendo o único precedente dessa prática registrado por Barreto (2016). Já o índice Pv50, é um índice de uniformidade proposto por Stape, Rocha e Donatti (2006) e utilizado por Hakamada (2012), o qual representa a porcentagem acumulada do volume de 50% das menores árvores. Após os cálculos, os índices foram comparados quanto ao potencial de representar fidedignamente a qualidade da área em questão quando a variabilidade volumétrica. Todos os dados desse estudo foram processados com planilhas eletrônicas do *software* Microsoft Excel 2010 e o *software* R 3.0.1 (R CORE TEAM, 2013).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

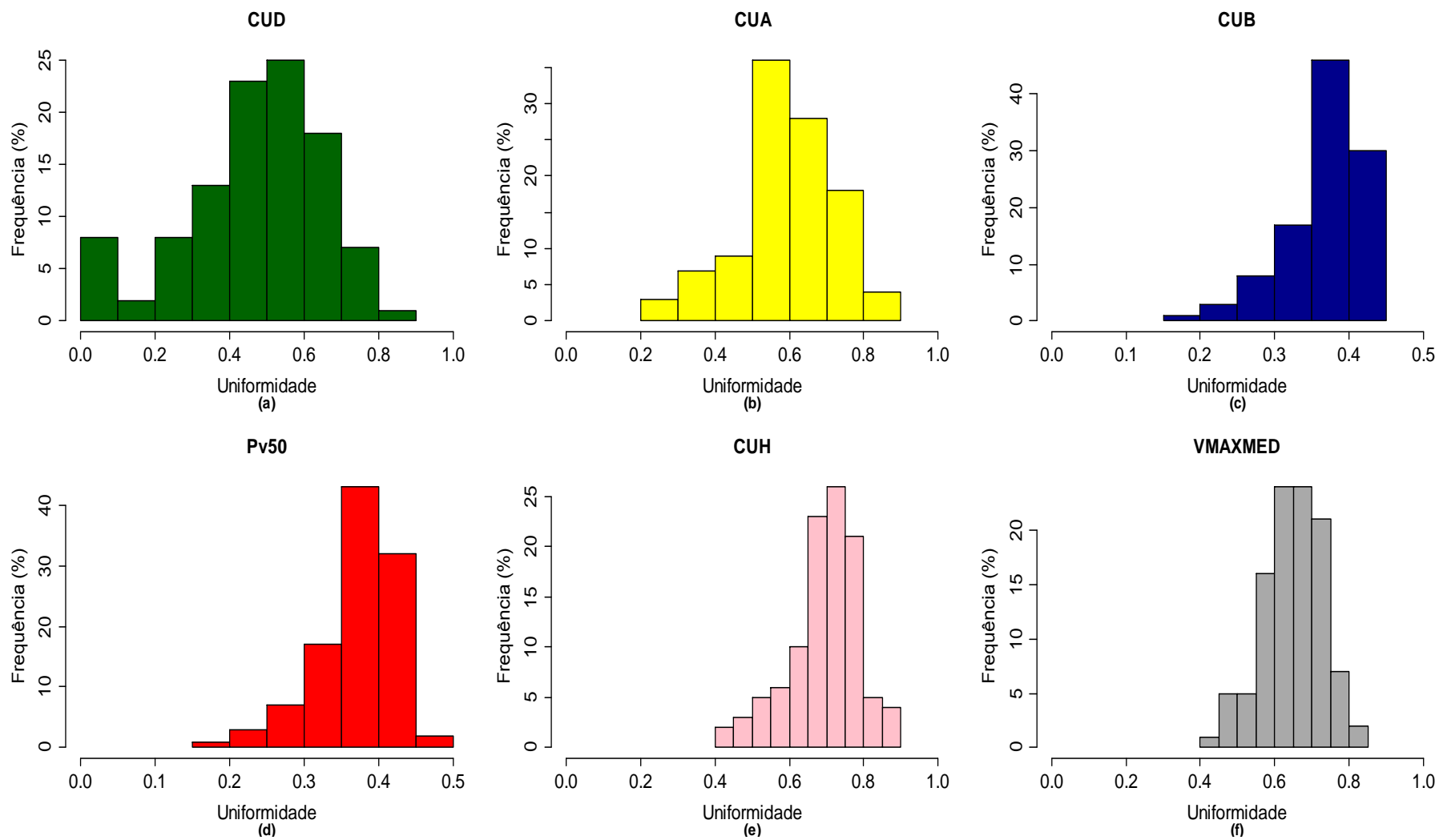
A figura 5 mostra a uniformidade do volume estimado calculada para as parcelas do povoamento utilizando os seis índices selecionados. Pela figura 5, percebe-se que os índices representam a uniformidade do povoamento de diferentes maneiras.

O CUD representa com maior destaque as parcelas que contém falhas, apresentando visualmente um indicativo de que as áreas representadas por essas parcelas sofreram algum processo que diminuiu muito a uniformidade do povoamento, podendo estar associado a deficiências nas práticas de manejo, como a diminuição da qualidade do manejo silvicultural (controle de formigas, aplicação de herbicidas, adubação). Segundo Stape e Donatti (2011), quando não realizadas de maneira uniforme, as práticas de manejo podem frustrar o objetivo de manejo pretendido, o qual é na maioria das vezes, a máxima produção do volume de madeira.

Já na mensuração da uniformidade calculada pelos índices CUB e Pv50, nota-se que há um grande número de parcelas que têm uniformidade variando de 0,35 a 0,45, sendo 0,5 o máximo atingível. A média de uniformidade de volume das parcelas mensuradas com o índice pv50 foi de 0,3687. Hakamada (2012) encontrou valores médios de 0,42 de uniformidade do pv50 para plantios implantados em 2009 no nordeste de São Paulo.

Os índices CUA, CUH e VMAXMED, apresentaram comportamento semelhante, especialmente os dois últimos: Enquanto o índice CUA retrata que a maioria das parcelas apresenta uma uniformidade de 0,5 a 0,6, os índices CUH e VMAXMED tendem a superestimar a uniformidade do povoamento, indicando que a maioria das parcelas apresentam uniformidade entre 0,7 e 0,8. Contudo, o índice CUH aparenta indicar um maior rigor na diferenciação das parcelas com uniformidade de 0,4 a 0,6, ao passo que CUA e VMAXMED tendem a generalizar as parcelas com menores valores de uniformidade.

FIGURA 5: UNIFORMIDADE POR PARCELA (A) CUA, (B) CUD, (C) CUB, (D) PV50, (E) CUH E (F) VMAXMED



Essas informações quando analisadas individualmente, no entanto, não têm condições de fornecer conclusões detalhadas a respeito da qualidade silvicultural do povoamento, visto que é possível ter uma grande uniformidade se a maioria das árvores for alta, ou se a maioria das árvores for baixa, conforme exemplifica a figura 6.

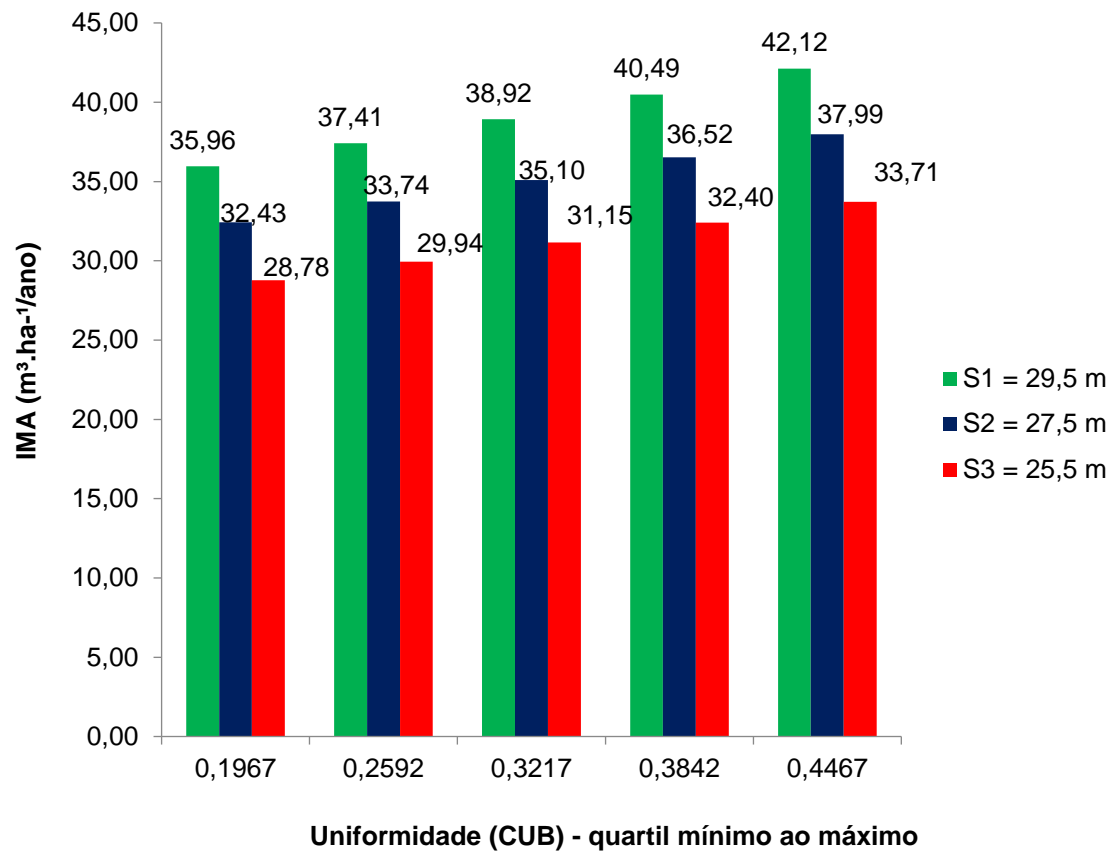
FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO HIPOTÉTICA DE COMO A UNIFORMIDADE PODE SER UMA INFORMAÇÃO DUVIDOSA: AS ÁRVORES DA PARCELA DA ESQUERDA E DA PARTE DIREITA DA FIGURA APRESENTAM A MESMA UNIFORMIDADE.



FONTE: adaptado de Hakamada, 2012.

Dessa forma, é imprescindível a adoção de índices de uniformidade representativos, ou seja, índices capazes de retratar fidedignamente o desempenho silvicultural do povoamento, e de correlacioná-los com variáveis dendrométricas e/ou produtivas (Incremento médio anual, sítio, etc.) com a finalidade de obter dados mais informativos, assertivos e conclusivos a respeito da influência que uniformidade e qualidade silvicultural exercem na produtividade da floresta, com o intuito de otimizar o processo de tomada de decisão eficiente dos manejadores florestais. Ao avaliar o uso de índices de uniformidade em conjunto com modelos de crescimento, Barreto (2016) concluiu que quanto melhor a qualidade do sítio, maior a influência que a uniformidade exerce sobre a produtividade (figura 7), de modo que a diferença entre as parcelas de uniformidade mínima e máxima geraram uma diferença de mais de 6 m<sup>3</sup>/ha.ano para a melhor classe de sítio e aproximadamente 5 m<sup>3</sup>/ha.ano para a pior classe de sítio.

FIGURA 7: VARIACÃO DA PRODUTIVIDADE FLORESTAL ESTIMADA EM FUNÇÃO DA VARIACÃO NA UNIFORMIDADE MENSURADA COM O ÍNDICE CUB.



FONTE: adaptado de Barreto, 2016

## **6. CONCLUSÃO**

Os índices de uniformidade testados retratam de maneira distinta a uniformidade da área em questão.

O índice CUD destacou-se entre os demais por apresentar de forma visual a quantidade de falhas do povoamento, enquanto o índice CUH destacou-se por não generalizar as parcelas com uniformidade de menor valor.

Por fim, conclui-se que os índices de uniformidade podem se caracterizar como uma ferramenta de gestão estratégica de custo zero, que ajuda a nortear os tomadores de decisão sobre a produtividade florestal, desde que sejam representativos para a área estudada e associadas a variáveis dendrométricas que atestem a produtividade da floresta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, B.R.L. **Avaliação dos uso de índices de uniformidade em modelos de crescimento e produção de plantios clonais de Eucalyptus spp.** Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba. Sorocaba - SP, 36 p. 2016. (Trabalho de conclusão de curso).

BENDEL, R. B. et al. Comparison of skewness coefficient, coefficient of variation and Gini coefficient as inequality measures within populations. **Oecologia**, Berlin, v. 78, p. 394-400, 1989.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: Perguntas e respostas.** 4ª. ed. Viçosa: UFV, 2013.

FERRAZ FILHO, A. C. et al. Modelo de projeção em altura dominante com adição de variáveis ambientais. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 427-433, Setembro 2011. ISSN 0104-7760.

FILHO, J. S. **Pobreza e desigualdade de renda nas cidades médias brasileiras.** Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2010. (Dissertação de Mestrado).

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **A determinação de equações volumétricas na engenharia florestal.** Insituto de Pesquisas Florestais. Piracicaba, p. 17-27. 1993. (ISSN 100-8137).

HAKAMADA, R. E. **Uso do inventário florestal como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultural em povoamentos clonais de Eucalyptus.** Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba - SP, p. 114. 2012. (Dissertação de Mestrado).

JESUS, G. L. et al. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 36, p. 201-2014, Janeiro 2012. ISSN ISSN 1806-9657.

METEOROLOGIA, I. N. D. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2016. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index>>. Acesso em: 17 Maio 2017.

MIRANDA, D. L. C.; JUNIOR, V. B.; GOUVEIA, D. M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Plena**, Manaus, v. 11, n. 3, p. 9, Fevereiro 2015.

MIRANDA, R. O. et al. Modelagem do crescimento e produção em classes de precipitação pluviométricas para *Eucalyptus* sp. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 117-128, Junho 2015.

MUNHOZ, J. S. B. **Caracterização da produtividade florestal e dos padrões de crescimento de *Pinus taeda* L. no sul do Brasil através de análise de tronco**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2011. (Dissertação de Mestrado).

PINTO, U. R. C. et al. Uniformidade de Distribuição de Água em Aspersão Convencional Sob Diferentes Pressões de Serviços. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 2, p. 160-169, 2015.

QUEIROZ, W. M. et al. **Uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação com o uso de aspersores setoriais**. Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação. Fortaleza: [s.n.]. 2012. p. 1-5.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical, Viena, Austria, 2013.

SCAVINSKI, V. **Projeção da produção utilizando curvas de sítio anamórficas e polimórficas para plantios de *Eucalyptus grandis* W. Hill. Ex Maiden**. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati. 2014. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, E. R. S. et al. Uniformidade de distribuição de água em irrigação localizada com sistema de aeração, decantação e filtragem. **Científica**, Jaboticabal, v. 39, n. 1, p. 7-17, 2011.

STAPE, J. L.; DONATTI, Z. **Monitoring Silvicultural and Genetic Improvements of *Eucalyptus* Plantations Using Inventory Data**. IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS. Porto Seguro: [s.n.]. 2011.